W-ART
Centrum Zabezpieczania Budowli
ul. Zodiakalna 5
10-712 Olsztyn
tel. (89) 535 97 92
internet: www.w-art.com.pl
e-mail: info@w-art.com.pl

W-ART

RODZAJ DOKUMENTACJI	**PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY**
BRANŻA	**Budowlana**
TEMAT	**Uszczegółowienie projektu budowlanego „Renowacja kościoła p.w. św. Andrzeja Apostoła w Barczewie, Fundamenty i ściany fundamentowe”**
OBIEKT	**Kościół p.w. Św. Andrzeja Apostoła**
ADRES INWESTYCJI	**Barczewo, Plac Stefana Batorego 1**
ZLECENIODAWCA	**Dom Zakonny w Barczewie Prowincji św. Franciszka z Asyżu Zakon Braci Mniejszych-Franciszkanów w Polsce Plac Stefana Batorego 1 A, 11-010 Barczewo**

AUTOR **dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM**
upr. bud. do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
upr. bud. nr ew.260/82/OL i 5/94/OL
Rzeczoznawca Budowlany CRRB 27/01/R
Rzeczoznawca Mykologiczno-Budowlany PSMB/62

inż. Grzegorz Januszkiewicz

Nr arch. 1145/P/2020

SPIS RZECZY

1. Oświadczenie projektanta
2. Zaświadczenie z PIIB i upr. bud
3. Opis techniczny do projektu budowlanego
4. Rysunki techniczne

Olsztyn – kwiecień 2020 r.

SPIS TREŚCI

1. DANE OGÓLNE 6

1.1 Podstawa opracowania 6
1.2 Dane ogólne 6
1.3 Ogólne założenia projektu remontu i konserwacji kościoła 7
2. OPIS OGÓLNY OBIEKTU WG [1] I [2] 7

Budynek wyposażony jest w czynne instalacje techniczne : 8
2.1 Lokalizacja i dane ogólne 8
2.2 Zakres i cel opracowania 9
3. STAN TECHNICZNY MURÓW PRZYZIEMIA 9

4. METODA OCHRONY PRZECIWWILGOCIOWEJ MURÓW FUNDAMENTOWYCH 9

5. WARSTWY WODOCHRONNE MURU FUNDAMENTOWEGO 11

6. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI MURU FUNDAMENTOWEGO 15

7. SPOINOWANIE I REPROFILACJA MURU FUNDAMENTOWEGO 16

8. HYDROFOBIZACJA POWIERZCHNI CEGIEŁ 18

9. IZOLOWANIE TERMICZNE I SEPARACJA MURU FUNDAMENTOWEGO 19

10. WYKONANIE ZABEZPIECZEŃ PODZIEMNEJ KRYPTY KOŚCIOŁA 21

10.1. Uwagi ogólne 21
10.2. Drenaż punktowy 21
10.3. Etapy wykonania zabezpieczenia ściany południowej krypty 22
11. OGÓLNE WYTYCZNE WYKONYWANIA PRAC 24

12. WYBURZENIA ELEMENTÓW BETONOWYCH (wg EXPANSIT) 25

12.1. Uwagi ogólne 25
12.2. Zasada działania materiału ekspansywnego 25
12.3. Zasady stosowania 26
12.4. Informacje techniczne 26
12.5. Zużycie materiału 27
12.6. Rozstaw i głębokość otworów 27
12.7. Czas reakcji i graniczne temperatury stosowania 28
12.8. Zasady obróbki 28
12.9. Kierowanie szczelinami i programowany podział elementów na bloki 29
12.10. Przykłady wyburzania fragmentów głowic kolumn betonowych 34

O Ś W I A D C Z E N I E

Zgodnie z art. 20 ust. 4, Prawa budowlanego (Dz.U.Nr 93, poz. 888, z dnia 30 kwietnia 2004 r., z późniejszymi zmianami) oświadczam, że:

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY - Uszczegółowienie projektu budowlanego „Renowacja kościoła p.w. św. Andrzeja Apostoła w Barczewie, Fundamenty i ściany fundamentowe”

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

UWAGA: Wszelkie zapisy dotyczące drenażu opaskowego zostały podane w tym opracowaniu informacyjnie. Drenaż opaskowy stanowi odrębne zadanie.

dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM
upr. bud. do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
upr. bud. nr ew. 260/82/OL i 5/94/OL
Rzeczoznawca Budowlany
GRRB 27/01/R

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM-J17-IK2-MEL *

Pan Robert Wójcik o numerze ewidencyjnym WAM/BO/0003/03
adres zamieszkania ul. Zodiakalna 5, 10-712 Olsztyn
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-12-05 roku przez:

Mariusz Dobrzeniecki, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM
upr. bud. do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
upr. bud. nr ew. 260/82/OL i 5/94/OL
Rzeczoznawca Budowlany
ORRB XX/01/R

URZĄD WOJEWÓDZKI
w Olsztynie
(pieczęć)

Olsztyn, dnia 8.01. 1994 r.

Nr 5/94/OL

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 2 ust.1 pkt 1, § 6 ust.2 i § 13 ust. 1 pkt. 2 lit. - rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. Ustaw Nr 8 poz. 46) /z późn. zmian./ stwierdza się, że

Obywatel(ka) ROBERT WÓJCIK
(imię i nazwisko)

magister inżynier budownictwa
(tytuł naukowy — zawodowy)

urodzony(a) dnia 30 lipca 1956 r. w Kozienicach

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta
(rodzaj funkcji)

w specjalności konstrukcyjno - budowlanej
(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie -

-
(specjalizacja zawodowa)

Pan Robert Wójcik jest upoważniony do :

1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg i nawierzchni lotniskowych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodno-melioracyjnych,

2/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków.

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji, za pośrednictwem Wojewody Olsztyńskiego.

Pobrano i skasowano
opłatę skarbową
w wys.30 tys.zł.

URZĄD WOJEWÓDZKI W OLSZTYNIE

Z up. Wojewody
mgr inż. M. Piaszewski
Dyrektor
Wydziału Gospodarki Środowiska, Urbanistyki, Architektury i Nadzoru Budowlanego

OPIS TECHNICZNY

1. DANE OGÓLNE

1.1 Podstawa opracowania

Podstawą formalną opracowania jest zlecenie Zakonu Braci Mniejszych (O. Franciszkanów), Plac Stefana Batorego 1 A w Barczewie. Podstawą merytoryczną jest:

- [1] Projekt Budowlany opracowany w marcu 2017 r. Warszawa mgr inż. arch. Jarosław Grzegory i tech. bud. Andrzej Malinowski,
- wytyczne konserwatorskie i ustalenia robocze z Inwestorem,
- program prac konserwatorskich oprac. marzec 2017 r. wraz z uzupełnieniami,
- inwentaryzacja architektoniczna opracowana w 2018 r. udostępniona inwestorowi przez Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej,
- dodatkowe pomiary inwentaryzacyjne oraz oględziny stanu istniejącego dokonane w m-cu czerwcu / lipcu 2018,
- Decyzja o pozwoleniu na budowę nr Bw/10/2017 z dnia 30 marca 2017 r. Starosty Olsztyńskiego,
- Pozwolenie Nr 295/2017 z dnia 29.03.2017 r. Warmińsko – Mazurskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz.U. z dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 462),
- [2] Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby remontu budynku kościoła p.w. św. Andrzeja apostoła w Barczewie, dz. Nr 239, Geotechnika Toruń – mgr P Przyborowski, mgr inż. A. Wałyszyn, Techniczne badania gruntu wykonane przez „Geotechnica" sp. z o.o. Toruń 2018 r.,
- Ekspertyza stanu technicznego konstrukcji kościoła opracowana przez „Kühnel" mgr inż. Jadwiga Błońska , Gdańsk, kwiecień 2018 r.,
- wyniki oględzin obiektu oraz badań zawartości wilgoci w murach przyziemia metodą termograficzną, opornościową oraz pojemnościową.
- [3] Projekt budowlany zagospodarowania terenu kościoła pw. św. Andrzeja Apostoła – mgr inż. Aleksandra Gregorek,
- [4] Opinia konstrukcyjno-wilgotnościowa dotycząca stanu technicznego kościoła p.w. św. Andrzeja w Barczewie – dr hab. inż. R. Wójcik – październik 2018 r.

1.2 Dane ogólne

Inwestor: Dom Zakonny w Barczewie Prowincji Św. Franciszka z Asyżu Zakonu Braci Mniejszych – Franciszkanów w Polsce, 11-010 Barczewo plac Stefana Batorego 1A

Lokalizacja : Barczewo Plac Stefana Batorego 1A, nr ewidencyjny działki 239 obręb 3 miasto Barczewo

Obiekt: Kościół Franciszkanów p.w. św. Andrzeja w Barczewie.
Wpis do rejestru zabytków pod nr 266(B/124) z dnia 20.03.1957 r.
Mur obronny przy kościele nr 374(B/156) z dnia 23.07.1957 r.

Niniejszy projekt jest uszczegółowieniem Projektu Budowlanego Remontu i Konserwacji kościoła p.w. św. Andrzeja w Barczewie opracowanego przez mgr inż. arch. Jarosława Grzegory i tech.bud. Andrzeja Malinowskiego zatwierdzonego:

- **Decyzją o pozwoleniu na budowę nr Bw/10/2017 z dnia 30 marca 2017 r. Starosty Olsztyńskiego.**
- **Pozwolenie Nr 295/2017 z dnia 29.03.2017 r. Warmińsko – Mazurskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.**

1.3 Ogólne założenia projektu remontu i konserwacji kościoła

Zakres planowanych prac nie zmieni funkcji obiektu i nie będzie miał wpływu na środowisko naturalne. Wszystkie stosowane materiały budowlane i konserwatorskie muszą cechować się odpowiednio dobranymi parametrami zgodnymi z właściwościami fizykomechanicznymi istniejących historycznie materiałów w obiekcie. Nie dopuszcza się stosowania środków konserwatorskich powodujących wprowadzenie do struktury muru nadmiaru wody.

Środki stosowane w trakcie prac konserwatorskich nie mogą należeć do grupy szkodliwych bądź uciążliwych dla środowiska naturalnego. Każdy etap prac konserwatorskich poprzedzony być musi badaniami technologiczno-materiałowymi.

Całość prac objętych renowacją zabytkowego kościoła należy zakończyć dokumentacją powykonawczą wg. warunków określonych w opisie projektu budowlanego.

2. OPIS OGÓLNY OBIEKTU WG [1] I [2]

2.1 Dane ogólne

Kościół p.w. św. Andrzeja Apostoła w Barczewie wpisany do Rejestru zabytków, położony jest na dz. nr 239 przy placu Stefana Batorego 1A w granicach administracyjnych miasta Barczewo, w jego centralnej części, gm. Barczewo, pow. olsztyński, woj. warmińsko- mazurskie. Kościół wzniesiono w XIV wieku w stylu gotyckim. Budowla jednonawowa o wymiarach 25,8 x 16,7 m ceglana z prezbiterium czteroprzęsłowym o wymiarach 21,4 x 11,6 m zamkniętym prosto ścianą szczytową. Obie części kościoła przykryte są dachem dwuspadowym. Jego wnętrze sklepione jest kolebkowo z lunetami, przykryte gęstą siatką żeber wspartych na przyściennych filarach połączonych arkadowymi wnękami. Od strony południowej nawy w polu arkady znajduje się przejście do przyległej kaplicy o wymiarach 10 x 8 m z dachem dwuspadowym. Natomiast przy ścianie szczytowej prezbiterium znajduje się wnęka do zakrystii o wymiarach 7 x 8 m.

Fundamenty kamienne kościoła posadowione są na rzędnych: 113,6 m n.p.m. - stopy fundamentowe filarów naw 114,8 m n.p.m. – Najniżej położonym fragmentem obiektu wymagającym szczególnej ochrony przeciwwilgociowej jest krypta zlokalizowana w południowej

części świątyni. Zewnętrzna ściana południowa krypty posadowiona na poziomie ok. 113,2 m n.p.m. Występuje możliwość nawadniania muru z warstwy wodonośnej nawierconej na poziomie 113,8 m n.p.m [2].

W bezpośrednim otoczeniu kościoła nie występują wody powierzchniowe. W odległości około 20 m od wschodniej szczytowej ściany kościoła przepływa rzeka Pisa, której zwierciadło wody oscyluje wokół rzędnej 112,0 m n.p.m. oddziałując nawadniająco teren fundamentowania. Występują krótkotrwałe spiętrzania wody w rzece do poziomu około 114,5 m n.p.t.

Kościół jest jednonawowy z prezbiterium od strony wschodniej i dobudowaną kaplicą od strony południowej. Wejście prowadzi przez dobudowaną niewielką kruchtę.
Każda z tych części posiada odrębne zadaszenie dwuspadowe z więźbą drewnianą i pokryciem dachówką ceramiczną.

