

M – 20.20.15d
INIEKCJA CIŚNIENIOWA RYS
W POWIERZCHNIACH BETONOWYCH

SPIS TREŚCI

- 1. WSTĘP**
- 2. MATERIAŁY**
- 3. SPRZĘT**
- 4. TRANSPORT**
- 5. WYKONANIE ROBÓT**
- 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**
- 7. OBMIAR ROBÓT**
- 8. ODBIÓR ROBÓT**
- 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**
- 10. PRZEPISY ZWIĄZANE**
- 11. ZAŁĄCZNIKI**

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej ogólnej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z naprawą powierzchni betonu przy realizacji zadania:

Roboty naprawcze i konserwacyjne obiektów inżynierskich w Rybniku.

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.

1.3. Zakres robót objętych ST

Niniejsza specyfikacja dotyczy napraw zarysowanych mostowych konstrukcji betonowych za pomocą iniekcji materiałami na bazie spoiw hydraulicznych lub polimerowych. Iniekcję stosuje się w celu uniknięcia szkodliwych w konsekwencji obecności pustek i rys w betonie:

- aby osiągnąć nieprzepuszczalność i w ten sposób wodoszczelność,
- aby uniknąć wnikania agresywnych czynników, które mogłyby powodować korozję zbrojenia,
- aby wzmocnić konstrukcję przez wzmocnienie betonu.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Wyroby i systemy do iniekcji – wyroby i systemy wprowadzone do konstrukcji betonowej, przywracające ciągłość do trwałości 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. Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełnienia rys, pustek i szczelin w betonie (D) – elastyczne wyroby, które mogą dostosować się do kolejnych odkształceń.

1.4.4. Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys, pustek i szczelin w betonie (S) – wyroby, które w stanie utwardzonym mogą wielokrotnie pęcznieć na skutek absorpcji wody, przy czym woda jest wiązana przez składnik wyrobu iniekcyjnego. Wyroby te, określane jako żele, są stosowane jedynie do uszczelniania przeciwwodnego rys i pustek w warunkach wilgotnych, mokrych lub płynącej wody.

1.4.5. 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.

1.4.6. Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo hydrauliczne (H) – wyrób, którego utwardzenie związane jest z hydratacją spoiwa hydraulicznego.

1.4.7. Iniekcja ciśnieniowa – sposób naprawy polegający na wtłaczaniu pod ciśnieniem w uszkodzone miejsce preparatu do iniekcji.

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

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

- metoda 4.6 – wypełnianie rys, pustek i szczelin.

1.4.9. 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) lub
- obniża zakładaną stabilność filtracji w przypadku wyrobów iniekcyjnych zawierających spoiwo hydrauliczne.

1.4.10. 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..

1.4.11. Szerokość rysy – szerokość rysy mierzona na powierzchni betonu.

1.4.12. Iniektowalność – zdolność wyrobu iniekcyjnego do wnikania 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.

1.4.13. 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; wykluczone jest przemieszczanie się wody w rysie w czasie iniekcji i utwardzania wyrobu iniekcyjnego. 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.

1.4.14. Propagacja rys – zmiana rozwartości rys w czasie spowodowana:

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

1.4.15. Spoiwo hydrauliczne (H) – materiał nieorganiczny, który reagując z wodą ulega hydratacji tworząc ciało stałe (na ogół są to cementy zgodne z PN-EN 197-1 [24]).

1.4.16. 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.

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

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

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 2.

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 ² (H) >0,6 N/mm ² (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)*)	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)*)	PN-EN 12614 [7]	> 40°C
7	Zawartość chlorków (H)*)	PN-EN 196-21 [8]	< 0,2%
Właściwości dotyczące urabialności			

8	<p>Iniektowalność w suchy materiał</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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) 	<p>PN-EN 1771 [9]</p> <p>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 < 4 min. (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm < 8 min. (iniekcja wykonalna) przy szerokościach rysy 0,2 mm i 0,3 mm</p> <p>Badanie rozłupywania:</p> <p>> 7 N/mm² (P)</p> <p>> 3 N/mm² (H)</p> <p>Procent wypełnienia rysy >90</p> <p>Spełnione wymaganie (1) dotyczące adhezji</p>
9	<p>Iniektowalność w nie-suchy materiał</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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] (H,P) 	<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: < 4 min. (wysoka iniektowalność) 0,2 i 0,3: < 8 min. (iniekcja wykonalna)</p> <p>Badanie rozłupywania:</p> <p>> 7 N/mm² (P)</p> <p>> 3 N/mm² (H)</p> <p>Procent wypełnienia rysy > 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) badania należy przeprowadzić w</p>	Wartość deklarowana

		trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$, dla (H) jw. ale próbki do badania 1 000 ml zamiast 300 ml	
13	Rzeczywista wytrzymałość na rozciąganie polimerów (P)	PN-EN 1543 [13] Badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$	Wytrzymałość na rozciąganie $>3 \text{ N/mm}^2$ 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)
14	Czas wiązania (H)	PN-EN 196-3 [14] Badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta minimalnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$	Wartość deklarowana
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 (~~nie dotyczy~~)

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) ^{*)}	PN-EN 14068 [16]	Wodoszczelne przy 2×10^5 Pa. W zastosowaniach specjalnych wodoszczelne przy 7×10^5 Pa
3	Temperatura zeszklenia (P)*	PN-EN 12614 [17]	Wartość deklarowana
Właściwości dotyczące urabialności			
4	<p>Iniektowalność w suchy materiał</p> <ul style="list-style-type: none"> – szerokość rysy 0,1 mm - 0,2 mm ÷ 0,3 mm: oznaczenie iniektowalności (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</p> <p>< 4 min (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm</p> <p>< 8 min (iniekcja wykonalna) przy szerokościach rysy 0,2 mm ÷ 0,3 mm</p> <p>Procent wypełnienia rysy > 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</p> <p>< 4 min. (wysoka iniektowalność) przy szerokości rysy 0,1 mm</p> <p>< 8 min. (iniekcja wykonalna) przy szerokości rysy 0,2 mm ÷ 0,3 mm</p> <p>Procent wypełnienia rysy >90</p>
6	Lepkość	PN-EN ISO 3219 [10]	Wartość deklarowana
7	Stopień spęcznienia 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:</p> <p>Dla (P) badanie należy przeprowadzić w trzech temperaturach przechowywania i badania: 21°C oraz w zalecanej przez producenta mini-malnej i maksymalnej temperaturze stosowania z tolerancją $\pm 2^{\circ}\text{C}$</p>	Wartość deklarowana
Trwałość			
9	Kompatybilność z betonem (P)	PN-EN 12637-1 [18]	<p>Bez zniszczenia przy badaniu ściskania</p> <p>Rozproszona praca odkształcenia < 20%</p>
(P) Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo polimerowe			
*) Badanie powinno być wykonywane dla niektórych zamierzonych zastosowań			

2.2.3. Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys (S) (nie dotyczy)

Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys (S) powinny spełniać wymagania podane w tablicy 3.

Tablica 3. Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys -wymagania użytkowe

Lp.	Właściwości użytkowe	Metoda badania	Wymagania
Właściwości podstawowe			
1	Wodoszczelność (P)	PN-EN 14068 [16] Metoda badania opisana w PN-EN 14068 [16] powinna być uzupełniona 500 cyklami zmian ciśnienia, z których każdy polega na 15 min. przy 75% ciśnienia maksymalnego – 15 min. przy 25% ciśnienia maksymalnego. Po zastosowaniu maksymalnego deklarowanego ciśnienia przez 7 dni jak przewidziano w PN-EN 14068 [16], ciśnienie powinno być obniżone do 50% maksymalnego deklarowanego ciśnienia i utrzymywane na tym poziomie przez 2 h. Następnie należy rozpocząć opisane wyżej cykle	Wodoszczelne przy 2×10^5 Pa. W zastosowaniach specjalnych wodoszczelne przy 7×10^5 Pa
2	Oddziaływanie korozyjne (P)*	Do czasu przyjęcia Normy Europejskiej należy tam, gdzie to wymagane stosować przepisy krajowe	Brak jakichkolwiek substancji w ilościach, które mogłyby powodować korozję zbrojenia stalowego
Właściwości dotyczące urabialności			
3	Urabialność -Lepkość (P)	PN-EN ISO 3219 [10] W przypadku, gdy nie stosuje się PN-EN ISO 3219[10] należy zastosować PN-EN 12618-2 [3]. Przy szerokościach rysy 0,3 mm \div 0,5 mm i 0,8 mm należy stosować obojętne elastyczne przekładki dystansujące grubości odpowiednio 0,3 mm \div 0,5 mm i 0,8 mm	≤ 60 mPa*s Procent wypełnienia rysy > 95
4	Stopień spęcznienia i jego zmiany w środowisku wodnym Zmiany objętości i masy przy wysychaniu na	PN-EN 14498 [19]	Wartość deklarowana

	powietrzu i przechowywaniu w wodzie (P)		
Właściwości dotyczące reaktywności			
5	Czas urabialności (P)	PN-EN ISO 9514 [12] 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 $\pm 2^{\circ}\text{C}$	Wartość deklarowana
Trwałość			
6	Wrażliwość na wodę: stopień spęczenia spowodowanego pochłanianiem wody - tak jak zmiany objętości i zmiany masy przy wysychaniu na powietrzu i przechowywaniu w wodzie (P)	PN-EN 14498 [19] (przechowywanie wg procedury A)	Podczas zanurzania w wodzie stopień spęczenia powinien osiągnąć stały poziom
7	Wrażliwość na cykle wilgotnościowe – tak jak zmiany objętości i zmiany masy przy wysychaniu na powietrzu i przechowywaniu w wodzie (P)	PN-EN 14498 [19] (przechowywanie wg procedury B)	Po cyklach wilgotnościowych bez zmian stopnia spęczenia spowodowanego zanurzeniem w wodzie
8	Kompatybilność z betonem (P)	Badanie przeprowadza się na próbkach zgodnie z PN-EN 12637-1 [18] pkt 6.2 i 7.3.1. Liczba próbek 6, każda grubości 15 mm Przechowywanie: 3 próbki należy przechowywać w wodzie wodociągowej, 3 pozostałe w 1M roztworze KOH	Wytrzymałość w porównaniu z próbkami przechowywanymi w wodzie nie powinna się różnić o więcej niż 20%. Wytrzymałość mierzy się stosując obciążenie ściskające z szybkością 100 mm/min tłokiem o $\varnothing 20$ mm za stożkową głowicą (kąt 60°).

		Zapisuje się krzywą obciążenie/odkształcenie
(P) Wyrób iniekcyjny zawierający spoiwo polimerowe		
*) Badanie powinno być wykonywane dla niektórych z zamierzonych zastosowań		

~~2.2.4. Wyroby iniekcyjne wg PN-EN 1504-5 [29] – zastosowania specjalne (nie dotyczy)~~

Niektóre spośród zamierzonych zastosowań są związane ze specjalnymi warunkami w czasie wykonywania prac:

- należy wziąć pod uwagę temperaturę zeszklenia, jeśli temperatura utwardzonego wyrobu w rysie może być:
 - wyższa niż 21°C (temperatura przy pomiarze przyczepności) dla wyrobów kategorii S zawierających spoiwo polimerowe,
 - niższa niż 3°C (temperatura przy pomiarze zdolności do wydłużenia) dla wyrobów kategorii D,
- przy iniekcji żelbetu należy wziąć pod uwagę zawartość chlorków i oddziaływanie korozyjne,
- przy iniekcji uszczelniającej należy wziąć pod uwagę wodoszczelność,
- stopień spęczenia i jego zmiany dla wyrobów kategorii D informują o zachowaniu się wyrobu przy iniekcji rys mokrych i warunkach wpływu wody.

Oddziaływanie korozyjne wyrobów iniekcyjnych zawierających spoiwo hydrauliczne ocenia się przez pomiar zawartości chlorków. Wyroby iniekcyjne zawierające spoiwo polimerowe kategorii F lub D uważa się za niedziałające korozyjnie na zbrojenie.

Na właściwości uzyskanego połączenia może negatywnie wpływać ogień, dlatego w przypadku spodziewanego działania ognia należy zastosować odpowiednie środki ochronne.

W przypadku zastosowań specjalnych, gdy:

- wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys stykają się z wkładkami polimerowymi lub podlegają cyklom cieplnym i wilgotnościowym,
- wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys stykają się z wkładkami polimerowymi lub podlegają zamrażaniu

należy stosować dodatkowe badania podane w tablicach 4 i 5.

Tablica 4. Wyroby iniekcyjne do elastycznego wypełniania rys – Metody badania i wymagania właściwości użytkowych dla zastosowań specjalnych

Właściwości użytkowe	Metoda badania	Wymagania
Wpływ na wkładki polimerowe	PN-EN 12637-3 [20]	Po 70 dniach zmiany wydłużenia powinny być mniejsze niż 20% w stosunku do wartości początkowej
Trwałość Przyczepność i wydłużenie po cyklach cieplnych i wilgotnościowych	PN-EN 12618-1 [15] i PN-EN 13687-3 [31] Próbki określone w PN-EN 12618-1 [15] należy poddać 24 cyklom cieplnym i wilgotnościowym zgodnie z PN-EN 13687-3 [31]/7.1 i 7.2	Przyczepność: zmniejszenie przyczepności mniejsze niż 20% w stosunku do wartości początkowej Wydłużenie >10%

	Następnie należy zmierzyć przyczepność i zdolność do wydłużenia wg PN-EN 12618-1 [15]	
--	---	--

Tablica 5. Wyroby iniekcyjne dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys – Metody badania i wymagania właściwości użytkowych dla zastosowań specjalnych

Właściwości użytkowe	Metoda badania	Wymagania
Wpływ na wkładki polimerowe	PN-EN 12637-3 [20]	Po 70 dniach zmiany wydłużenia powinny być mniejsze niż 20% w stosunku do wartości początkowej
Temperatura zamrażania ^{a)}	PN-EN ISO 11357-3 [21]	Wartość deklarowana

^{a)} Jeśli temperatura zamrażania określana jest za pomocą analizy DSC to właściwości mechaniczne oznacza się w funkcji temperatury przeprowadzając badania na ściskanie w następujących warunkach:

- okrągły stolik do ściskania o średnicy 50 mm,
- wysokość próbki: 35 mm,
- średnica próbki: 100 mm,
- szybkość: 50 mm/min.

Utwardzone wyroby iniekcyjne nie powinny uwalniać substancji niebezpiecznych dla zdrowia, higieny i środowiska.

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 [40], karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania materiałów,
- niebezpieczne składniki systemu i/lub 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) [37], 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) [38],

- 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) [39],
- 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 ST 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 przyjazny dla środowiska i bezpieczny dla brygad roboczych.

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,
- odkurzacze przemysłowe, urządzenia do czyszczenia powierzchni (np. za pomocą szlifowania, oczyszczania hydrodynamicznego),
- sprężarki, pompy (agregaty) podające wodę pod ciśnieniem,
- termometry do mierzenia temperatury podłoża i powietrza,
- wilgotnościomierze do oznaczania wilgotności powietrza i podłoża,
- przyrządy do mierzenia wytrzymałości podłoża (młotki Schmidta, aparaty „pull-off”, itp.),
- akcelerometry (do pomiaru drgań),
- wskaźniki fenoloftaleinowe (do określania strefy skarbonatyzowanej),
- przyrządy do wykrywania pustek i rys (np. metodami ultradźwiękowymi lub radiograficznymi),
- wiertnice (umożliwiające pobranie rdzeni),
- przyrządy 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 mieszałem obrotowym,
- mieszkarkami,

- 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 np:

- 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 (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,
- 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, odkurzacz przemysłowy.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 4.

4.2. Transport żywic do iniekcji

Składniki kompozycji iniekcyjnej powinny być dostarczane w oryginalnych opakowaniach producenta (zwykle w puszkach). 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, przemarzeniem, przegrzaniem oraz zgodnie z prawem przewozowym.

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.

4.3. 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.

Cementowe i polimerowo-cementowe wyroby powinny być przechowywane w temperaturze od +5°C do 35°C, o ile producent nie zaleca inaczej.

Kompozycje żywiczne powinny być przechowywane w temperaturze od +10°C do 30°C, o ile producent nie zaleca inaczej.

Wyroby pakowane w worki powinny być układane na paletach lub drewnianej wentylowanej podłodze w ilości warstw nie większej niż 10.