Ściany konstrukcji murowanej z cegły ceramicznej na fundamentach kamiennych.
Sklepienia poszczególnych części ceglane Pierwotne wykończenie ścian, sklepień i posadzek oraz stopień zniszczeń, a także główne założenia dla prac konserwatorsko – restauratorskich opisane są w pkt. 3.3, 3.4 projektu budowlanego podstawowego z roku 2017.

Instalacje

Budynek wyposażony jest w czynne instalacje techniczne:

- odprowadzenie wód opadowych – przez system rynien i rur spustowych powierzchniowo na teren wokół kościoła,
- ogrzewanie – przez nadmuch ciepłego powietrza nagrzewnicami wodnymi zasilanymi z własnej kotłowni co. zlokalizowanej w piwnicy przyległego domu zakonnego,
- elektroenergetyczną – 220/380V – z sieci miejskiej,
- odgromową (obecnie nieczynna – częściowo zdemontowana),
- instalacja nagłaśniająca.

2.2 Lokalizacja

Zabytkowy kościół Franciszkanów p.w. św. Andrzeja w Barczewie położony jest przy placu Stefana Batorego na działce nr ewidencyjny 239 wraz z fragmentami murów obronnych miejskich oraz współczesnym budynkiem Domu Zakonnego Braci Mniejszych Franciszkanów. Do rejestru zabytków wpisany jest kościół po numerem 266 (B/124) z dnia 20.03.2957 oraz Mur obronny przy kościele nr 374(B/156) z dnia 23.07.1957.

DANE LICZBOWE:

Powierzchnia zabudowy ….....około 816,50 m^2,
Powierzchnia użytkowa przyziemia …… 545,20 m^2,
Kubatura …… około 13260 m^3.

2.3 Zakres i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest **uszczegółowienie projektu architektoniczno-budowlanego** remontu i konserwacji kościoła p.w. św. Andrzeja w Barczewie przy placu Stefana Batorego 1A, położonego na działce nr ewidencyjny 239 obręb 3 miasto Barczewo.

Projekt ma na celu przeprowadzenie remontu, osuszenie i uszczelnienie fundamentów i ścian fundamentowych. Opracowanie przedstawia technologie i materiały niezbędne do wykonania zabezpieczenia i osuszenia murów przyziemia. Uszczegółowienie określa zakres prac konserwatorskich dla murów fundamentowych kościoła doprowadzających obiekt do odpowiedniego stanu technicznego zapewniającego bezpieczeństwo zabytku oraz przywrócenia jego dawnej świetności.

Projekt budowlany remontu i konserwacji kościoła został zatwierdzony Decyzją o pozwoleniu na budowę nr Bw/10/2017 z dnia 30 marca 2017 r. Starosty Olsztyńskiego po uprzednim uzyskaniu Pozwolenia Nr 295/2017 z dnia 29.03.2017 r. Warmińsko – Mazurskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.

Niniejsze opracowanie wykonane jest na bazie inwentaryzacji architektoniczno-budowlanej udostępnionej przez Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej z uwzględnieniem wytycznych Programu Prac Konserwatorskich i jest uszczegółowieniem Projektu Budowlanego opracowanego w marcu 2017 przez : mgr inż. arch. Jarosława Grzegory i tech. bud. Andrzeja Malinowskiego z uwzględnieniem:

- wytycznych ekspertyzy konstrukcyjnej stanu technicznego kościoła,
- wytycznych konserwatorskich zawartych w Programie Prac Konserwatorskich.

3. STAN TECHNICZNY MURÓW PRZYZIEMIA

Stan techniczny przyziemia obiektu, określano na podstawie wielokrotnych oględzin i pomiarów zawartości wilgoci przeprowadzanych w różnych warunkach pogodowych [4]. Pomiary wykonywano metodą opornościową oraz pojemnościową. Dwukrotnie przeprowadzono również badania termowizyjne w celu określenia wpływu nasilenia opadów atmosferycznych na zasięg podnoszenia kapilarnego wód gruntowych. Stwierdzono występowanie zawilgocenia murów przyziemia, połączone z wykwitami solnymi odspajaniem się tynków i wypraw malarskich. Wadliwie ukształtowanie przyległego do świątyni terenu, uniemożliwia odprowadzanie wód opadowych poza strefę fundamentowania.

W obecnym stanie, kościół nie jest zabezpieczony przed podciąganiem kapilarnym wód gruntowych oraz infiltracją wód opadowych. Konieczne jest podjęcie prac związanych z odwodnieniem i uszczelnieniem ścian fundamentowych kościoła, kaplicy i zlokalizowanej najniżej krypty.

4. METODA OCHRONY PRZECIWWILGOCIOWEJ MURÓW FUNDAMENTOWYCH

W obiekcie występują następujące źródła zawilgacania:

- nawadnianie muru wodami zastoiskowymi zalegającymi w strefach przyściennych,

- podciąganie kapilarne wód gruntowych przez mury przyziemia,
- zawilgacanie wodami rozbryzgowymi z opadów atmosferycznych w strefie przycokołowej,
- nawadnianie muru wodami opadowymi infiltrującymi przez pęknięcia, kawerny i ubytki w strukturze nadziemnej,
- pobór wilgoci higroskopijnej, szczególnie w strefach wysoleń,
- kondensacja powierzchniowa i wgłębna pary wodnej.

W celu zminimalizowania oddziaływania wymienionych wyżej źródeł przyjęto metodę polegającą na dwustronnym otwarciu dyfuzyjnym pobocznic muru bezpośrednio stykających się z gruntem. Umożliwi to znaczne obniżenie poziomu wysychania wilgoci podciąganej kapilarnie z gruntu przez podstawę i dolne partie muru. Oczekuje się, że przy poprawnym funkcjonowaniu systemu ochronnego, poziom wilgoci obniży się poniżej poziomu terenu (uzasadnienie teoretyczne tej koncepcji przedstawiono w [4]). Warunkiem uzyskania zamierzonego efektu jest staranne wykonanie, niezależnie funkcjonujących elementów osłaniająco-separujących przed nawadnianiem muru wodami pochodzącymi z przyległego gruntu. Jednocześnie musi być zapewnione swobodne wysychanie pobieranej wilgoci w możliwie najniżej położonej strefie. Istotną rolę odgrywa dobór zapraw wykorzystywanych do spoinowania, które powinny być dostosowane do nietypowej funkcji (odprowadzania wilgoci napływającej z podstawy fundamentu do obsypki). Odpowiednio dobrany zestaw zapraw powinien chronić mur przed infiltracją wód opadowych przy jednoczesnym zachowaniu zdolności do parowania i odprowadzania z rdzenia muru wody kapilarnej do osuszającej obsypki, a następnie do atmosfery. Istotna jest również funkcja bezpiecznego gromadzenia w zaprawie soli transportowanych z gruntu z możliwością ewentualnej wymiany po upływie wielu dekad.

Działania ochronne powinny być rozpoczęte od wykonania szczelnego pokrycia dachowego i zainstalowania sprawnego systemu odwadniającego. Odprowadzenie wód spływających bezpośrednio z dachu przez układ rynien i rur spustowych do kanalizacji deszczowej, jak również wymiana przyległego gruntu na obsypki filtracyjne wyeliminują podstawowe źródło zawilgacania muru fundamentowego jakim jest nawodnienie wodami zalegającymi w strefach przyściennych.

W drugiej kolejności należy zminimalizować oddziaływanie zawilgacania ukośnym deszczem spowodowane typowym dla gotyku brakiem wysuniętych okapów ochronnych, co przy znacznej wysokości obiektu stanowi istotny składnik w bilanse wilgoci. Funkcje ochronne przed tego typu zagrożeniem przejmą wyprawy tynkarskie oraz blaszane i ceramiczne obróbki gzymsów, które w aktualnym stanie nie odprowadzają skutecznie wody spływającej po licu muru. Ważną rolę odegra również staranna reprofilacja i spoinowanie partii muru, które nie są zakwalifikowane do tynkowania.

Z uwagi na okazałe gabaryty oraz ceglano-kamienną strukturę murów gotyckich, najtrudniejszym wyzwaniem technicznym w zakresie ochrony przeciwwilgociowej jest ograniczenie zasięgu występującego w nich podciągania kapilarnego wilgoci gruntowej. Klasyczne podejście polegające na wykonaniu poziomej blokady przeciwwilgociowej metodami mechanicznymi lub przez iniekcję strukturalną w otwory wiertnicze oraz izolacji pionowych jest w praktyce niewykonalne z uwagi na ograniczenia technologiczne oraz uwarunkowania konserwatorskie. Największą przeszkodą technologiczną jest wiercenie otworów iniekcyjnych. W celu uzy-

skania ciągłego zahydrofobizowania kapilarno-porowatej struktury, otwory wiertnicze powinny być rozmieszczone w rozstawie nie większym niż 12 do 15 cm. W analizowanym przypadku oznaczałoby to konieczność wykonania ponad 4700 otworów. Z doświadczeń praktycznych wynika, że w tego typu pracach wiertniczych występują poważne utrudnienia i część otworów nie byłaby możliwa do wykonana. Jest to spowodowane występowaniem w murze twardych i obłych kamieni eratycznych oraz drobnych otoczaków w zaprawie spoinowej, które powodują zakleszczanie i urywanie się wierteł (co zostało zaobserwowane podczas wykonywania odwiertów pod ściągi wzmacniające konstrukcję). Usuwanie zaklinowanych fragmentów wierteł wymagałoby daleko posuniętej, a zatem niedopuszczalnej w obiekcie zabytkowym ingerencji.

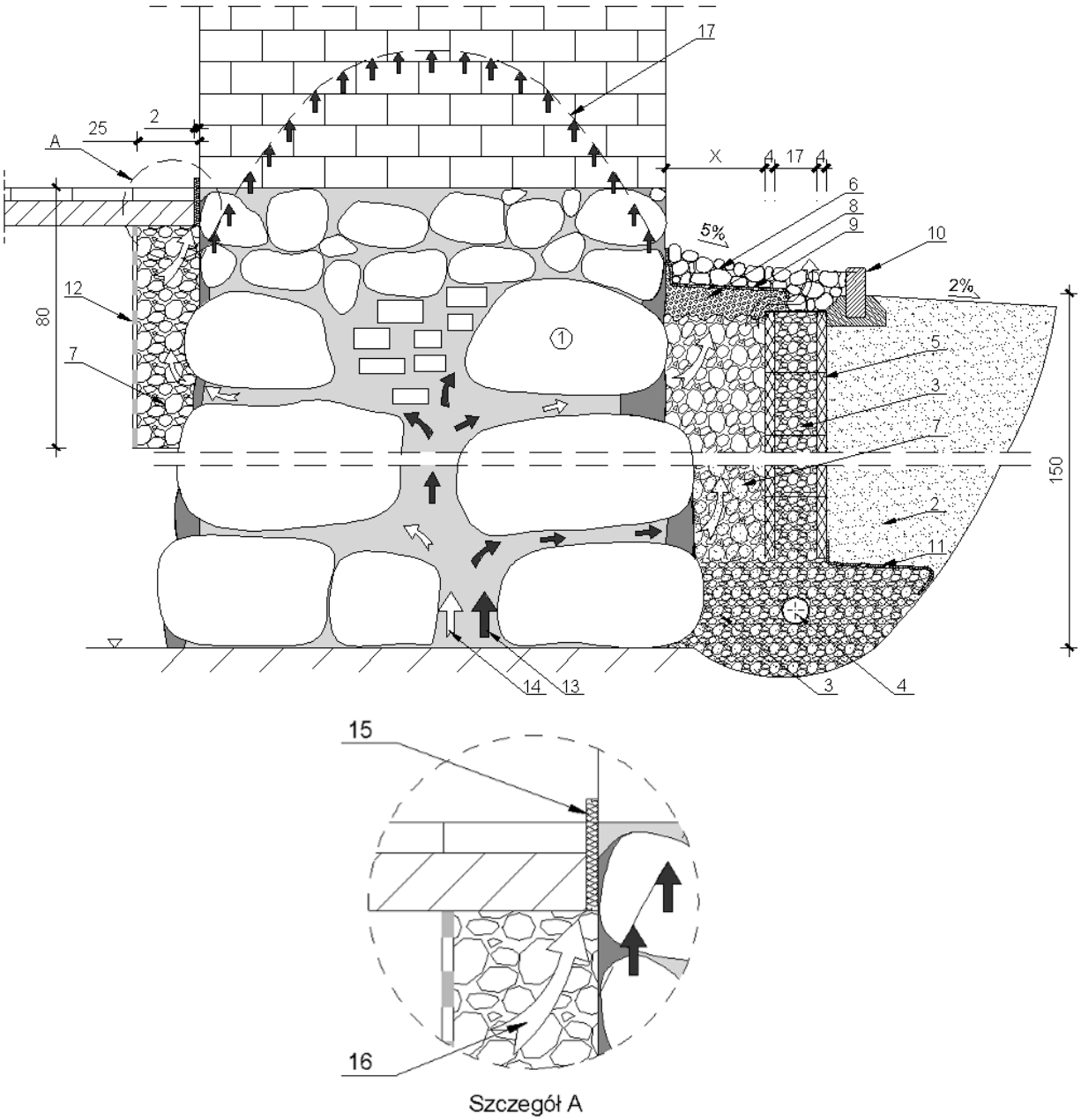
Problemem jest również prognozowana trwałość preparatów hydrofobowych. Na obecnym poziomie technologicznym trwałość najlepszych środków wykonanych na bazie silanów i siloksanów można szacować na około 20 lat. Ponadto w przypadku blokady poziomej zagrożenie stwarza otwartodyfuzyjna struktura muru w strefie blokady. O ile w przypadku hydrofobizacji lica muru jest to kluczowa zaleta, to w przypadku blokady jest to istotna wada. Woda gruntowa zawierająca rozpuszczalne sole jest podnoszona siłami kapilarnymi do określonego poziomu w strefie blokady i dalszy ruch odbywa się już w fazie pary wodnej, która nie transportuje rozpuszczonych substancji. Hydrofobizacja struktury mieszanego muru przez otwory wiertnicze nigdy nie jest jednorodna i ciągła. Pomimo, że ponad blokadą mur wysycha to sole kumulują się w strefie blokady i już po kilku latach dochodzi do nasilenia naprzemiennie zachodzących procesów krystalizacji i dekrystalizacji w stopniu powodującym intensywną destrukcję struktury. Teoretycznie lepszym rozwiązaniem byłaby iniekcja preparatami uszczelniająco-hydrofobizującymi, które w znacznym stopniu ograniczają parowanie. Takie właściwości mają np. woski wprowadzane metodami termicznymi, jednak w tym przypadku głównym problemem nadal pozostaje konieczność wiercenia otworów o średnicy minimum 20÷25 mm. Wykonanie zatem takich zabiegów w obiekcie wzniesionym przed ponad sześcioma wiekami absolutnie nie znajduje uzasadnienia.