Jeżeli nie ma możliwości poboru wody na miejscu wykonywania robót, to wodę należy przechowywać w szczelnych czystych pojemnikach lub cysternach. Nie wolno przechowywać wody w opakowaniach po środkach chemicznych lub w takich, w których wcześniej przetrzymywano materiały mogące zmienić skład chemiczny wody.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 5.

5.2. Diagnostyka konstrukcji mostowej

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy należy wykonać diagnostykę konstrukcji określającą rodzaj i zakres uszkodzeń oraz przyczynę ich powstania. Szczegółowy zakres diagnostyki konstrukcji został ujęty w ST M-20.20.15a [2]. W zakresie poniższej ST diagnostyka powinna zawierać:

- szczegółową inwentaryzację rys z określeniem ich długości, szerokości i przebiegu,
- określenie przyczyn powstania rys,
- określenie rodzaju rys (ruchome, nieruchome) , zmiany ich szerokości,
- stopień zawilgocenia rys (w tym występowanie przecieków wody).

5.3. Projekt naprawy powierzchniowej betonu

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy powierzchni betonu powinien być wykonany projekt naprawy powierzchniowej betonu. Szczegółowy zakres projektu został zawarty w ST M-20.20.15a [2].

W zakresie poniższej ST projekt naprawy powierzchni betonu powinien określać:

- rodzaj zastosowanej iniekcji,
- dobór sprzętu do wykonania iniekcji,
- dobór materiałów do iniekcji wraz z charakterystyką materiałów i podaniem uzasadnień ich zastosowania,
- opracowanie szczegółowych założeń technologicznych iniekcji (m.in. określenie liczby i lokalizacji wentyli iniekcyjnych (pakerów), przewidywanej ilości materiału iniekcyjnego, określenie długości otworów iniekcyjnych, ich średnicy i odległości pomiędzy nimi).

5.4. Wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy

Dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań w stosunku do personelu Wykonawcy zobowiązany jest dołączyć do oferty przetargowej. Żądanie dostarczenia wymienionych dokumentów przez Wykonawcę powinno być zawarte w warunkach kontraktu. Szczegółowe wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy wykonującego naprawy powierzchni betonowych zostały podane w ST M-20.20.15a [2].

5.5. Wymagana dokumentacja robót

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Program Zapewnienia Jakości (PZJ). Przed przystąpieniem do robót Wykonawca i Inżynier dokonują ustaleń technologicznych, których zakres przedstawiony został w załączniku 1. Podczas robót na bieżąco, na odpowiednich formularzach Wykonawca zobowiązany jest do sporządzania dokumentacji wykonawczej według załączonych wzorów (przykłady protokołów w załącznikach), w której zamieszcza m.in.:

- dane o obiekcie,
- informacje o stosowanych materiałach i technologii prac,
- dane dzienne o warunkach atmosferycznych podczas robót,
- informacje o ilości wykonanych prac i zużytych materiałów,
- wyniki wykonanych badań w ramach kontroli wykonywania i odbioru robót.

Oddzielna dokumentacja powinna być prowadzona dla prac iniekcyjnych. W dokumentacji tej powinny znaleźć się informacje dotyczące warunków, w których przeprowadzono iniekcję: dane dotyczące ruchu na obiekcie, obserwacje stanu pogody, a także informacje dotyczące liczby iniektowanych rys lub pęknięć, ilości

zużytej kompozycji iniekcyjnej oraz ewentualne informacje o trudnościach, które wystąpiły podczas iniekcji. Przykład dokumentacji robót iniekcyjnych został zamieszczony w załączniku 3. Powyższa dokumentacja stanowi podstawę do rozliczenia robót. Dokumentację tę Wykonawca zobowiązany jest dołączyć jako element dokumentacji budowy.

5.6. Zasady wykonywania robót

Podstawowe czynności przy wykonywaniu iniekcji ciśnieniowej obejmują:

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

5.7. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, ST lub wskazań Inżyniera:

- określić typ rysy: powierzchniowe, konstrukcyjne,
- określić przebieg rysy,
- określić szerokość rozwarcia rysy,
- określić miano szerokości rozwarcia rysy,
- 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, osadzane 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.

5.8. Pole referencyjne

Przed przystąpieniem do prac naprawczych na obiekcie Wykonawca, w obecności Inżyniera, przygotuje pole referencyjne naprawy powierzchniowej betonu.

Prace podczas wykonywania pola referencyjnego powinny przebiegać uzgodnionymi w protokole ustaleń (przykład protokołu w załączniku 1) materiałami i zgodnie z założoną technologią. Prace rozpoczynają się od przygotowania podłoża i prętów zbrojenia przez wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego zbrojenia, wykonanie iniekcji, warstwy szczepnej, uzupełnienia ubytku, a kończąc na ewentualnej powłoce ochronnej. Zasady wykonania pola referencyjnego zostały podane w ST M-20.20.15a [2].

5.9. 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, zgodnie z ST M-20.20.15a [2].

Z przygotowania podłoża Wykonawca powinien przygotować protokół. Przykład protokołu podano w ST M-20.20.15a [2].

5.10. Iniekcja rys

5.10.1. Warunki ogólne

W przypadku, gdy w przygotowanym podłożu występują rysy nie uwzględnione w dokumentacji projektowej, to Wykonawca powinien je zinwentaryzować. W elementach betonowych i żelbetowych dopuszczalne jest pozostawienie rys, gdy ich rozwartość nie przekracza 0,2 mm, są one suche, a ich propagacja jest już zakończona.

W przypadku rys o rozwartości powyżej 0,2 mm lub nadal propagujących należy wykonać ich iniekcję. Iniekcję można stosować do naprawy rys wilgotnych, bez czynnych wycieków wody (podczas iniekcji). W przypadku stałego wycieku wody najpierw należy zatamować wypływ wody, a dopiero później przystąpić do prac iniekcyjnych.

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 cementowych, mikrocementowych, 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 obiektu/elementu 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.

5.10.2. Rodzaje iniekcji

Rozróżnia się trzy typy iniekcji ciśnieniowej:

- niskociśnieniową – do 0,8 MPa,
- średnociśnieniową – od 0,8 MPa do 8,0 MPa,
- wysokociśnieniową – powyżej 8,0 MPa.

Jeżeli ST, ani projekt naprawy nie przewidują inaczej, w robotach naprawczych można stosować:

- iniekcję niskociśnieniową (< 0,8 MPa) w przypadku rys o rozwartości $s \geq 0,2$ 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 rozwartości 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 rozwartości od 0,1 mm do 0,3 mm lub niezależnie od rozwartości 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.

5.10.3. Zasady obowiązujące pracowników podczas wykonywania iniekcji

Kompozycje na bazie żywic epoksydowych należą do środków łatwopalnych i toksycznych. W związku z tym, w przypadku stosowania żywicznych materiałów iniekcyjnych, 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 toksycznych rozpuszczalników do czyszczenia sprzętu i naczyń (np. benzolu),
- 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 to należy natychmiast odłączyć agregat sprężarkowy od agregatu wysokociśnieniowego.

5.10.4. Przygotowanie rysy lub pęknięcia do iniekcji

5.10.4.1. Oczyszczenie rysy

Po przygotowaniu powierzchni betonu wg pktu 5.9 powierzchnię rys (pas do 20 cm) należy piaskować i odesać 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.

5.10.4.2. Zamocowanie pakarów i uszczelnienie rysy przed wykonaniem iniekcji ciśnieniowej

Przygotowanie do iniekcji obejmuje poniższe zalecenia (chyba, że technologia zaproponowana przez Wykonawcę i zatwierdzona przez Inżyniera przewiduje inaczej).

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

W przypadku pakarów klejonych podłoże należy przygotować jak wyżej, a następnie należy osadzić stalowe pręciki pakera w rysie i przykleić, zalecanym przez producenta materiałem, do podłoża. Po utwardzeniu kleju pod pakierami należy wyciągnąć stalowe pręciki 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 obsadzone w otworach 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). Powinny one 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 przedmuchianiu 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 pakierami 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 $20 \div 25$ 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 pakierami 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 rozpuszczalnikiem szybko ulatniającym się, np. acetonem. Miarą 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.

5.10.5. 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 iniekcijną oraz do pracy.