W analizowanym przypadku przyjęto ochronę, która cechuje się ograniczoną ingerencją w zabytkową strukturę z poszanowaniem oryginału, zgodnie z ogólnie obowiązującą zasadą *Primum non nocere.* Nowe warstwy ochronne nie będą wpływały negatywnie na istniejącą substancję. Należy liczyć się z tym, że w przyszłości zostaną opracowane nowe, skuteczniejsze metody ochrony budynków przed wilgocią i po ewentualnym usunięciu warstw ochronnych mury bez uszczerbku powinny kwalifikować się do ponownego zabezpieczenia.

Spełnienie przez zreprofilowane spoiny funkcji „knotów wysysających” wilgoć z rdzenia przegrody przy jednoczesnym zachowaniu odporności na pobór filmu wodnego, spływającego w dolne partie powierzchni muru podczas opadów deszczu i topnienia śniegu wymaga zastosowania zapraw o zróżnicowanych parametrach scharakteryzowanych w pkt 5.

5. WARSTWY WODOCHRONNE MURU FUNDAMENTOWEGO

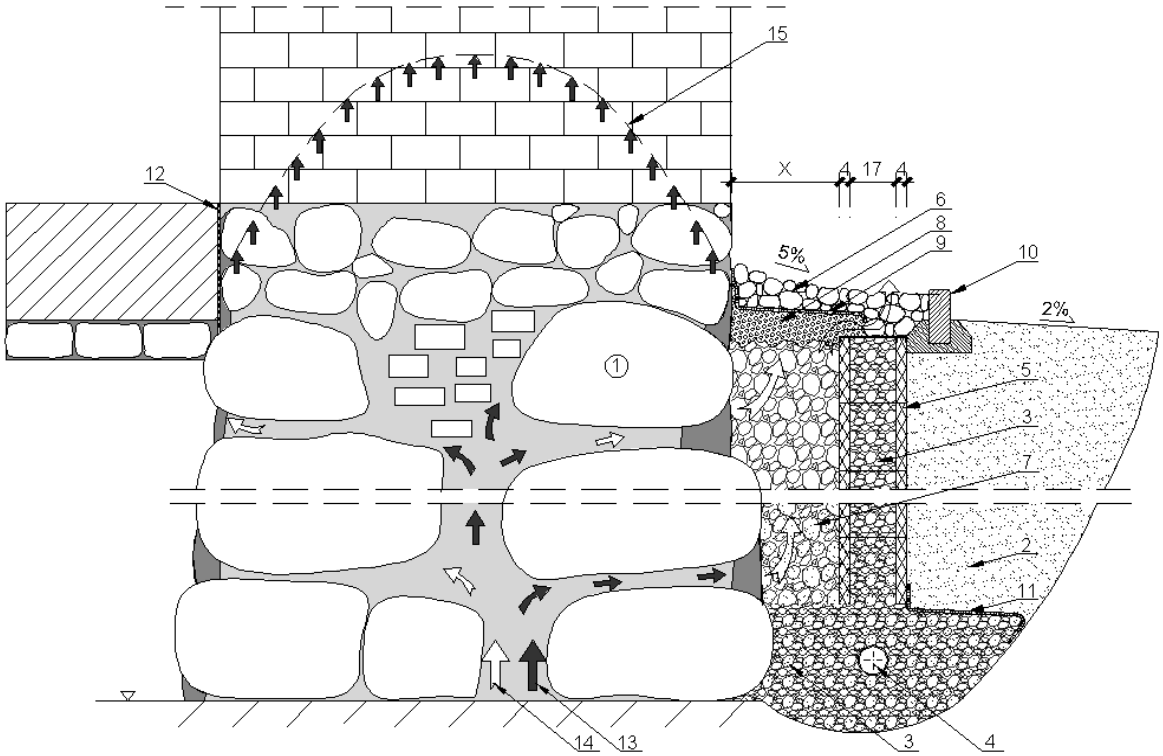
Istotę ochrony murów fundamentowych przez obniżenie aktualnie występującej strefy kontaktu hydraulicznego z wodą zlokalizowanej na poziomie przyległego gruntu zewnętrznego oraz gruntu wewnętrznego pod warstwami posadzki przedstawiono na rysunku 1.



Rys 1. Przekrój zabezpieczenia fundamentu metodą drenażu dwufunkcyjnego

1 – mur mieszany ze spoinami uzupełnionymi zaprawą otwartodyfuzyjno-liofilową 2– wykop zabezpieczony wg opisu, 3 – żwir płukany frakcji 8÷16, 4 – rura drenażowa bez oplotu, 5 – ściana odwadniająca wykonana z płyt XPS, 6 – otoczak granitowy (przeciwrozbryzgowy) frakcji 32÷65, 7 – grys granitowy stabilizowany frakcji 16-22, 8 – zasypka ze spienionego granulatu polistyrenowego 15 cm lub płyta XPS grubości 5 cm, 9 –półprzepuszczalna mata separująca wody opadowe, 10 – obrzeże chodnikowe stabilizowane w podsypce betonowej, 11 – geowłóknina polipropylenowa separacyjna (min 300 g/m^2), 12 – folia PE separująca obsypkę żwirową od wewnętrznego gruntu, 13 – strumień wody kapilarnej, 14 – strumień pary wodnej, 15 – 2 cm styropianu, po stwardnieniu podkładu usunąć (np. palnikiem), 16 – strumień pary wodnej emitowany przez grunt wewnętrzny, 17 – prognozowany przebieg frontu podciągania wód kapilarnych po wykonaniu zabezpieczeń: X – odległość warstwy odwadniającej od lica muru uzależniona od położenia kamieni oraz innych trwałych przeszkód

Przekrój przez fundament mensy



Rys 2. Przekrój przez fundament mensy

1 – mur mieszany ze spoinami uzupełnionymi zaprawą otwartodyfuzyjno-liofilową 2– wykop zabezpieczony wg opisu, 3 – żwir płukany frakcji 8÷16, 4 – rura drenażowa bez oplotu, 5 – ściana odwadniająca wykonana z kształtówek betonowych (bloczków szalunkowych), 6 – otoczak granitowy (przeciwrozbryzgowy) frakcji 32÷65, 7 – grys granitowy stabilizowany frakcji 16-22, 8 – zasypka z granulatu polistyrenowego (spienionego) grubości 15 cm lub płyta XPS grubości 5 cm, 9 –półprzepuszczalna mata separująca wody opadowe, 10 – obrzeże chodnikowe stabilizowane w podsypce betonowej, 11 – geowłóknina polipropylenowa separacyjna (min 300 g/m^2), 12 – folia kubełkowa PE, 13 – strumień wody kapilarnej, 14 – strumień pary wodnej, 15 – przebieg frontu podciągania kapilarnego po wykonaniu zabezpieczeń: X – odległość warstwy odwadniającej od lica muru uzależniona od położenia kamieni oraz innych trwałych przeszkód

Z uwagi na konieczność udrożnienia spływu wód wzdłuż murów oraz usunięcia nawarstwień cementowych z pobocznicy fundamentów, w pierwszej kolejności należy przystąpić do odcinkowego wykonania wykopu (2) do poziomu spodu murów fundamentowych. Z uwagi na występujące w gruncie elementy betonowe podczas wykonywania wykopu należy spodziewać się utrudnień w postaci stwardniałego zaczynu cementowego. Po odsłonięciu pobocznicy fundamentu, występujące między jednostkami murowymi (kamieniami, cegłami) spoiny (1) należy oczyścić z zaczynu cementowego techniką dłutowania, czyszczenia pneumatycznym młotkiem igłowym oraz wysokociśnieniową strugą hydro-cierną. Następnie wierzchnie warstwy spoin, w tym szczególnie fragmenty zmurszałe, pylące lub odspajające się powinny być wykute na głębokość minimum 2 ÷ 10 cm – zależnie od stanu, szerokości i dostępności. Wyku-

te spoiny powinny być uzupełnione zaprawą otwartodyfuzyjno-liofilową np. specjalistycznym tynkiem konserwatorskim, magazynującym sole (bez warstwy hydrofobowej i gładzi). Kolejną czynnością jest ułożenie i ustabilizowanie na dnie wykopu warstwy żwiru płukanego (3) frakcji Ø 8 - 16 mm o miąższości zapewniającej uzyskanie wymaganych spadków rur drenarskich (4) o średnicy przewidzianej w „projekcie wykonawczym drenażu osuszającego" oraz poziomów posadowienia innych urządzeń jak np. studni wyczystno-kontrolnych. Rury drenarskie powinny być lokalizowane jak najbliżej lica muru, jednak w odległości umożliwiającej współosiowe wzniesienie nad nimi odwadniającej szczeliny wykonanej w postaci ścianki z płyt XPS (5). Wznoszenie ścianek separacyjnych (5) powinno następować sukcesywnie z wypełnianiem żwirem płukanym: od strony muru grysem granitowym stabilizowanym (7) frakcji 16-22 mm, natomiast szczeliny odwaniającej żwirem płukanym frakcji 8-16 mm (3). Zewnętrzną część wykopu należy zasypać piaskiem również stabilizowanym warstwowo z możliwością wykorzystania części gruntu rodzimego.

Ściany szczeliny odwadniającej i obsypka przyścienna powinny być wznoszone na wysokość około 15 cm poniżej planowanego poziomu opaski przeciwrozbryzgowej. Górna powierzchnia przyściennej warstwy osuszającej powinna być uformowana z otoczaków granitowych (przeciwrozbryzgowych) (6) frakcji 32 – 65 mm ze spadkiem 5% od ściany w kierunku szczeliny odwadniającej i od lica muru do połowy szczeliny odwadniającej przykryta granulatem polistyrenu spienionego lub płytami XPS (8) grubości 5 cm oraz membraną separacyjno-dyfuzyjną (9) spełniającą niżej wymienione wymagania:

- wodoszczelność - Klasa W1
- paroprzepuszczalność - S_d <0,02 m
- masa powierzchniowa > 120g/m^2.