5.10.6. Wybór 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/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 sklejanie rys suchych lub (rzadziej) 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 szczelnienia 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 uszczelnienia 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 mikrorys stosowane są do napraw konstrukcji betonowych w niskich temperaturach. Można w nich regulować szybkość reakcji,
- iniekty cementowe oraz mikrocementowe – pozwalają na iniekcję rys o szerokości rozwarcia odpowiednio od 2 mm i od 0,1 mm. Odmianą iniektów cementowych są iniekty polimerowo-cementowe, będące zazwyczaj dwuskładnikowymi preparatami zawierającymi cement, modyfikatory, wypełniacze oraz płynne roztwory kopolimerów akrylu lub emulsje butadienowo-styrenowe. W porównaniu do typowych iniektów cementowych obecność tworzyw sztucznych (polimerów) zwiększa przyczepność do ścianek rysy oraz zwiększa elastyczność związanego iniektu. Jednoskładnikowe iniekty polimerowo-cementowe zawierają w składzie redyspersyjny tworzywa sztuczne – są mieszane tylko z wodą.

c) Wybór materiału iniekcyjnego w zależności od zawilgocenia rysy i celu iniekcji

Orientacyjne zasady doboru materiałów iniekcyjnych przedstawiono w 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, C, EP, (PU, A)	PC, C, EP, (PU, A)	PC, C, (PU, A)	(PU)
Uszczelnienie	PC, C, EP, PU, PA	PC, C, EP, PU, PA	PC, C, PU, PA	PU
Naprawa złącza dylatacyjnego	PU	PU	PU	PU
Naprawa złącza konstrukcyjnego	EP			

PC - polimerocementy, C - cementy, EP - żywice epoksydowe, A - żywice akrylowe, PA-żywice poliakryloamidowe

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.

d) Wybór materiału iniekcyjnego do iniektowania małych rys

Kompletne wypełnienie małych rys o szerokości mniejszej niż 0,1 mm jest trudne. Dobre rezultaty można osiągnąć stosując żywice epoksydowe o małej lepkości i specjalne mikrozaczyny cementowe. Przed ich użyciem należy wykonać badanie sprawdzające.

5.10.6. Przygotowanie kompozycji iniekcyjnej

Materiały iniekcyjne należy przygotować ściśle wg wskazań producenta oraz adekwatnie do posiadanych pomp iniekcyjnych (pompy z pojedynczym zasobnikiem wymagają wymieszania składników przed waniem do zasobnika, przy zastosowaniu pomp z podwójnym zasobnikiem, komponenty wlewane są do pojemników w odpowiednich proporcjach, a mieszanie następuje podczas transportu iniektu do pakera).

Iniekty epoksydowe i poliuretanowe przeznaczone do siłowego sklejanie i elastycznego wypełniania/uszczelniania są dostarczane w pojemnikach w odpowiednich proporcjach. Materiał iniekcyjny zwykle jest kompozycją dwuskładnikową. Składnik A stanowi żywica modyfikowana, składnik B stanowi modyfikowany utwardzacz. Tuż przed wykonaniem iniekcji składnik A należy połączyć ze składnikiem B w stosunku określonym przez producenta (zwykle 2:1) i dokładnie wymieszać. 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. Operacją należy prowadzić do uzyskania jednolitej, 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.

Preparaty do iniekcji stopujących są materiałami dwu lub trzyskładnikowymi. Proporcje mieszania i sposób przygotowania powinny być zgodne z zaleceniami producenta.

Iniektory na bazie żywicy akrylowych i ich pochodnych są zazwyczaj wieloskładnikowe. Sposób mieszania i kolejność dodawania podaje producent.

Po wymieszaniu kompozycja iniekcyjna jest gotowa do użycia. Wskazane jest przygotowanie porcji kompozycji iniekcyjnej o maksymalnej objętości 0,5 l. Następnie odmierzoną objętość kompozycji należy wlać do syfonu iniekcyjnego i zamknąć wieczko.

W przypadku iniekcji wysokociśnieniowej należy załadować kompozycję iniekcyjną do pistoletu. W tym celu po wleciu kompozycji do syfonu i zamknięciu wieczka należy dokładnie dokręcić śrubę. Następnie, jeśli producent sprzętu nie przewiduje inaczej, należy:

- otworzyć zawór odpowietrzający w pompie, zawór w pistolecie i zawór w syfonie iniekcyjnym. W tym momencie sprężone powietrze wtłacza kompozycję do cylindra pistoletu,
- w czasie wtłaczania kompozycji do pistoletu, obserwować poziom cieczy w naczyniu - przyrost objętości cieczy powinien być równy objętości wlanej do syfonu kompozycji iniekcyjnej,
- podczas wtłaczania kompozycji iniekcyjnej do pistoletu, obserwować przepływ iniektu przez przezroczysty przewód polietylenowy wychodzący z syfonu iniekcyjnego. W momencie nie pojawiania się już kompozycji w przezroczystym przewodzie, należy zamknąć zawór doprowadzający sprężone powietrze do syfonu, aby nie wprowadzać do przewodu wysokociśnieniowego sprężonego powietrza. Zamknięcie zaworu powoduje jednocześnie dekompresję w syfonie iniekcyjnym,
- odkręcić przewód wysokociśnieniowy pistoletu i założyć końcówkę węża na wentyl iniekcyjny,
- ustawić drugi wskaźnik poziomu cieczy w naczyniu pomiarowym,
- zakręcić zawór odpowietrzający pompy,
- uruchomić pompę (za pomocą szybkozłacza).

Temperatura wyrobu iniekcyjnego powinna być zbliżona do temperatury iniektowanego elementu.

5.10.7. Przeprowadzenie iniekcji

Sposób przeprowadzenia iniekcji należy dostosować do wymagań producenta sprzętu iniekcyjnego i zastosowanego materiału iniekcyjnego. Zwykle przebieg iniekcji powinien odbywać się zgodnie z poniższymi zasadami.

Iniekcję należy rozpocząć - w przypadku rys pionowych - od najniżej osadzonego pakera, natomiast w przypadku rys poziomych - od jednego ze skrajnych pakierów.

Iniekcję średnio- i niskociśnieniową należy rozpocząć bezpośrednio po przygotowaniu kompozycji iniekcyjnej. Przewód polietylenowy podający kompozycję iniekcyjną z syfonu należy nasunąć na rurkę tarczy iniekcyjnej i zamocować zaciskiem.

Podczas iniekcji nisko i średniociśnieniowej należy wykonać następujące czynności:

- zamknąć zawór doprowadzający powietrze do syfonu iniekcyjnego,
- uruchomić sprężarkę i wyregulować ciśnienie do żądanej wartości,
- otworzyć zawór obserwując manometr, przy jakim ciśnieniu wtłaczany jest iniekt; jeżeli ciśnienie na manometrze syfonu jest w przybliżeniu równe ciśnieniu powietrza podawanego przez sprężarkę to należy zamknąć zawór doprowadzający powietrze do syfonu i obserwować spadek ciśnienia w syfonie; szybki spadek

ciśnienia w syfonie przy zamkniętym zaworze, świadczy o wtłaczaniu iniektu w rysę, natomiast brak spadku ciśnienia świadczy o niedrożności rysy w tym punkcie,

- kompozycję iniekcyjną tłoczyć aż do momentu pojawienia się jej w otworze sąsiednim; brak pojawienia się kompozycji w otworze wymaga powtórzenia iniekcji przez otwór poprzedni lub naklejenia nowej tarczy iniekcyjnej. Następnie należy zatkać otwór, przez który tłoczono kompozycję (za pomocą nakrętki typu kołpakowego) i rozpocząć iniekcję od kolejnego punktu; w przypadku rys pionowych lub pochyłych iniektowanie należy prowadzić od dołu do góry,
- w czasie prowadzenia iniekcji stale obserwować przezroczysty przewód elastyczny doprowadzający iniekt z syfonu do rysy i w odpowiednim momencie odciąć dopływ sprężonego powietrza do rysy,
- po pokazaniu się kompozycji w ostatnim otworze wprowadzić do tarczy iniekcyjnej cienką rurkę polietylenową, którą po wypełnieniu kompozycją iniekcyjną należy wyprowadzić do góry i przykleić plastrem technicznym; w ten sposób iniekcja rysy lub pęknięcia zostaje zakończona,
- po stwardnieniu kompozycji usunąć tarcze iniekcyjne oraz materiał uszczelniający rysę,
- w czasie prowadzonych prac iniekcyjnych na bieżąco wypełniać formularze dokumentacji dla każdej rysy (wg załącznika 3).

Iniekcję wysokociśnieniową należy rozpocząć po otwarciu zaworu pistoletu wysokociśnieniowego. Podczas iniekcji należy obserwować ciśnienie i poziom cieczy w naczyniu pomiarowym. Wielkość ubytku cieczy w naczyniu oznacza objętość iniektu wtłoczonego w rysę. Dane te należy odnotować w formularzu dokumentacji iniekcji (załącznik 3). Gdy żywica zaczyna wypływać przez następny wentyl, należy zdjąć końcówkę węża wysokociśnieniowego, przerywając wtłaczanie iniektu i przełożyć ją do wyższego wentyla. W przypadku wentyli z końcówką nagwintowaną (bez zaworu zwrotnego) należy nakręcić nakrętkę kołpakową na wentyl, w którym zakończono iniekcję (aby nie dopuścić do wypływania iniektu). Następnie należy kontynuować iniekcję aż do zużycia całej porcji kompozycji. Ponowne napełnienie cylindra pistoletu należy przeprowadzić zgodnie z pkt 5.10.6. Jeżeli nie uzyskuje się wypływu iniektu przez kolejny wyższy wentyl to należy przystąpić do wtłaczania materiału przez ostatni, z którego wypływał. W przypadku negatywnego wyniku (świadczącego o niedrożności tego otworu) iniekcję należy przerwać i osadzić dodatkowy wentyl. Po zakończeniu iniekcji, aby uzyskać warunki do długotrwałego działania ciśnienia iniektu, co sprzyja jego kapilarnemu przenikaniu w beton, należy zastosować następujący sposób podawania kompozycji iniekcyjnej: na najwyższy wentyl (bez zaworu zwrotnego) należy założyć rurkę o średnicy 0,6 cm z polietylenu i po zakończeniu iniekcji wypełnić kompozycją iniekcyjną. Następnie rurkę należy wyprowadzić pionowo do góry przyklejając plastrem technicznym. Kompozycja w rurce stanowi rezerwę, która wpływa do rysy, jeżeli następują w niej ubytki betonu. Jeżeli w trakcie prowadzenia prac iniekcyjnych pojawi się przeciek przez jej uszczelnienie to należy prace przerwać, a nieszczelność usunąć, stosując szybkowiążący klej epoksydowy z użyciem utwardzacza. Iniekcję można wznowić po upływie 1,5 h od założenia uszczelnienia. Po wykonaniu iniekcji należy usunąć masę uszczelniającą rysę i wypełnić otwory po wentylach iniekcyjnych materiałem naprawczym wg ST M-20.20.15a [2].

Stosując do iniekcji spieniające się żywice poliuretanowe korzystne jest pozostawić rysę częściowo otwartą, co znacznie ułatwia obserwację penetracji.

Przy iniekcji rys nawodnionych proces przebiega dwuetapowo. W pierwszej fazie stosuje się iniekcję silnie spieniającą się żywicą poliuretanową. Powoduje ona przede wszystkim zatrzymanie przecieku wody, a w drugim etapie wtłacza się bardziej elastyczny, powodujący trwałe uszczelnienie iniekt, także na bazie poliuretanów

5.10.8. Mycie i konserwacja sprzętu iniekcyjnego

Bezpośrednio po użyciu (przed stwardnieniem kompozycji) sprzęt i narzędzia do iniekcji należy umyć. Do mycia sprzętu należy stosować rozpuszczalniki organiczne. Mycie urządzeń iniekcyjnych należy podzielić na dwa etapy:

- podczas prowadzenia prac - co dwie godziny, a w temperaturze powyżej 20°C co godzinę oraz bezpośrednio po zakończeniu iniekcji, obowiązuje dokładne mycie wszystkich urządzeń i przewodów mających bezpośredni styk z kompozycją iniekcyjną,
- w okresie 12 godzin od zakończenia prac iniekcyjnych konieczne jest ponowne dokładne mycie pistoletu iniekcyjnego i przewodu wysokociśnieniowego.

W trakcie mycia wysokociśnieniowego pistoletu iniekcyjnego należy odkręcić pokrywę czołową, wyjąć tłok i zdjąć pierścienie uszczelniające. Wszystkie te elementy należy dokładnie umyć i wysuszyć, po czym nasmarować cylinder smarem i skrócić cały pistolet.

W przypadku mycia przewodu wysokociśnieniowego należy go dokładnie przemyć rozpuszczalnikiem i przeczyszczyć wyciorem, a na koniec należy usunąć wodny roztwór z przewodu zasilającego pistolet i z pompy i przemyć cały układ rozpuszczalnikiem. Należy również dokładnie umyć odzyskiwane wentyle iniecyjne bezpośrednio po zżelowaniu kompozycji iniekcyjnej. W przypadku wentyli wgłębnych należy rozebrać je na części i dokładnie umyć rozpuszczalnikiem. Gumek uszczelniających nie należy myć rozpuszczalnikiem nitro. Należy je tylko lekko przemyć alkoholem benzylowym i wytrzeć do sucha.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót iniekcyjnych

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.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inżyniera.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

Podczas robót Wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac iniekcyjnych, w którym podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów. Wzór protokołu został zamieszczony w załączniku 3 do niniejszej ST.

6.2.1. Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego. Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania odpowiada Wykonawca.

Akceptacja materiałów następuje na podstawie Polskich Norm lub, w wypadku ich braku, aprobat technicznych i sprawdzeniu ich na zgodność z wymaganiami specyfikacji technicznej. Wykonawca przedstawi Inżynierowi certyfikat zgodności lub deklarację zgodności lub znak budowlany świadczący o zgodności danej partii materiału z Polską Normą, normą zharmonizowaną, aprobatą techniczną IBDiM lub europejską aprobatą

techniczną, a także kartę techniczną materiału. Na żądanie Inżyniera Wykonawca przedstawi aktualne wyniki badań materiałów wykonanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów Wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika z materiałem Wykonawca powinien ocenić jego wygląd i klarowność.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania wody (jeżeli jest wykorzystywana) oraz ewentualnie innych materiałów użytych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi do akceptacji.

Z przeprowadzonych badań Wykonawca sporządzi protokół. Wzór protokołu został przedstawiony w załączniku 2 do niniejszej ST.

6.2.2. Kontrola przygotowania podłoża

Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań podłoża, które powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pktcie 5.9.

Dodatkowo należy sprawdzić:

- głębokość i szerokość rozwarcia rysy – można mierzyć czujnikiem elektrycznym lub mechanicznym na odsłoniętej konstrukcji. Najważniejsze cechy rysy (szerokość i jej zmiany) podlegają zmianom związanym z warunkami pogodowymi. Oznaczając te parametry należy notować następujące parametry:
 - daty, godziny,
 - warunki pogodowe, tj. temperatura powietrza, zachmurzenie/deszcz (w tym dane z dni poprzednich),
 - temperatury powierzchni elementu w strefie zarysowania, a w szczególnych przypadkach także wewnątrz elementu,
- rodzaj i wielkość rysy, stan rysy i jej krawędzi oraz wszelkie wcześniej stosowane środki zaradcze można określać, wykonując odwierty rdzeniowe zgodnie z PN-EN 12504-1 [28], ograniczając je do niezbędnych przypadków. Informacje o stanie rysy można również uzyskać z badań ultradźwiękowych wg PN-EN 12504-4 [30] pod warunkiem, że są wykonywane przez odpowiednio przeszkolonych i doświadczonych pracowników,
- rozwój zarysowań – szerokość rysy należy mierzyć czujnikami elektrycznymi lub mechanicznymi z dokładnością co najmniej 0,1 mm, np. za pomocą przymiarów kreskowych, płytek szklanych, czujników odkształceń mocowanych na szkło, szkieł powiększających, znaczników w postaci cienkich warstewek gipsu nanoszonych pędzlem na powierzchnię betonu. Jeżeli w ciągu dnia zostaną zaobserwowane zmiany szerokości rysy, należy to zapisać kilkakrotnie w ciągu dnia. Należy tak dobrać okresy dokonywania pomiarów, aby z ich wyników można było wyciągnąć wnioski dotyczące krótkoterminowych i dziennych zmian szerokości rysy w planowanym czasie jej wypełnienia, np. zależność zmian szerokości rysy od charakterystyki ruchu na obiekcie, czy działania czynników atmosferycznych,
- zanieczyszczenia podłoża i rys – podłoże betonowe i rysy mogą być zanieczyszczone środkami powodującymi uszkodzenia podłoża oraz wyrobów i systemów naprawczych, a także powodującymi korozję zbrojenia (np. dwutlenek węgla, chlorki, siarczany i inne). Badanie zanieczyszczenia można wykonać zgodnie

z ST M-20.20.15a [2] i w razie potrzeby potwierdzić przez pobranie próbek rdzeniowych i wykonanie analizy chemicznej,

- zgodność rozmieszczenia i obsadzenia pakerów (przez pomiar i oględziny) z wymaganiami producenta systemu iniekcji i dokumentacją technologiczną naprawy.