Staranne przykrycie części osuszającej otwartodyfuzyjną membraną (9) na zasypce z granulatu polistyrenowego (8) zapewni odprowadzenie wody opadowej spływającej w postaci filmu wodnego po powierzchni muru do szczeliny odwadniającej (5). Podkładowy granulat spienionego polistyrenu (8) zachowuje możliwość wydostawania się pary wodnej zarówno przez jej całą powierzchnię jak i przez przestrzeń między ścianką szczeliny odwadniającej i ułożonej 15 cm wyżej membrany. Zastępczo zamiast granulatu polistyrenowego można zastosować płyty XPS oraz odpady powstające podczas wykonywania ścianek separacyjnych (5). Po precyzyjnym ułożeniu membrany (9) zapewniającym perfekcyjne przyleganie do muru z zakończeniem w połowie szczeliny odwadniającej, zasypaniu wykopu przy ręcznym zagęszczaniu i ułożeniu obrzeża chodnikowego (10) stabilizowanego betonem, należy ułożyć opaskę przeciwrozbryzgową z otoczaków (6) frakcji 32-65 mm ze spadkiem 5% od muru. Dolna warstwa drenażowa powinna być odseparowana od gruntu geowłókniną filtracyjną (11) jak pokazano na rysunku 1. Warstwę osuszającą wykonywaną od wewnętrznej strony Świątyni (szczegół A) odseparować od gruntu wewnętrznego folią polietylenową grubości 0,3 mm (12).

W przyjętej koncepcji obniżenia poziomu zawilgacania i odsychania muru przy zastosowaniu obsypki filtracyjnej (prognozowany przebieg frontu oznaczono na rysunku 1 numerem 17) jest istotne, aby woda pochłaniana w strefie pełnego kontaktu hydraulicznego z gruntem przez podstawę fundamentu mogła wyparowywać już w najniżej położonej strefie (co korzystnie wpłynie na obniżenie docelowego poziomu podnoszenia kapilarnego wód gruntowych w murach przyziemia). Wyklucza się możliwość pozostawienia na pobocznicach muru zamkniętych powłok cementowych lub stosowanie do uszczelniania spoin i ubytków zapraw cemento-

wych. Udrożnienie otwartości dyfuzyjnej pary przez spoiny osłonięte filtracyjną obsypką spowoduje oczekiwane powstrzymanie procesu destrukcji murów przyziemia.

Naprawa fundamentów i ścian fundamentowych będzie realizowana w dwóch etapach:

ETAP I - zewnętrzne fragmenty murów w całości (kruchta, nawa główna, prezbiterium, kaplica św. Antoniego do głębokości średnio 1,5 m p.p. terenu o łącznej długości 160 m oraz wewnętrzne mury prezbiterium i krypty do głębokości 80 cm o łącznej długości 77 m, co przy założonej wysokości 1,5 m (z wyjątkiem południowej ściany krypty, gdzie wysokość ściany zakwalifikowanej do napraw wynosi 3 m) łącznie wynosi 335,8 m^2

ETAP II - zabezpieczenie wewnętrznych murów kruchty i nawy głównej do głębokości 80 cm o łącznej długości 102 m stanowi odrębne zadanie. Roboty zostały przewidziane do wykonania w trakcie remontu nawy głównej i kruchty.

Etap I	Długość	Głębokość	Powierzchnia
	[m]	[m]	[m^2]
Mury zewnętrzne (bez muru pd. krypty)	160	1,5	240
Mur zewnętrzny (południowy) krypty	13	3	39
Mur wewnętrzny prezbiterium	55	0,8	44
Mur wewnętrzny krypty	22	0,8	17,6
			340,6

Eap II (PERSPEKTYWA)	Długość	Głębokość	Powierzchnia
	[m]	[m]	[m^2]
Mur wewnętrzny nawy głównej	85,6	0,8	68,5
Mur wewnętrzny kruchty	16,6	0,8	13,3
			81,8

6. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI MURU FUNDAMENTOWEGO

W okresie ostatnich kilkudziesięciu lat lica muru fundamentowego w strefie przygruntowej oraz powierzchnie bezpośrednio stykające się z gruntem były częściowo pokryte powłokami bitumicznymi. Zabieg ten, pozornie uznawany za sposób ochrony przed wilgocią, znacznie ograniczał lub całkowicie wykluczał parowanie wody z powierzchni lica muru. Paroszczelne powłoki przyczyniały się do wzrostu zawilgocenia, gdyż dolne źródło zasilania w wodę było cały czas aktywne, a wysychanie ograniczone. Ponadto gromadząca się dotychczas woda opadowa była wciskana pod naporem hydrostatycznym przez liczne defekty powłok, co prowadziło do destrukcji mrozowej i wzmożonego transportu wilgoci w górne partie muru.

Realizacja koncepcji polegającej na tym, aby stale wchłaniana wilgoć gruntowa przez podstawę i najniżej położone, trudnodostępne partie pobocznicy wewnętrznej i zewnętrznej muru parowała (wysychała) w możliwie najniżej położonej strefie, wymaga spełnienia wielu uwarunkowań. Przede wszystkim należy usunąć techniką pneumatycznego dłutowania i igłowania (pneumatycznym młotkiem igłowym) istniejące wypełnienia cementowe, powłoki bitumiczne oraz rozluźnione fragmenty spoin, a następnie wykonać nowe spoinowania charakteryzujące się otwartością dyfuzyjną i dobrymi właściwościami transportu kapilarnego wody. Ze szczególną starannością należy usunąć wypełnienia cementowe wykonywane w ramach wcześniejszych konserwacji lub wzmocnień. Wystające poza obrys fundamentu zcementowane fragmenty kolumn do głębokości 1,5 m należy usunąć przy zastosowaniu iniekcji ekspansywnej opisanej w punkcie 12. W przypadku, gdy usunięcie cementowej zaprawy wypełniającej spoiny wiązałoby się z koniecznością zniszczenia cegieł lub wpłynęłoby to na utratę stabilności

muru, fragmenty takie należy pozostawić i przewiercić wiertłem udarowo-obrotowym o średnicy dostosowanej do szerokości spoiny w odstępach ok 10÷12 cm i następnie wypełnić je zaprawą liofilową ręcznie lub przy zastosowaniu mikropompy ślimakowej. Odwierty powinny sięgać do głębokości, przy której zostanie zapewniony kontakt hydrauliczny rdzenia muru z nowo wykonanym wypełnieniem. Zanieczyszczenia cementowe zespojone z podłożem kamieni magmowych można pozostawić, jednak wymagają one wyoblenia, tak aby nie powodowały zatrzymywania i spływu wody opadowej w kierunku muru.

7. SPOINOWANIE I REPROFILACJA MURU FUNDAMENTOWEGO

Parowanie wody z powierzchni muru zależy od właściwość transportowych wbudowanych materiałów, które charakteryzują: współczynnik wodochłonności kapilarnej (nasiąkliwości) w oraz równoważny opór dyfuzyjnym s_d .Warstwy wyprawy tynkarskiej wykorzystane do wypełnienia spoin i wykonania wyobleń ułatwiających szybki spływ wody do strefy drenażowej powinny spełniać analogiczne funkcje półprzepuszczalnej membrany. Istota działania membrany polega na tym, że mikrootwory są większe niż pojedyncze molekuły wody z jakich składa się para, a jednocześnie mniejsze niż wielocząsteczkowe pakiety (krople) z jakich składa się woda w stanie ciekłym np. spływający po ścianie wodny film. W wyniku różnicy stężeń pary wodnej po dwu stronach membrany powstaje ciśnienie osmotyczne, umożliwiające transport pary wodnej z ośrodka o większym stężeniu do ośrodka o mniejszym, a jednocześnie membrana jest nieprzepuszczalna dla wody objętościowej (kroplistej). W analizowanym przypadku funkcję ochrony przed wodą kroplistą spełni warstwa tynku hydrofobowego.

Z uwagi na wielowiekowe, destrukcyjne oddziaływanie wód gruntowych oraz wykonanie wzmocnienia podłoża zaczynem cementowym w analizowanym przypadku nie można powtórzyć oryginalnej technologii, tj. wykonanie uzupełnień z zaprawy wapienno-piaskowej. Zgodnie z przyjętą koncepcją należy stosować materiały odznaczające się dobrą współpracą z materiałem oryginalnym, pozwalające na łatwą naprawę i ewentualne wielokrotne powtarzanie zabiegów zabezpieczających. Takie wymagania spełniają zestawy tynków nazywane ogólnie renowacyjnymi, składające się z warstwy szczepnej (obrzutki) oraz tynku podkładowego magazynującego sole, uzupełniającej, wygładzającej i ewentualnie wykańczającej powłoki strukturalnej nadającej określony wystrój. W przypadku strefy przygruntowej są istotne:

- cienka warstwa szczepna,
- warstwa magazynująca sole z wyobleniami zapewniającymi swobodny spływ wody,
- cienka warstwa hydrofobowa.

Spoina powinna być zatem wypełniona materiałem spełniającym określone warunki w zakresie zdolności transportu wody i pary wodnej zakresie optymalnych wartości s_d , w oraz μ ,

gdzie:

s_d – zastępczy (porównawczy w stosunku do powietrza) współczynnik oporu dyfuzyjnego [m],

μ – współczynnik oporu dyfuzyjnego [-],

w – współczynnik wodochłonności kapilarnej (nasiąkliwości) $\left[\mathrm{kg}/\left(\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{h}^{1/2}\right)\right]$

Warstwa zewnętrzna powinna spełniać wymagania stawiane tynkom hydrofobowym, a więc:

$$s_d \cdot w \leq 0{,}1 \ \ \mathrm{kg}/\left(\mathrm{m} \cdot \mathrm{h}^{1/2}\right)$$

$$w \leq 0{,}5 \ \ \mathrm{kg}/\left(\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{h}^{1/2}\right)$$

$$s_d \leq 2 \ \ \mathrm{m}$$

Określenie wymagań w odniesieniu do zaprawy wypełniającej spoiny jest dość utrudnione z uwagi na zmienną grubość warstwy, nie mniej wartość współczynnika wodochłonności powinna być wysoka i wynosić $w \geq 2{,}0 \ \ \mathrm{kg}/\left(\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{h}^{1/2}\right)$, natomiast porowatość zaprawy powinna zawierać się w przedziale 35÷40 %, co zapewni swobodną krystalizację soli oraz wysychanie wilgoci transportowanej z podstawy fundamentu. Miarą takiej porowatości może być współczynnik oporu dyfuzyjnego, który powinien spełniać warunek μ<15.

Należy również spełnić wymagania w zakresie wytrzymałości, gdyż warunek zachowania wysokiej porowatości utrudnia utrzymanie odpowiedniej wytrzymałości na ściskanie (1,5÷5 Mpa) oraz wytrzymałości na rozciąganie, która przyjmuje co najmniej trzykrotnie mniejsze wartości. Wskazane parametry są konieczne do zachowania, gdyż przy nawodnieniu w temperaturze poniżej 0° C w napowietrznych warunkach eksploatacji zapewni to odporność na destrukcję mrozową. W strefie pod gruntem problem ten rozwiązano przez izolowanie termiczne najbardziej zawilgacanej (najniżej położonej strefy muru fundamentowego). Należy również mieć na uwadze, że warstwy magazynujące sole, przy stale utrzymującym się napływie wód gruntowych będą spełniały również funkcje tynku ofiarnego (z wydłużonym okresem działania). Tak więc wysoka ich wytrzymałość nie jest wskazana. Pojawiające się odbarwienia, wysolenia a nawet małe lokalne uszkodzenia poniżej terenu należy zaakceptować jako typowe dla spełnianej funkcji.

Wymienione wyżej wymagania w zakresie wypełnień magazynujących sole spełnia np. tynk magazynujący sole, który stanowi warstwę buforową pomiędzy murem a zasypką filtracyjną. Przebieg prac jest następujący:

- podłoże należy dokładnie odpylić sprężonym (od oliwionym powietrzem lub odkurzaczem przemysłowym),
- przygotować porcję masy tynkarskiej (do czystego pojemnika wlać wodę i dodać suchą zaprawę, mieszać 2÷4 minuty mieszałem ręcznym do uzyskania jednorodnej masy i konsystencji dostosowanej do reprofilowanej spoiny lub kawerny,
- podłoże zwilżyć do stanu matowo wilgotnego,
- masę tynkarską nakładać szpachlówką i spoinówkami. Przed nakładaniem kolejnej warstwy należy nadać szorstkość za pomocą zdzieraka kratowego lub grzebienia tynkarskiego. Temperatura pracy +5 ÷+30° C,

Na wypełnienia wykonane przy zastosowaniu tynku magazynującego sole należy nałożyć warstwę tynku hydrofobowego grubości około 0,5 ÷1,0 cm (grubsze warstwy nie są zale-

cane). Należy przyjąć, że powstające ewentualnie drobne rysy skurczowe nie są usterką i należy je zaakceptować.

Właściwości poszczególnych warstw powinny być potwierdzone stosownymi certyfikatami.