Należy wykonać inne badania jeśli są wymagane przez producenta systemu iniekcji.

Z przygotowania podłoża należy sporządzić protokół. Przykład protokołu został zamieszczony w załączniku w ST M-20.20.15a [2]. Dodatkowo w protokole należy zawrzeć informacje na temat stanu rys przed ich wypełnieniem, wyspecyfikowane powyżej.

6.3. Badania w trakcie robót

6.3.1. Kontrola warunków atmosferycznych

W czasie wykonywania robót iniekcyjnych należy kontrolować warunki atmosferyczne. Częstotliwość wykonywania badań podano w tablicy 7.

Tablica 7. Częstotliwość badań lub obserwacji warunków atmosferycznych

Właściwość	Metoda badania lub obserwacji	Numer normy	Częstotliwość	Uwagi
Temperatura otoczenia*)	Termometr		Podczas stosowania	Wymagane przez PN-EN 1504-10 [33] dla wszystkich metod naprawy
Wilgotność otoczenia	Higrometr	ISO 4677-1 [34] ISO 4677-2 [35]	Podczas stosowania	Wymagane przez PN-EN 1504-10 [33] tylko gdy jest to niezbędne ze względu na warunki stosowania
Opady atmosferyczne	Wizualnie		Codziennie	Wymagane przez PN-EN 1504-10 [33] tylko gdy jest to niezbędne ze względu na warunki stosowania

*) Temperaturę otoczenia należy mierzyć termometrem z dokładnością odczytu $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Pomiary powinny być wykonywane w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca prowadzenia prac. Czujnik temperatury nie powinien być poddawany bezpośredniemu działaniu promieni słonecznych. Pomiary należy wykonywać wystarczająco często, aby odnotować zmiany o 2°C i odnotować tendencję obniżania lub wzrostu. Dolny zakres powinien odpowiadać zakresowi podanemu w pktcie 5.10.1, chyba że producent systemu lub projekt technologii naprawy podają inaczej.

6.3.2. Kontrola wykonywania prac iniekcyjnych

Kontrola jakości wykonania iniekcji rys lub pęknięć polega na ocenie przebiegu iniekcji; należy kontrolować:

- wpływ iniektu przez sąsiednie pakery,
- wpływ iniektu przez rysę lub zatamowanie przecieku (w przypadku iniekcji stopującej za pomocą szybkozastykających żywic),
- zużycie iniektu,
- wartości ciśnienia,
- warunki atmosferyczne,

- wypełnienie rys (po usunięciu masy uszczelniającej),
- wypełnienie rys po wprowadzeniu wody pod ciśnieniem w próbne otwory,
- wszelkie nietypowe sytuacje.

W przypadku, gdy prace iniekcyjne przebiegają bez żadnych zakłóceń (pełna drożność otworów, brak przerw w iniekcji, stabilność temperatury) jako podstawę do oceny jakości prac iniekcyjnych należy przyjąć wyniki z analizy oceny przebiegu iniekcji i oceny wypełnienia rys po usunięciu masy uszczelniającej lub wprowadzenia wody pod ciśnieniem w próbne otwory.

W przypadku zauważalnych uchybień w przeprowadzaniu iniekcji, jak:

- zbyt mała objętość zużytej kompozycji do iniekcji (np. w porównaniu do objętości użytego rozpuszczalnika w czasie badania drożności otworów),
- widoczne niewypełnienie rys,
- niepojawienie się kompozycji w otworach odpowietrzających,
- gwałtowny spadek ciśnienia,
- przerwy w iniektowaniu,
- złe warunki atmosferyczne - niska temperatura otoczenia, deszcz,
- szybkie obniżanie się poziomu kompozycji iniekcyjnej w rurce osadzonej na ostatnim wentylu po zakończeniu iniekcji,

należy wykonać odwierty za pomocą wiertnicy z koronką diamentową. W zależności od wielkości iniektowanego elementu, należy pobrać próbki o średnicy $50 \div 100$ mm. Próbki należy poddać oględzinom w celu oceny wgłębnej penetracji kompozycji. Po oględzinach próbki należy pociąć na walce wysokości równej średnicy próbki i zgnieść w maszynie wytrzymałościowej. O jakości iniekcji decyduje postać zniszczenia próbki. Zniszczenie próbki w betonie (jak w przypadku materiału jednorodnego), a nie w skleinie świadczy o prawidłowo wykonanej iniekcji.

Jeżeli Inżynier tak zadecyduje, w sytuacji gdy podczas iniekcji i utwardzania kompozycji nastąpiła nagle zmiana pogody, np. spadek temperatury, należy wykonać specjalne próbki. Połówki kostek betonowych $10 \times 10 \times 10$ cm należy skleić kompozycją używaną do iniekcji. Tak przygotowane próbki należy pozostawić w warunkach otoczenia iniektowanego obiektu, aż do uzyskania pełnej wytrzymałości (tj. około 7 dni). Następnie należy próbki poddać oględzinom i badaniom wytrzymałościowym. Próba ta pozwoli ocenić stopień zsiękania kompozycji iniekcyjnej, a tym samym posłużyć do oceny jakości iniekcji rysy.

Jeżeli Inżynier tak zadecyduje, konieczne może być doiniektowanie rysy lub obsadzenie dodatkowych pakerów.

Wyniki badań przeprowadzanych w czasie wykonywania robót powinny być odnotowane w formie kontroli, wpisane do dziennika budowy i zaakceptowane przez Inżyniera.

6.4. Badania w czasie odbioru robót

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

- zgodności z dokumentacją projektową, ST, wraz z wprowadzonymi zmianami naniesionymi w dokumentacji powykonawczej,
- jakości zastosowanych materiałów i wyrobów,
- prawidłowości przygotowania podłoża i rysy,
- prawidłowości wykonania iniekcji.

Przy badaniu w czasie odbioru robót należy wykorzystywać wyniki badań dokonanych przed przystąpieniem do robót i w trakcie ich wykonywania oraz zapisy w dzienniku budowy.

Przed przystąpieniem do badań przy odbiorze należy sprawdzić na podstawie dokumentów:

- spełnienie przez materiały wymagań podanych w pkt 2, na podstawie dostarczonych wyników badań,
- prawidłowość wykonania prac iniekcyjnych na zgodność z dokumentacją projektową i ST.

6.4.1. Opis badań

Jeżeli zakres badań odbiorczych nie jest szczegółowo określony w ST, można kierować się poniższymi zasadami.

6.4.1.1. Badanie właściwości końcowych w stanie utwardzonym wg PN-EN 1504-10 [33]

Sposób i częstotliwość badania właściwości końcowych w stanie utwardzonym podaje tablica 8.