8. HYDROFOBIZACJA POWIERZCHNI CEGIEŁ

Generalnie przyjmuje się, że hydrofobizacja pobocznicy murów narażonych na stałe zawilgacanie „od spodu" jest ryzykowna z uwagi na hamowanie parowania. Zaleca się zatem wykonanie, jednokrotnego zabiegu, który zapewni powierzchniową ochronę przed poborem wód infiltrujących podczas spływu wód opadowych bez nasączania głębiej położonych struktur cegieł ceramicznych. Zabieg nie spowoduje zniszczeń mrozowych ponieważ strefa stykająca się z gruntem jest izolowana termicznie płytami XPS, eliminującymi nadmierne wychładzanie powodujące kondensację wgłębną pary wodnej. Zatem po zakończeniu spoinowania powierzchnie porowatych jednostek murowych (cegły i zaprawy) powinny być poddane delikatnej impregnacji hydrofobowej. Zabieg ten polega na zwilżeniu powierzchni materiału preparatem impregnującym, który zostaje wchłonięty na skutek kapilarnej chłonności podłoża za pomocą pędzla. Po zakończeniu reakcji impregnat utworzy na wewnętrznej powierzchni kapilar niezwilżalny przez wodę, cienkowarstwowy, hydrofobowy film. Impregnacja zredukuje kapilarne wchłanianie wody spływającej i rozbryzgowej podczas opadów przez porowate cegły i spoiny.

Do impregnacji hydrofobizującej mogą być stosowane związki krzemoorganiczne (oligomery siloksanowe), żywice silikonowe, jak również wodne roztwory mikroemulsji silikonowych (rozpuszczalnikowe mieszaniny silanów i siloksanów, wodorozcieńczalne mieszaniny silanów/siloksanów (oferowane jako koncentraty – mikroemulsje silikonowe (SMK)), wodne emulsje mieszanin silanów i siloksanów.

W analizowanym przypadku preparat iniekcyjny powinien spełniać następujące wymagania:

- zachowanie otwartości dyfuzyjnej struktury,
- precyzyjne dawkowanie przy braku spływania,
- łatwość nakładania przy jednoczesnym kontrolowaniu zużycia,
- jednorodny czas kontaktu z zabezpieczaną powierzchnią,
- ograniczona (oczekiwana) głębokość penetracji do warstw powierzchniowych regulowana ilością preparatu i sposobem nanoszenia (pędzlowanie),
- brak oddziaływania na proces twardnienia i wiązania świeżych zapraw mineralnych z ceramiką i kamieniami (preparat na rozpuszczalniku wodnym).

Generalnie dobre efekty w impregnacji powierzchniowej fragmentów chłonnych powierzchni cegieł uzyskuje się przy zastosowaniu kremów tiksotropowych na bazie mieszanin silanów i siloksanów, jednak z uwagi na długotrwałe utrzymywanie się na powierzchni w ana-

lizowanym przypadku penetracja preparatu byłaby zbyt głęboka (zwykle w przypadku cegły ceramicznej jest to około 3 cm – przy oczekiwanej głębokości 1 cm).

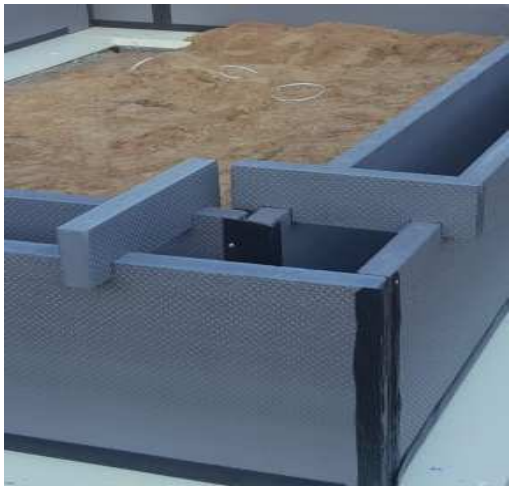
Preparaty na bazie rozpuszczalników organicznych również mają zbyt wysoką zdolność penetracji, co ogranicza właściwości transportowe wilgoci głębiej położonych warstw wypraw, a tym samym osłabia wysychanie. Optymalizacja głębokości penetracji jest konieczna. Zaleca się zastosowanie mikroemulsji SMK w postaci płynu nanoszonego pędzlem. Nanoszenie powłok hydrofobowych na powierzchnie wyspoinowane zaprawą renowacyjną (hydrofobową) nie jest korzystne, gdyż podwojenie zabiegu niekorzystnie ogranicza zdolności transportu dyfuzyjnego wilgoci i parowania już zabezpieczonego wcześniej tynku w procesie produkcji.

W optymalnych warunkach powierzchnia poddawana impregnacji hydrofobizującej powinna znajdować się w stanie powietrzno-suchym. W przypadku prac wykonywanych odcinkowo na powierzchniach murów stale pogrążonych w gruncie spełnienie tego warunku nie będzie możliwe. Należy wyeliminować oddziaływanie wody kroplistej, dlatego wykopy należy osłaniać przed opadami deszczu.

Jednokrotne naniesienie preparatu hydrofobowego powinno zapewnić efekt w postaci ograniczenia poboru wody mierzonego rurką Karstena w ilości nie większej niż 0,1 $\left[\mathrm{kg/m^2 \cdot h^{1/2}}\right]$. Badania kontrolne można również przeprowadzić przy zastosowaniu przenośnego goniometru. Kąt zwilżania powinien być większy niż 110 ^{o}. Jednocześnie należy mieć na uwadze minimalny okres tworzenia się warstwy ochronnej, który jest dość długi i w przypadku kremów tiksotropowych wynosi 4 tygodnie, w przypadku żywic silikonowych na rozpuszczalnikach organicznych 2 tygodnie zaś mikroemulsji SMK około 3 tygodni. Na pobranych techniką dłutowania fragmentach przełomu ceramiki można również sprawdzić głębokość penetracji, która nie powinna zawierać się w przedziale 0,5÷1,0 cm.

9. IZOLOWANIE TERMICZNE I SEPARACJA MURU FUNDAMENTOWEGO

Tępo wysychania pobocznicy muru zależy również od okresowo występującej kondensacji wgłębnej i powierzchniowej pary wodnej. Zjawiska te można wyeliminować lub znacznie ograniczyć przez wykonanie izolacji termicznych zewnętrznych stref stykających się z gruntem. Osłony termiczno- separacyjne należy wykonać z płyt polistyrenowych XPS wg technologii, której istotę pokazano na Rys.3 z wykończeniem krawędzi typu L lub FT (pióro-wpust).



Rys.3 Sposób układania płyt XPS z wykorzystaniem klamer z zakończeniami krawędzi typu I (zaleca się zastosowanie krawędzi typu L lub FT (pióro-wpust)

Ścianki z płyty XPS są łatwe w montażu szczególnie w strefie występowania wzmocnień cementowych, gdzie będzie zachodziła konieczność docinania płyt piłką ręczną lub nożem termicznym. Dzięki precyzyjnemu dopasowaniu płyt XPS do skomplikowanych kształtów fundamentów przypór, izolacja termiczna będzie skutecznie zabezpieczała przed przemarzaniem strefy osuszającej.

Wykonywanie ścianek osłony termicznej rozpoczyna się od narożnika wykorzystując przygotowane rozpórki stabilizujące (górne) oraz wewnętrzne wykonane z pasków XPS. Odległość płyt od lica muru (oznaczona na rysunku 1 literą X) będzie ustalana po wykonaniu wykopów. Należy stosować płyty XPS grubości 5 cm , kl. 700 ustawianych w odległości 25 cm od siebie. Wytrzymałość na ściskanie XPS-u przy pełzaniu 1,5 % wynosi 250 kPa. Jest to praktycznie więcej niż wytrzymałość gruntu przyjmowana do obliczeń statycznych (150-200 kPa). XPS nie zostanie więc zniszczony, a przyległy grunt będzie długotrwale oddziaływał na pobocznicę muru. Prognozowana zmiana grubości XPS - u o gr 5 cm po 50 latach może wynieść około 0,75 mm, jest więc pomijalna.

Równowaga ścianek podczas układania będzie zapewniona dzięki stosowaniu rozpórek, klamer i przede wszystkim równomiernemu i jednoczesnemu zasypywaniu połączonemu z zagęszczaniem przyściennej warstwy osuszającej, warstwy odwadniającej, a także zewnętrznej obsypki gruntem rodzimym. Można również wykorzystać połączenia na wkręty ciesielskie typu TorX 5 x 80, które scala się z wewnętrznymi rozpórkami wykonanymi również z XPS-u. Równomierne zasypywanie jak również zagęszczanie jest warunkiem koniecznym do zachowania stateczności ustroju. Zasypki należy wykonywać ręcznie do krawędzi poszczególnych warstw zachowując równowagę sił między parciem zasypki a gruntem. Wzdłuż południowej ściany krypty ścianę oporową należy wykonać z bloczków i równolegle okładać płytami XPS od strony wewnętrznej.

Wzdłuż szczytowej ściany wschodniej zaleca się zastosowanie klińca granitowego. Kruszywo łamane frakcji od 5 mm do 25 mm w kształcie fragmentu klina (bryły, której największe powierzchnie zbliżają się do siebie przez zwężenie dwóch równoległych powierzchni

bocznych) zapewni lepszą stateczność skarpy. Pozostałe obsypki można wykonać ze żwiru płukanego odpowiedniej frakcji. Prace naprawcze przewidziane wzdłuż wschodniego szczytu wymagają uzyskania zgody właściciela działki 231/7 na zajęcie pasa przyściennego w celu wykonania wykopu, wymiany przyległego gruntu na żwir płukany i wykonania ścianki separacyjnej. Należy zachować obecnie istniejące ukształtowanie skarpy, co zapewni dotychczasowy kierunek spływu wód opadowych. Wzdłuż tego odcinka nie zachodzi konieczność instalowania rury drenażowej jak również wykonywania studzienek kontrolnych. Odprowadzenie wód opadowych jest analogiczne jak w drenażu francuskim.

Minimalna grubość poszczególnych warstw kruszyw filtracyjnych (żwiru płukanego, tłucznia, klińca) poddawana zagęszczaniu nie powinna być większa niż 20 cm.

10. WYKONANIE ZABEZPIECZEŃ PODZIEMNEJ KRYPTY KOŚCIOŁA

10.1. Uwagi ogólne

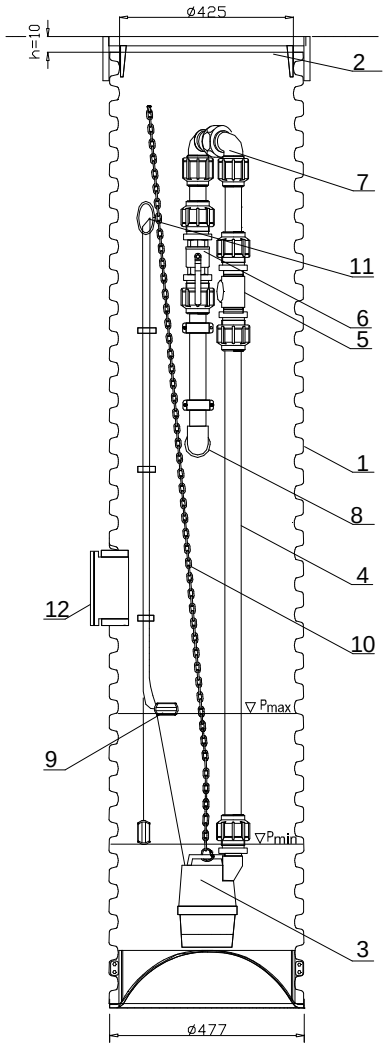
W kościele pod przyległą (boczną) kaplicą występuje podziemna krypta o sklepieniu łukowym. Ściana szczytowa krypty, przylega bezpośrednio do obszaru, w którym wykonywano wzmocnienia gruntu zaczynem cementowym. Istnieje więc duże ryzyko, że iniekt przedostał się do struktury ścian krypty. W związku z powyższym w obszarze tym należy zmodyfikować technologię wykonania zabezpieczeń przeciwwilgociowych poprzez odpowiednie zaplanowanie etapów wykonywania robót. W celu zabezpieczenia pomieszczenia krypty przed przedostaniem wód opadowych do jej wnętrza należy wykonać w pierwszej kolejności zabezpieczenie wykopu wzdłuż ściany, a następnie dopiero wówczas realizować prace konserwatorskie (reprofilację powierzchni).

10.2. Drenaż punktowy

W związku ze znacznym zagłębieniem krypty, w obszarze jej ściany szczytowej (południowej) należy wykonać drenaż punktowy, w postaci dwóch studni z pompami samo ssącymi w osłonie rurowej Ø 477 mm lub większej. Również układ warstw filtrujących w tym obszarze musi być zmodyfikowany w stosunku do pozostałych murów przyziemia. Zamiast ścianek separacyjnych z XPS (wypełnionych żwirem płukanym) należy wykonać ścianę zaporową z bloczków betonowych na zaprawie cementowej. Np. z betonowych kształtek wypełnianych betonem, lub z bloczków monolitycznych. Przestrzeń pomiędzy murem zaporowym a ścianą fundamentową wypełnić analogicznie łamanym grysem granitowym.