Tablica 8. Badanie właściwości końcowych w stanie utwardzonym

Przenikalność wody przez wypełnioną rysę	Metoda Karstena	B	PN-EN 12390-8 [24]	Jednokrotnie aby określić skuteczność naprawy	+
	Pomiar wnikania na rdzeniu	B	ISO 7031 [25]		
Stopień wypełnienia rysy	Wizualnie na rdzeniu	O	PN-EN 12504-1 [26]		+
	Metoda ultradźwiękowa	B	PN-EN 12504-4 [28] ISO 8047 [27]		
Przyczepność materiału wypełniającego rysę do podłoża	Wizualnie na rdzeniu	O			S
	Próba ściskania rdzenia	B	PN-EN 12504-1 [26]		

S - wymagane dla zastosowań specjalnych

+ - badanie wymagane przez PN-EN 1504-10 [33], tylko, gdy jest to niezbędne ze względu na warunki stosowania

O - obserwacja

B - badanie

a) Przenikalność wody przez wypełnioną rysę

Zasadą testu Karstena jest pomiar objętości lub zważonej wody wnikałej w beton w jednostce czasu z zastosowaniem skalibrowanej szklanej rurki, umocowanej z zachowaniem wodoszczelności dla badanej powierzchni. Średnica rurki, zależnie od zastosowanej normy, może wynosić 20 mm, 30 mm, 100 mm. Wysokość słupa wody, zależnie od stosowanej normy, może wynosić 20 mm, 30 mm, 100 mm.

Uzyskane wyniki to:

- ilość wody wnikałej w beton w czasie badania,
- temperatura badania,
- zawartość wilgoci w badanym obszarze.

W przypadku wątpliwości można pobrać rdzenie i zbadać ich przepuszczalność, zgodnie z PN-EN 12390-8 [24] i ISO 7031 [25].

Otrzymane wyniki należy porównać z wymaganiami ST, dokumentacji projektowej lub producenta systemu.

b) Stopień wypełnienia rysy

Aby ocenić stopień wypełnienia rysy należy pobrać próbki rdzeniowe wg PN-EN 12504-1 [26]. Rysy powinny być wypełnione całkowicie. Za całkowite wypełnienie rysy uznaje się stan, kiedy rysy widoczne na powierzchni rdzenia są wypełnione co najmniej w 80% objętości. Miejsce pobrania próbek powinno być wskazane w projekcie technologicznym naprawy. Zwykle próbki rdzeniowe o małych średnicach (50 mm lub mniejsze) są pobierane z miejsc reprezentatywnych dla wykonywanych wypełnień.

Stopień wypełnienia rysy można też badać metodą ultradźwiękową wg PN-EN 12504-4 [28] lub ISO 8047 [27].

c) Przyczepność materiału wypełniającego rysę do podłoża

Przyczepność materiału wypełniającego rysę do podłoża można określić przez pobranie próbek rdzeniowych i przeprowadzenie ich badania, aż do zniszczenia, wg PN-EN 12504-1 [26]. Przyczepność nie może być większa niż powierzchniowa wytrzymałość na rozciąganie podłoża. Wymagane wartości przyczepności podano w tablicy 1.

6.4.1.2. Inne badania odbiorcze

Dokumentacja projektowa, ST lub projekt technologiczny naprawy mogą wymagać przeprowadzenia innych badań odbiorczych, np.:

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

Badania takie powinny być przeprowadzone w ramach przyjętego Programu Zapewnienia Jakości.

7. OBMIAŁ ROBÓT**7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m (metr) zainiektowanej rysy.

8. ODBIÓR ROBÓT**8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 8.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według pktu 6 dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

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

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] oraz niniejszej ST.

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

8.3. 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.

8.4. 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.

8.4.1. Dokumenty do odbioru końcowego

Wykonawca obowiązany jest przedłożyć komisji następujące dokumenty:

- dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót,
- ST ze zmianami wprowadzonymi w trakcie wykonywania robót,
- dziennik budowy i książki obmiarów z zapisami dokonywanymi w toku prowadzonych robót oraz protokoły kontroli spisane w trakcie wykonywania prac,
- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego zastosowania użytych wyrobów budowlanych,
- protokoły odbioru robót ulegających zakryciu,
- protokoły robót częściowych,
- instrukcje producentów dotyczące zastosowanych materiałów,
- 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 projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6, a dostarczone przez Wykonawcę dokumenty są kompletne i prawidłowe pod względem merytorycznym.

Jeżeli chociażby jeden wynik badań był negatywny prace nie powinny być odebrane.

W takim przypadku należy przyjąć jedno z następujących rozwiązań:

- jeżeli jest to możliwe ustalić zakres prac korygujących, usunąć niezgodności robót z wymaganiami określonymi w dokumentacji technicznej i przedstawić prace naprawcze do ponownego odbioru,
- jeżeli odchylenia od wymagań nie zagrażają bezpieczeństwu użytkownika oraz nie ograniczają trwałości i skuteczności robót, Inżynier może wyrazić zgodę na dokonanie odbioru końcowego, z jednoczesnym obniżeniem wartości wynagrodzenia w stosunku do ustaleń umownych,
- w przypadku gdy nie są możliwe podane wyżej rozwiązania, Wykonawca zobowiązany jest wykonać prace naprawcze i powtórnie zgłosić je do odbioru. Zakres i sposób wykonania ewentualnych prac naprawczych powinien być opracowany indywidualnie dla każdego przypadku.

W przypadku niekompletności dokumentów odbiór może być dokonany po ich uzupełnieniu.

Z czynności odbioru należy sporządzić protokół podpisany przez Inżyniera i Wykonawcę. Protokół powinien zawierać:

- ustalenia podjęte w trakcie prac komisji,

- ocenę wyników badań,
- wykaz wad i usterek ze wskazaniem sposobu ich usunięcia,
- stwierdzenie zgodności lub niezgodności wykonania robót z dokumentacją techniczną i ST.

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

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, przedmuchiwanie 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.

9.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

Cena wykonania robót określonych niniejszą ST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Ogólne specyfikacje techniczne (OST)

1. D-M-00.00.00 Wymagania ogólne
2. M-20.20.15a Naprawa powierzchniowa betonowych zaprawami typu CC, PC i PCC

10.2. Normy

- | | | |
|-----|-----------------------|---|
| 3. | PN-EN 12618-2: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Część 2: Oznaczanie przyczepności, z uwzględnieniem cyklu termicznego lub bez cyklu termicznego, wyrobów iniekcyjnych - Przyczepność oznaczana za pomocą oceny wytrzymałości spoiny na rozciąganie |
| 4. | PN-EN 12618-3: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Część 3: Oznaczanie przyczepności, z uwzględnieniem cyklu termicznego lub bez cyklu termicznego, wyrobów iniekcyjnych - Metoda oznaczania ścinania skośnego |
| 5. | PN-EN 12617-2: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Część 2: Rysy skurczowe polimerowych wyrobów iniekcyjnych: skurcz objętościowy |
| 6. | PN-EN 445:2009P | Zaczyn iniekcyjny do kanałów kablowych - Metody badań |
| 7. | PN-EN 12614: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Oznaczanie temperatury zeszklenia polimerów |
| 8. | PN-EN 196- 21: 1997P | Metody badania cementu – Oznaczanie zawartości chlorków, dwutlenku węgla i alkaliów w cemencie |
| 9. | PN-EN 1771:2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Oznaczanie iniekcyjności z zastosowaniem warstwy piasku |
| 10. | PN-EN ISO 3219: 2000P | Tworzywa sztuczne - Polimery/żywice w stanie ciekłym lub jako emulsje albo dyspersje - Oznaczanie lepkości za pomocą wiskozymetru rotacyjnego przy określonej szybkości ścinania |
| 11. | PN-EN 14117: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Oznaczanie czasu wyciekania cementowych wyrobów iniekcyjnych |
| 12. | PN-EN ISO 9514: 2006P | Farby i lakiery - Oznaczanie przydatności do stosowania wieloskładnikowych systemów powłokowych - Przygotowanie i kondycjonowanie próbek oraz wytyczne do badań |
| 13. | PN-EN 1543:2000P | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Oznaczanie narastania wytrzymałości na rozciąganie polimerów |
| 14. | PN-EN 196-3 +A1:2011P | Metody badania cementu - Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości |
| 15. | PN-EN 12618-1: 2004E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Metody badań - Część 1: Przyczepność i wydłużalność stosowanych do iniekcji wyrobów o ograniczonej plastyczności |