Wzdłuż poprzecznych ścian zewnętrznych krypty należy wykonać analogiczny drenaż opaskowy wg odrębnego opracowania. Przykładowy system pompowy przedstawiono na rysunku 4 na str. 22.

Przykładowa pompownia wód drenażowych ϕ 425 z pompą zatapialną



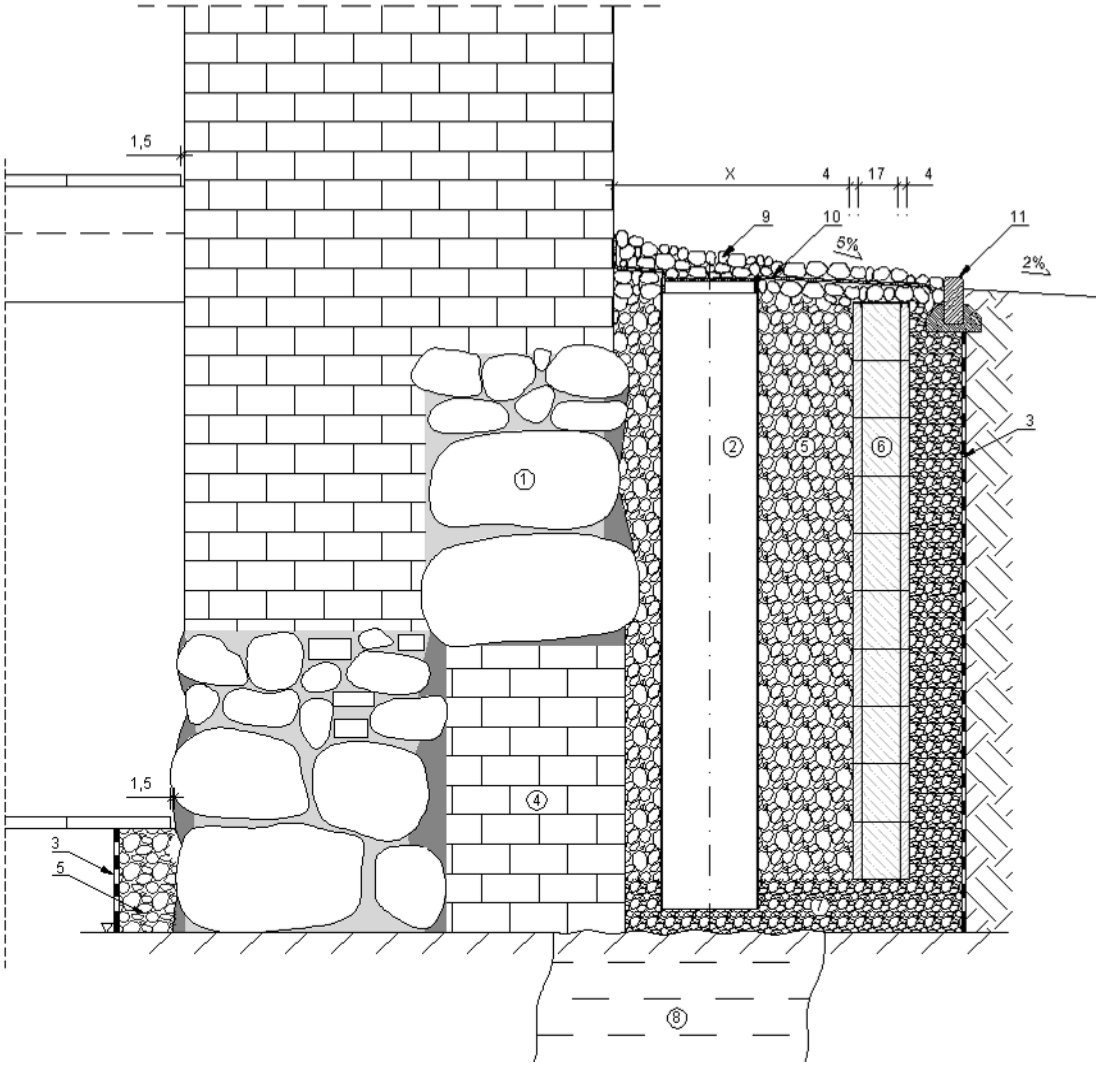
1. Zbiornik pompowni wykonany z rury karbowanej 425 mm
2. Zwieńczenie typ II z pokrywą żeliwną A15
3. Pompa zatapialna
4. Wewnętrzna instalacja tłoczna z rur PE 80-40 mm
5. Zawór zwrotny 1 1/4"
6. Zawór odcinający 1 1/4"
7. Śrubunek do łączenia stałej i wyjmowanej wewnętrznej instalacji tłocznej
8. Podłączenie zewnętrznej sieci kanalizacji ciśnieniowej uszczelka "in situ" 40mm
9. Wyłączniki pływakowe
10. Zawieszenie pompy
11. Inst. przepustu kablowego 50x250 mm
12. Wkładka "in situ" Ø110 mm

10.3. Etapy wykonania zabezpieczenia ściany południowej krypty

.

Po wykonaniu i zabezpieczeniu wykopu szalunkiem, należy oczyścić ścianę fundamentową na całej wysokości. Kolidujące z elementami odwodnienia fragmenty kolumn Jet grouting oraz inne ewentualne przeszkody w postaci występowania głazów należy usunąć wg technologii opisanej w pkt 12. Pozostałości zaczynu cementowego oraz luźne fragmenty należy odspoić i uzupełnić zaprawą otwartodyfuzyjno-liofilową np. specjalistycznym tynkiem konserwatorskim, magazynującym sole (bez warstwy hydrofobowej i gładzi). Większe ubytki przemurować cegłą (można użyć cegieł z rozbiórki, wolnych od soli) stosując zaprawę naprawczą. Na okres wiązania zaprawy (min. 3 dni) wykop zabezpieczyć przed opadami deszczu zadaszeniem oraz wykonać odprowadzenia wód deszczowych z rynien poza strefę wykopu. Po związaniu zaprawy można przystąpić do wykonania podsypki żwirowej

Po zakończeniu spoinowania i hydrofobizowania można przystąpić do wykonania drenażu punktowego w postaci studni odwadniających. Przestrzeń pomiędzy murem zaporowym a szalunkiem również wypełnić łamanym grysem granitowym (rys.5).



Rys 5. Wykonanie drenażu ściany południowej krypty

1 – mur mieszany ze spoinami uzupełnionymi zaprawą otwartodyfuzyjno-liofilową 2 – studnia drenarska z perforowanej rury karbowanej, z perforowaną pokrywą (w studni umieścić pompę wód zanieczyszczonych z pływakiem i odprowadzeniem wody), 3 – folia PE separująca obsypkę żwirową od gruntu ułożona na szalunku traconym, 4 – uzupełnienia ściany (podmurowania), 5 – grys granitowy stabilizowany frakcji 16-22, 6 – ściana oporowa wykonana z kształtówek betonowych (bloczków szalunkowych) wypełniona betonem, 7 – żwir płukany frakcji 8÷16, 8 – wzmocnienia cementowe, 9 – otoczak granitowy (przeciwrozbryzgowy) frakcji 32÷65, 10 – mata półprzepuszczalna separująca wody opadowe, 11 – obrzeże chodnikowe stabilizowane w podsypce betonowej; X – odległość warstwy odwadniającej od lica muru uzależniona od położenia kamieni oraz wzmocnień cementowych

11. OGÓLNE WYTYCZNE WYKONYWANIA PRAC

Roboty powinny być prowadzone przez Wykonawcę i odbierane przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca, któremu Inwestor zleci wykonanie prac powinien legitymować się odpowiednim przygotowaniem do prowadzenia prac specjalistycznych w dziedzinie wykonywania prac renowacyjnych w obiektach zabytkowych. Wszystkie prace budowlano-izolacyjne wykonać należy zgodnie z ogólnymi warunkami BHP i p. poż.

Roboty ziemne prowadzone w planowanym wykopie wiążą się z wysokimi zagrożeniami, które bagatelizowane mogą skutkować groźnymi wypadkami. Największe zagrożenia stwarza niezabezpieczenie wykopu wąsko przestrzennego wykonywanego wzdłuż krypty.

Projektowany wykopy jest budowlą ziemną, należącą do kategorii tymczasowych konstrukcji, określanych jako obiekt budowlany, klasyfikowany jako wąsko przestrzenny o szerokości dna mniejszej lub równej 1,5 m, głęboki (o głębokości większej niż 3 m). Prace ziemne muszą być prowadzone pod nadzorem doświadczonych i wykwalifikowanych osób, posiadających wiedzę z zakresu BHP. Należy dokładnie sprawdzać kompetencje powyższych osób. Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy pracach w wykopie muszą posiadać wymagane kwalifikacje zawodowe i zdrowotne. Powinni być także przeszkoleni w dziedzinie BHP adekwatnie do zakresu prowadzonych prac oraz zapoznani z ryzykiem zawodowym dla zadania.

Maszyny, urządzenia, narzędzia i sprzęt pomocniczy stosowane przy robotach w wykopie powinny być sprawne technicznie oraz posiadać wymagane certyfikaty (np. wyciągarki przyścienne). Osoby je obsługujące muszą posiadać wymagane uprawnienia i badania lekarskie. Pracowników zatrudnionych w warunkach zagrożeń wynikających z Oceny Ryzyka należy wyposażyć w odpowiednią odzież, obuwie i sprzęt ochronny. Należy ich także zapoznać z zasadami jego stosowania. Roboty należy prowadzić w minimum dwuosobowej obsadzie. Ponadto, trzeba zadbać o środki techniczno-organizacyjne zapewniające bezpieczeństwo na stanowiskach pracy oraz skuteczną asekurację i ewakuację w przypadku wystąpienia takiej potrzeby. Podstawowym dokumentem w zakresie BHP, niezbędnym do rozpoczęcie i prowadzenia robót w wykopie jest Instrukcja Bezpiecznego Wykonywania Robót.

Miejsce wykopu należy ogrodzić i oznakować poprzez umieszczenie tablic z napisami ostrzegawczymi. Każdorazowe rozpoczęcie robót ziemnych należy poprzedzić sprawdzeniem stanu zabezpieczeń wykopu, w tym głównie obudów ścian. Na czas zmroku i nocy wykop należy skutecznie zabezpieczyć przed możliwością wpadnięcia do niego osób postronnych.

Wykop należy zabezpieczać barierami ochronnymi o wysokości 1,1 m, ustawionymi w odległości nie mniejszej niż 1 m od krawędzi zagłębienia. W przypadku uzasadnionych względów bezpieczeństwa, niezależnie od ustawionych balustrad, wykop należy szczelnie zakrywać, w sposób uniemożliwiający wpadnięcie do nich. Gruntu wybieranego z wykopu nie wolno składować przy krawędzi wykopu.. Wzdłuż krawędzi wykopu należy pozostawić wolny pas terenu o szerokości min. 0,6 m. W przypadku zastosowania przykrycia wykopu, zamiast balustrady teren robót można oznaczyć za pomocą lin lub taśm umieszczonych wzdłuż wykopu, na wysokości 1,1 m i w odległości 1 m od krawędzi zagłębienia. Ruch środków transportu obok wykopów może odbywać się poza granicą klina naturalnego odłamu gruntu. Pracujące urządzenia powinny być ustawione w odległości co najmniej 0,6 m od wykopu, poza granicą klina naturalnego odłamu gruntu. Wokół nich należy wyznaczyć strefę niebezpieczną i odpowiednio ją oznakować. Po przekroczeniu 1 m ściany wykopu należy skutecznie zabezpieczać poprzez obudowy wykonane z bali grubości minimum 5 cm.

Wzdłuż krawędzi wykopu należy pozostawić wolny pas terenu o szerokości min. 0,6 m. Wykopy o głębokości powyżej 1 m należy wyposażyć w bezpieczne zejścia za pomocą schodni lub drabiny.

Demontaż zabezpieczeń wykopu należy prowadzić od jego dna, usuwając je w miarę zasypywania wykopu. Zabezpieczenia wykopu można usuwać jednoetapowo z wykopów wykonanych na głębokości do 0,3 m.

W przypadku natrafienia na przedmioty metalowe, zardzewiałe, przypominające pociski, rakiety, głowice lub inną amunicję należy przerwać roboty i zachować szczególną ostrożność. Przedmiotów takich nie wolno dotykać. Trzeba zapewnić stały nadzór nad nimi do czasu przybycia odpowiednich służb. Teren znaleziska należy ogrodzić i oznakować tablicą: „Uwaga – niewybuchy!”. O znalezisku trzeba powiadomić kierownictwo budowy oraz inne organa, a następnie czekać na przybycie odpowiednich służb.

Zabrania się:

- jednoczesnego prowadzenia innych robót w miejscu wykonywania wykopu,
- tworzenia nawisów, podkopywania bądź podcinania skarp,
- schodzenia do wykopu oraz wychodzenia z niego po rozporach lub innych elementach obudowy,

12. WYBURZENIA ELEMENTÓW BETONOWYCH

12.1. Uwagi ogólne

Zalegający w wykopach gruz betonowy oraz fragmenty wzmocnień betonowych, które wykraczają poza obrys murów przyziemia można wyburzyć nisko wibracyjną metodą polegającą na zastosowaniu pęczniejącej zaprawy w odpowiednio rozmieszczonych otworach. Ekspansja iniektu pozwala rozsadzić kolizyjne fragmenty przez dokładnie zaplanowane pęknięcia liniowe. Odspajanie powinno być delikatne tak aby nie ingerować w strefy podpierające mur przyziemia.

Iniekt ekspansywny ma postać szarocementowego proszku, który mieszany jest z wodą jest wprowadzany do uprzednio wywierconych otworów. Wskutek reakcji chemicznej, postępujące rozszerzanie się materiału wyzwala siłę ekspansyjną, która bezgłośnie rozrywa element przeznaczony do wyburzenia. Wytwarzane ciśnienie ekspansji przekracza 10-krotnie wytrzymałość na rozciąganie betonu i innych materiałów mineralnych. W wyburzanych elementach żelbetowych zbrojenie zostaje uwolnione.

12.2. Zasada działania materiału ekspansywnego

Po napełnieniu wywierconych otworów i krótkim czasie reakcji, iniekt pęcznieje i wywiera ciśnienie rozprężania. Po przezwyciężeniu wytrzymałości na rozrywanie wyburzanego materiału (w optymalnych warunkach stosowania już po 30 minutach) pojawiają się rysy, które aż do ustania reakcji chemicznej stale się powiększają (materiał pracuje dalej).

Specjalne środki bezpieczeństwa konieczne przy stosowaniu materiałów eksplodujących są tu zbędne, dzięki czemu wyburzenia materiałem ekspansywnym mogą być wykonywane ogólnobudowlanych pracowników, bez wymagania specjalistycznych kwalifikacji.

12.3. Zasady stosowania

Dla uzyskania optymalnej reakcji, proszek należy mieszać z jak najmniejszą ilością wody konieczną do otrzymania homogenicznej, płynnej konsystencji. Nigdy nie należy dodawać więcej wody niż podano w opisie technicznym.

Wymagania:

- otwory muszą być suche i oczyszczone ze zwiercin,
- określając średnice otworów i temperaturę wody zarobowej należy zawsze brać pod uwagę aktualną temperaturę obiektu,
- najlepiej jest wiercić wyłącznie otwory pionowe (jeżeli tylko istnieje taka możliwość),
- należy zapewnić właściwy rozstaw otworów.
- otwory należy chronić przed deszczem i bezpośrednim nasłonecznieniem, nie obciążać ich mechanicznie.
- przy wyburzaniu przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy

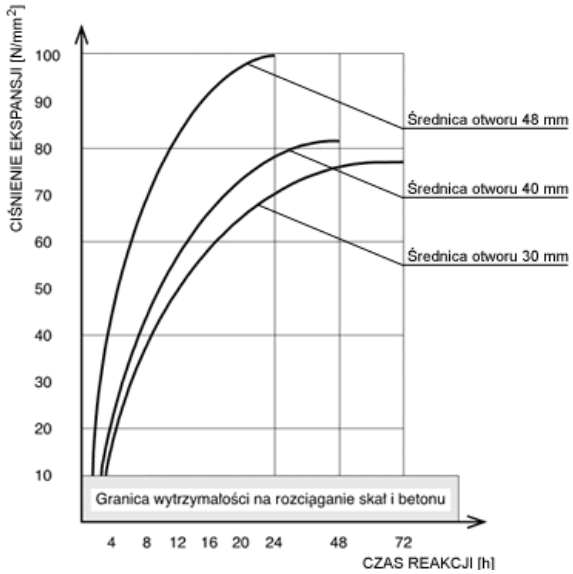
12.4. Informacje techniczne

Materiał zwiększa objętość ok. dziesięciokrotnie. Ta zdolność "puchnięcia" wywołuje siłę rozsadzania wykorzystywaną przy wyburzaniu. Wytwarzanie siły ekspansji uzależnione jest od przebiegu reakcji chemicznej i tym samym zarówno od temperatury wyburzanego elementu budowli jak i od średnicy wykonanych otworów. Przy średnicy otworu 48 mm i w temperaturze 40 ^{o}C reakcja chemiczna zachodzi zbyt szybko i występuje niebezpieczeństwo wydostania się ("wydmuchania") materiału z otworu, zanim jeszcze zdąży się on w nim osadzić. Przy tej temperaturze średnicę otworów ogranicza się do 30 mm.

Nie należy nigdy przekraczać następujących średnic otworów:

- 48 mm przy temperaturze obiektu do + 10 ^{o}C,
- 40 mm przy temperaturze obiektu do + 30 ^{o}C,
- 30 mm przy temperaturze obiektu do + 40 ^{o}C.

Poniższy wykres pokazuje przebieg wartości ciśnienia ekspansji w funkcji czasu trwania reakcji, dla różnych średnic otworów stosowanych do wyburzania



Wykres 1. Zależność pomiędzy ciśnieniem ekspansji i czasem trwania reakcji dla różnych średnic otworów.

Pęczniejący materiał najlepiej osadza się w wyburzanym elemencie, kiedy otwory wiercone są prostopadle w stosunku do powierzchni.

12.5. Zużycie materiału

Poniższa tabela przedstawia orientacyjne zużycie suchego proszku na 1 mb wywierconego otworu o różnych średnicach.

Średnica otworu [mm]	48	40	30	20
Zużycie materiału [kg/mb]	3,0	2,1	1,2	0,5

Tabela 1. Zużycie materiału przy wyburzaniu otworami o różnych średnicach.

OPTYMALNY CZAS REAKCJI I SIŁĘ EKSPANSJI OTRZYMUJE SIĘ STOSUJĄC OTWORY O ŚREDNICY 40 mm

Zużycie materiału szacowane na jednostkę objętości wyburzanego elementu konstrukcji zależy od pożądanego stopnia rozdrobnienia tego elementu. Nie należy dopuścić do wyburzania przez zniszczenie elementu w całej objętości (kompletne rozkruszenie na drobne kawałki). Taka sytuacja może wystąpić przy gęstym rozmieszczeniu otworów i dużym zużyciu materiału, (orientacyjne zużycia przy niszczeniu różnych materiałów [kg/m^3]:

- skały: 5
- beton: 5 – 12.

Należy stosować wyburzanie przez podział elementu na części stosując pojedyncze otwory o mniejszych średnicach i niewielkie ilości materiału. (Orientacyjne zużycie przy podziale na części i dobrych możliwościach załadunku i transportu może wynosić 0,5 - 2 kg/m^3).

OPTYMALNE WYBURZENIE POLEGA NA DZIELENIU ELEMENTÓW NA CZĘŚCI ***!***

12.6. Rozstaw i głębokość otworów

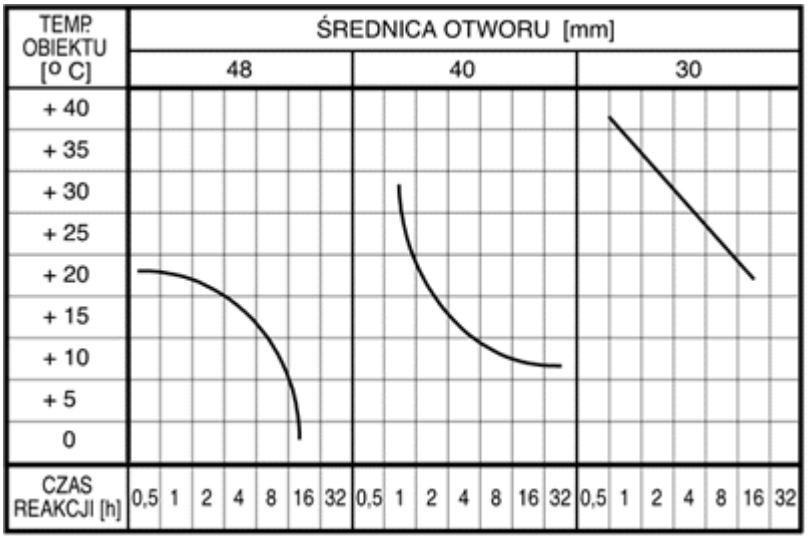
Materiał	Odległość między otworami	Głębokość wiercenia
Beton niezbrojony	a = (10 - 20) x d	b = 0,8 x t
skały naturalne: piaskowiec, wapień marmur, bazalt	a = (10 - 15) x d	b = (0,7 - 0,9) x t
mur	a = t	b = 0,9 x t

Tabela 2. Zależność pomiędzy średnicą otworów, ich rozstawem i głębokością, dla różnych wyburzanych materiałów: a - odległość pomiędzy otworami, b - głębokość otworów, d - średnica otworów, t - przekrój elementu.

Zawsze należy przestrzegać, aby głębokość otworów była co najmniej czterokrotnie większa od średnicy. W zależności od rodzaju wyburzanego materiału i pożądanego skutku wyburzenia (kompletne zniszczenie lub tylko podział), rozstaw wierconych otworów jest bardzo zróżnicowany. Wartości orientacyjne rozstawów koniecznych dla niszczenia różnych materiałów podaje tabela 2. Chcąc osiągnąć najmniejsze zużycie materiału (najrzadszy skuteczny rozstaw otworów) należy wykonać próbne wyburzenia zaczynając od gęstszego rozstawu (patrz tabela 2) i następnie, w kolejnych próbach, przechodzić do coraz większych odstępów obserwując każdorazowo skutek. W przypadku, gdy z przyczyn technicznych, nie możemy wywiercić otworu na pożądaną głębokość, należy wykonywać wyburzenie etapowo - warstwami.

12.7. Czas reakcji i graniczne temperatury stosowania

Okres czasu, który upływa od umieszczenia materiału w otworach do powstania pierwszych pęknięć wyburzanego elementu, nazywamy czasem reakcji. Zależy on przede wszystkim od temperatury elementu oraz od średnicy otworów - patrz wykres 2.



Wykres 2. Orientacyjne czasy reakcji materiału w różnych temperaturach i przy różnych średnicach otworów stosowanych do wyburzania.

12.8. Zasady obróbki

Do wykonania otworów najlepiej nadają się wiertarki napędzane sprężonym powietrzem ponieważ automatycznie usuwają zwierciny z wnętrza otworów. Zaletą zastosowania wiertnic z koronami diamentowymi jest ich cicha praca oraz możliwość swobodnego wykonywania otworów o dużych głębokościach i w dowolnym miejscu - bez potrzeby omijania kamieni granitowych.

Przed rozpoczęciem wyburzania należy przygotować:

- miarkę do dokładnego dozowania potrzebnej ilości wody,
- środki bezpieczeństwa: rękawice ochronne, okulary ochronne, kask ochronny,
- wiertarkę z osadzonym mieszadłem,
- naczynie do mieszania,
- lejek do napełniania otworów.

Mieszanie.

Do pojemnika z proszkiem należy wlewać wodę mieszając jednocześnie zarabiany materiał przy pomocy wiertarki zaopatrzonej w mieszadło.

Stosować jak najmniej wody i w żadnym wypadku nie więcej niż to określono w opisie technicznym.

Czas mieszania powinien wynosić dokładnie 4 minuty. W przeciwnym razie początek reakcji może nastąpić zbyt szybko.

Wypełnianie

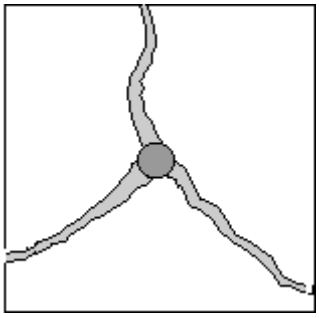
Przy pomocy lejka zmieszany materiał wlewany jest do wcześniej wywierconych otworów. Napełnianie winno odbywać się od dołu ku górze burzonego elementu.

UWAGA !

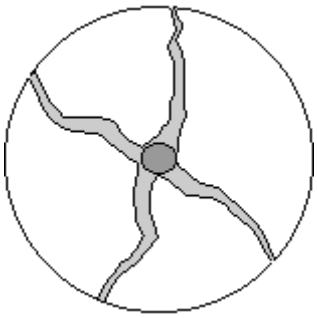
Wyburzany obiekt należy osłonić plandeką przed bezpośrednim nasłonecznieniem i deszczem.