- | | | |
|-----|--------------------------------|---|
| 16. | PN-EN 14068: 2004E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Oznaczanie wodoszczelności spęknięć, wypełnionych
iniekcyjnie, bez zmian w betonie |
| 17. | PN-EN 12614: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Oznaczanie temperatury zeszklenia polimerów |
| 18. | PN-EN 12637-1: 2008P | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Kompatybilność wyrobów iniekcyjnych - Część 1:
Kompatybilność z betonem |
| 19. | PN-EN 14498: 2005E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Zmiany objętości i masy wyrobów iniekcyjnych po
cyklach suszenia w powietrzu i przechowywania w wodzie |
| 20. | PN-EN 12637-3: 2004E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Kompatybilność materiałów iniekcyjnych - Część 3:
Oddziaływanie materiałów iniekcyjnych na elastomery |
| 21. | PN-EN ISO 11357-
3:2013:06E | Tworzywa sztuczne - Różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC) -
Część 3: Oznaczanie temperatury oraz entalpii topnienia i
krystalizacji |
| 22. | PN-EN 197-1: 2012P | Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące
cementów powszechnego użytku |
| 23. | PN-EN 1504-1: 2006P | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część
1: Definicje |
| 24. | PN-EN 12390-8: 2011P | Badania betonu - Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem |
| 25. | ISO 7031 | Concrete hardened. Determination of permeability (projekt normy) |
| 26. | PN-EN 12504-1: 20011P | Badania betonu w konstrukcjach - Część 1: Próbki rdzeniowe -
Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie |
| 27. | ISO 8047 | Concrete hardened. Determination of ultrasonic pulse velocity testing
(projekt normy) |
| 28. | PN-EN 12504-4: 2005P | Badania betonu - Część 4: Oznaczanie prędkości fali
ultradźwiękowej |
| 29. | PN-EN 1504-5: 2013-09E | Wyroby i systemy ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności- Część
5: Iniekcja betonu. |
| 30. | PN-EN 14406: 2005 | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Oznaczenie współczynnika rozszerzalności i ocena
rozszerzalności |
| 31. | PN-EN 13687-3: 2002E | Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych -
Metody badań - Oznaczanie kompatybilności termicznej - Część 3:
Cykle termiczne bez soli odladzającej |

- 32. PN-EN 1008: 2004P Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
- 33. PN-EN 1504-10: 2005P Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych - Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności - Część 10: Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowanie jakością prac
- 34. ISO 4677-1:1985 Atmospheres for conditioning and testing - Determination of relative humidity - Part 1: Aspirated psychrometer method
- 35. ISO 4677-2:1985 Atmospheres for conditioning and testing - Determination of relative humidity - Part 2: Whirling psychrometer method

10.3. Inne dokumenty

- 36. Ustawa z 16 kwietnia 2004. r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. nr 92 z 2004 r. poz. 881 z późn. zmianami)
- 37. Ustawa o substancjach i preparatach chemicznych z dnia 11 stycznia 2001 r. (Dz.U. nr 11, poz. 84 z późn. zmianami)
- 38. Rozporządzenie 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)
- 39. Rozporządzenie 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)
- 40. Specyfikacje techniczna „Naprawa konstrukcji betonowych i żelbetowych. Iniekcja” Secocenbud

11. ZAŁĄCZNIKI**WZORY PROTOKOŁÓW DLA ROBÓT DOTYCZĄCYCH NAPRAWY POWIERZCHNIOWEJ BETONU****ZAŁĄCZNIK 1 ([otwórz w formacie PDF](#))**

Kontrakt nr

Umowa nr.....

PROTOKÓŁ WYKONANIA**NAPRAWY POWIERZCHNIOWEJ BETONU — USTALENIA TECHNOLOGICZNE**

Obiekt:

Zleceniodawca:

Projektant:

Wykonawca:

Laboratorium:

Osoby odpowiedzialne:

IMIĘ I NAZWISKO	FUNKCJA	NUMER UPRAWNIEŃ
	Inżynier	
	Kierownik budowy	

USTALENIA:

RODZAJ ROBÓT	ZAKRES ROBÓT	PROJEKTOWANA TECHNOLOGIA
Przygotowanie podłoża betonowego		odkucia ręczne odkucia mechaniczne oczyszczenie podłoża: - piaskowanie - hydropiaskowanie - śrutowanie - frezowanie - inne:
Iniekcja		— niskociśnieniowa — średniociśnieniowa — wysokociśnieniowa —

Inne roboty:			
---	--	--	--

WYKAZ ZAAKCEPTOWANYCH MATERIAŁÓW:

RODZAJ TECHNO-LOGII	PRODUCENT MATERIAŁU	NAZWA MATERIAŁU	NUMER APROBATY/NORMY	ZUŻYCIE JEDNO- STKOWE

WYKAZ WYMAGANYCH BADAŃ KONTROLNYCH:

RODZAJ WYKONANEJ ROBOTY	RODZAJ BADAŃ	CZĘSTOTLIWOŚĆ	WYMAGANIA

WYKAZ MINIMALNEGO WYPOSAŻENIA LABORATORYJNEGO
NIEZBĘDNEGO PRZY PROWADZONYCH PRACACH

RODZAJ SPRZĘTU	ILOŚĆ SZTUK
Termometr do pomiaru temperatury powietrza	
Termometr do pomiaru temperatury podłoża	
Termometr do pomiaru temperatury materiałów	
Higrometr	
Aparat „pull-off”	
Inne:	

WYKAZ ZAAKCEPTOWANEGO SPRZĘTU I NARZĘDZI:

RODZAJ SPRZĘTU	ILOŚĆ SZTUK

INNE USTALENIA TECHNOLOGICZNE:

Wykonawca

.....

Inżynier

.....

Data:

.....

ZAŁĄCZNIK 2 ([otwórz w formacie PDF](#))

Kontrakt nr

Nazwa kontraktu

Umowa nr

PROTOKÓŁ WYKONANIA ROBÓT nr DZIAŁKA nr**PROTOKÓŁ KONTROLI JAKOŚCI****MATERIAŁÓW DO WYKONANIA INIEKCJI¹⁾**

Obiekt:

Element:

Zakres robót:[m²] rysunek załącznik nr:

Termin wykonania prac:

Nazwa materiału (rodzaj)	
Producent	
Numer partii	
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność opakowań)	
Numer dostawy	
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	
Nr Polskiej Normy lub aprobaty technicznej	
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	/
Liczba składników / stosunek mieszania	
Stan opakowania ²⁾ :	
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[]
Obecność kożucha ²⁾	
Osad ²⁾ :	
- łatwy do rozmieszania	[]

- trudny do rozmieszania	[]
- niemożliwy do rozmieszania	[]
Konsystencja	
Rozdział faz ²⁾	[] tak [] nie
Wtrącenia ²⁾	[] tak [] nie
Kolor ²⁾	[] zgodny z dokumentacją [] niezgodny z dokumentacją
Inne	
Uwagi	

¹⁾ – należy wypełniać dla każdej partii materiałów
²⁾ – właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [×]

Miejscowość i data Wykonawca Inżynier
.....

ZAŁĄCZNIK 3 ([otwórz w formacie PDF](#))

Kontrakt nr
Nazwa kontraktu
Umowa nr.....

PROTOKÓŁ WYKONANIA ROBÓT nr DZIAŁKA nr
DOKUMENTACJA ROBÓT INIEKCYJNYCH

1. Obiekt:
2. Element:
3. Zakres robót:[m²] rysunek załącznik nr:
4. Termin wykonania prac:
5. Temperatura otoczenia podczas prowadzenia prac iniekcyjnych:
6. Obserwacja ruchu na obiekcie:

Ruch na obiekcie	Podczas iniekcji	24 h po iniekcji
Zamknięty		
Mały		
Normalny		
Wzmożony		
Ponadnormatywny		

7. Obserwacje stanu pogody

Stan pogody	Podczas iniekcji	24 h po iniekcji

Zachmurzenie			
Nasłonecznienie			
Spadek lub wzrost temperatury			
Wilgotność otoczenia			
Rosa			
Deszcz			

8. Część szczegółowa

Rysa nr

Nr wentyli	Poziom cieczy w naczyniu pomiarowym (początek)	Poziom cieczy w naczyniu pomiarowym (koniec)	Ciśnienie początkowe	Ciśnienie końcowe	Objętość wtłoczonego iniektu	Uwagi*)
1.						
2.						
3.						

Podpis osoby odpowiedzialnej
za przeprowadzoną iniekcję

.....

*) Uwagi dotyczą: nieprzewidzianego zużycia kompozycji, spadku ciśnienia, przerw w pracy i innych obserwacji, które mogą mieć znaczenie dla oceny procesu wtłaczania i jakości prac iniekcyjnych.