12.9. Kierowanie szczelinami i programowany podział elementów na bloki

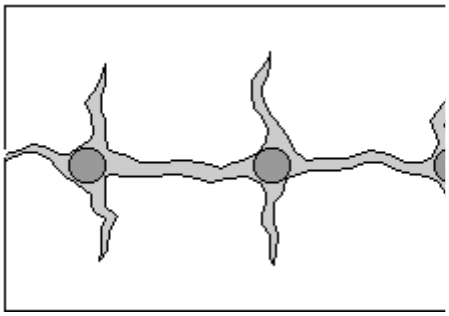
W wyburzanym elemencie niezbrojonym, o przekroju kwadratowym, z jednym otworem wykonanym w środku, tworzy się kilka nie kontrolowanych szczelin. Ich przebieg zależy od temperatury części budowli i uwarstwienia materiału. Z reguły tworzą się w takim przypadku trzy części. Przy wyburzaniu elementu żelbetowego takie umieszczenie otworu jest złym rozwiązaniem ponieważ pręty zbrojeniowe zlokalizowane na obwodzie, przejmą i przeniosą powstającą siłę ekspansji.



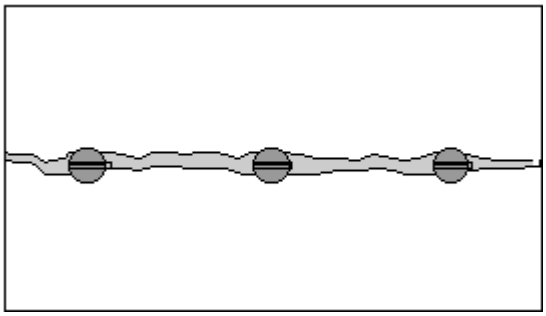
Przy środkowym usytuowaniu otworu w elemencie o przekroju okrągłym z zasady tworzą się dzięki sile ekspansji cztery rozrywające pęknięcia.



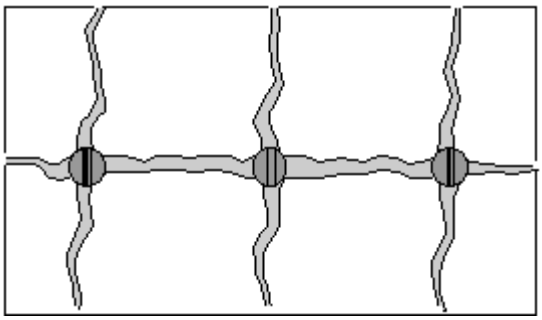
Otwory uporządkowane wspierają się w tworzeniu szczeliny. Od głównego pęknięcia odchodzą jednak dodatkowe pęknięcia niekontrolowane. Im dalej od siebie oddalone są otwory o tyle wyraźniej się one zaznaczają. Im większe odległości między otworami tym bardziej wyraźne są pęknięcia niekontrolowane.



Przez włożenie do otworów listew stalowych lub drewnianych można wyburzać programując przebieg szczeliny. Linia szczeliny kieruje się zgodnie z położeniem listew. Rysa tworzy się zawsze w kierunku głównym, podobnie jak w przypadku książki, która otwiera się równolegle do jej okładek. Listwy można używać wielokrotnie. Ich zadanie to podział otworu na dwie połówki. Grubość listew - ok. 2 mm.

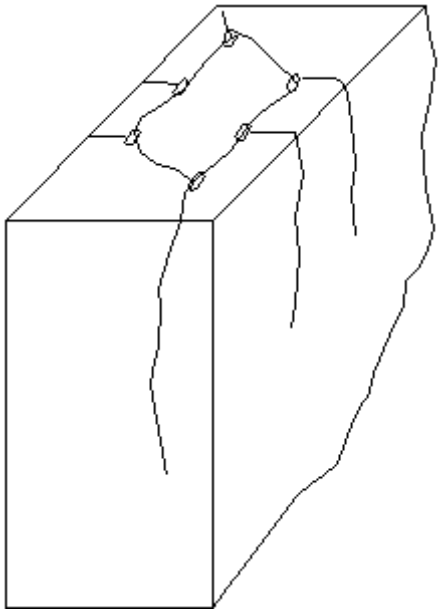


Programowane tworzenie bloków poprzez specjalne ułożenie listew. Wstępnie otwór wypełnia się do ok. 80-90%. Po włożeniu listwy dolewa się do otworu brakujący materiał. W wyniku reakcji otrzymamy przebieg rys jak na rysunku. Siła ekspansji jest znacznie wyższa przy poprzecznym ułożeniu listew.



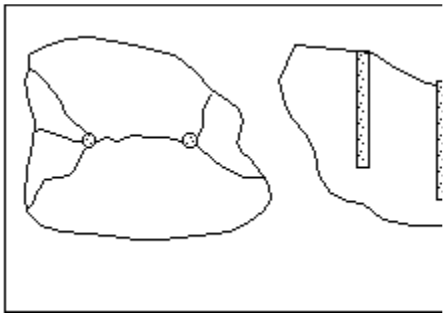
pomocnicze wykorzystywane są przy powstawaniu budowli i potrzebne są tylko w czasie trwania budowy. Są nimi np.: przypory stosowane przy układaniu ciągów rur kanałowych, fundamenty dla żurawi wieżowych oraz tymczasowe

bloki fundamentowe przy wznoszeniu budowli hydrotechnicznych.



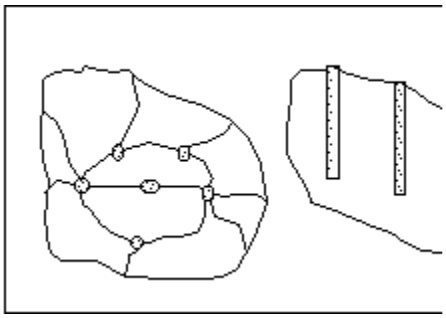
.

ROZDRABNIANIE SKAŁ I KAMIENI



Należy postępować w zależności od wielkości i kształtu kamienia.

Dwoma głębokimi otworami można podzielić na kilka części nawet kilkunastotonowy głaz.



Otwory stosowane w grupach wspierają się wzajemnie i dzielą blok na większą ilość elementów.

Przy wyburzaniu większą ilością otworów usytuowanych w centrum bloku oddziaływanie szczelin jest większe.

Zalecana średnica otworów - 40 mm. Odstępy - ok. 40 cm. Głębokość otworów - ok. 70 - 80% wysokości głazu.

D A N E T E C H N I C Z N E

Gęstość zarobionego materiału:	2,06 kg/dm^3
Ciężar nasypowy proszku:	1,65 kg/dm^3
Zużycie suchego materiału:	2,10 kg na 1 mb otworu o średnicy 40 mm, 0,50 kg na 1 mb otworu o średnicy 20 mm

Czas obróbki:	10 - 15 minut (zarobiony materiał powinno się zużyć natychmiast)
Konsystencja po zarobieniu:	płynna
Dopuszczalne temperatury obiektu:	od +1 do +30 ^{o}C
Temperatura wody zarobowej dla różnych temperatur obiektu:	od +1 do +15 ^{o}C: od +15 do +30 ^{o}C:
Zapotrzebowanie na wodę zarobową:	maksymalnie 25 % masy proszku (nie więcej niż 2,5 dm^3 wody na 1 opakowanie 10 kg proszku)
Odstępy pomiędzy otworami:	a = (5 - 20) x d gdzie: d - średnica otworów
Głębokość wiercenia:	L = 0,8 x t gdzie: t - grubość elementu
Powstanie pierwszych pęknięć:	nie wcześniej niż po 30 minutach (zależnie od średnicy otworów i temperatury obiektu)

ZAWSZE NALEŻY PRZESTRZEGAĆ ZASAD BEZPIECZEŃSTWA !

SPOSÓB ZASTOSOWANIA

Iniekt ekspansywny pozwala na wyburzanie elementów konstrukcji przez miażdżenie ich w całej objętości, wyburzanie przez planowany podział dużych elementów na części nadające się do transportu oraz na przyspieszenie wyburzeń realizowanych metodą tradycyjną. Wyburzanie przez podział elementów na części jest szczególnie zalecane, ponieważ nakład czasu i zużycie iniektu ekspansywnego są przy takim postępowaniu minimalne.

Bez względu na obraną metodę wyburzania, najpierw należy wywiercić otwór próbny i zmierzyć w nim temperaturę obiektu. W zależności od temperatury obiektu należy dobrać odpowiednią średnicę otworów i temperaturę wody zarobowej. Zaplanować rozmieszczenie i wykonać otwory.

Zalecane są do tego celu wiertarki z napędem pneumatycznym, ponieważ przy ich zastosowaniu zwierciny usuwane są automatycznie z otworu. Zaletą zastosowania wiertnic z koronami diamentowymi jest możliwość wykonania otworów w dowolnym miejscu, bez potrzeby omijania zbrojenia i bez hałasu.

Przed wypełnieniem otwory powinny być czyste i suche.

Do pojemnika z proszkiem należy wlewać wodę mieszając jednocześnie zarabiany materiał przy pomocy wiertarki zaopatrzonej w mieszadło.

Należy dodać minimalną ilość wody konieczną do otrzymania płynnej mieszanki pozbawionej grudek. Nie należy nigdy przekroczyć stosunku wagowego 25 %.

Czas mieszania powinien wynosić dokładnie 4 minuty. W przeciwnym razie początek reakcji może nastąpić zbyt szybko.

Należy zarobić tylko tyle materiału, ile można wykorzystać w ciągu kilku minut. W przypadku zarobienia dużej ilości materiału należy rozlać go do kilku pojemników.

Jednolitą, gęstą mieszaninę należy możliwie szybko wlać do przygotowanych otworów. Można to wykonać bezpośrednio z wiaderka lub przy pomocy lejka.

W przypadku wypełniania większej ilości otworów rozmieszczonych rastrowo, zalewanie zaleca się rozpoczynać od otworów wewnętrznych, co zapewnia większą efektywność ciśnienia ekspansji. Po zalaniu otwory powinny być osłonięte przed słońcem i deszczem, ale nie należy ich obciążać mechanicznie. Z uwagi na niebezpieczeństwo, które może być spowodowane przez gwałtowne wydostanie się materiału z otworów, średnice otworów nie powinny nigdy przekraczać 48 mm przy temperaturze obiektu 1 - 30 ^{o}C, oraz 30 mm przy temperaturze obiektu 30 - 40 ^{o}C.

Z A L E C E N I A

Wskazane jest zawsze wypełnienie w pierwszym etapie otworów rozmieszczonych w gęstym rastrze próbnym i w kolejnych etapach zwiększanie odległości między otworami w zależności od uzyskiwanego efektu wyburzenia.

Podobnie należy postępować ze średnicami otworów, rozpoczynając od np. 40 mm i przechodząc do 30 lub 20 mm.

Skuteczność ekspansywnego iniektu zależy od temperatury i indywidualnych cech obiektu.

W przypadku niszczenia elementów zbrojonych należy rozpoczynać od otworów rozmieszczonych z maksymalną gęstością w/g zaleceń przedstawionych w DANYCH TECHNICZNYCH.

Narzędzia po użyciu należy umyć wodą.

Z A S A D Y B E Z P I E C Z E Ń S T W A

Elementy budowli poddawane wyburzeniu należy chronić przed deszczem i bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych przez okrycie plandeką.

KATEGORYCZNIE ZABRANIA SIĘ ZAGLĄDANIA DO WYPEŁNIONYCH OTWORÓW ORAZ WLEWANIA MATERIAŁU DO BUTELEK SZKLANYCH LUB INNYCH POJEMNIKÓW ZWĘŻAJĄCYCH SIĘ KU GÓRZE.

Podczas obróbki należy stosować rękawice gumowe i okulary ochronne.

Przy niszczeniu konstrukcji o strukturze złożonej należy tak zaplanować kolejność prac, aby wyburzenie pierwszych elementów nie spowodowało utraty stateczności przez pozostałe części budowli.

Obszar objęty pracami należy na czas działania materiału chronić przed dostępem dzieci, a także oznaczyć tablicami "NIEUPOWAŻNIONYM WSTĘP WZBRONIONY".

F O R M A O P A K O W A N I A I P R Z E C H O W Y W A N I E

Wiaderka plastikowe 10 kg z uchwytem, zamykane "na wcisk".

Okres magazynowania w pomieszczeniach suchych o temperaturze powyżej 0°C, w oryginalnie zamkniętych opakowaniach, nie dłuższy niż 6 miesięcy od daty zakupu.

12.10. Przykłady wyburzania fragmentów głowic kolumn betonowych

Fot. 2. Przykład wyburzania fragmentów kolumn przy pomocy ekspansywnego iniektu

Fot. 3. Przykład wyburzania fragmentów kolumn przy pomocy ekspansywnego iniektu

Fot. 4. Przykład wyburzania fragmentów kolumn przy pomocy ekspansywnego iniektu

dr hab. inż. Robert Wójcik, prof. UWM
upr. bud. do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
upr. bud. nr ew. 260/82/OL i 5/94/OL
Rzeczoznawca Budowlany
CRRB 2.1/01/R