

RESELTAM

Development of web-based education module for the craftsmen working in restoration sector to receive a vocational training according to European quality standardization



E-learning

Budownictwo

Moduł 5
Procedury

Indeks

| | |
|--|----|
| 1. Konsolidacja fundamentu..... | 3 |
| 1.1 Wzmocnienie istniejące fundamenty..... | 3 |
| 1.2 Odtworzenie fundamentu | 3 |
| 1.3 Przenoszenie obciążeń do gruntu | 3 |
| 2. Konsolidacja ściany przez torkretynację..... | 3 |
| 3. Przebudowa ściany kamiennej | 4 |
| 4. Usuwanie roślin z ścian (rośliny wierzchnie) | 5 |
| 4.1 Wyrwanie z korzeniami | 5 |
| 4.2 Chemiczne usuwanie..... | 5 |
| 5. Usuwanie wysokich roślin z ścian (głęboko zakorzenione rośliny) | 5 |
| 5.1 Metoda klasyczna | 5 |
| 5.2 Metoda alternatywna | 6 |
| 5.3 Metoda popularna..... | 6 |
| 6. Monitoring popęknięć w ścianie z kamienia..... | 6 |
| 6.1 Obserwacja popęknięć | 6 |
| 6.2 Metoda szpilkowa | 6 |
| 6.3 Metoda panelowa gipsu lub wapna (użycie zewnętrzne)..... | 6 |
| 6.4 Metoda alternatywna | 6 |
| 7. Naprawa popęknięć w ścianie z kamienia | 7 |
| 7.1 Otynkowane wnętrza i ściany zewnętrzne | 7 |
| 7.2 Metoda alternatywna | 7 |
| 8. Naprawa i renowacja uszkodzonego kamienia | 7 |
| 8.1 Płytkie zagłębienia (do 30 mm) | 8 |
| 8.2 Głębokie zagłębienia (powyżej 30 mm) | 8 |
| 9. Wymiana uszkodzonego kamienia..... | 8 |
| 10. Doraźne podpory wybrzuszenia ściany..... | 9 |
| 10.1 Podpory doraźne i orusztowanie wybrzuszenia | 9 |
| 10.2 Doraźna podpora wybrzuszenia przez zakotwiczenie..... | 9 |
| 11. Naprawa wybrzuszenia przez przebudowę segmentu ściany..... | 9 |
| 12. Konsolidacja ściany z kamienia z systemem kotwiczenia | 10 |
| 13. Konsolidacja lub wymiana złamanego nadproża | 10 |
| 14. Naprawa kamienia w kontakcie z metalowymi elementami | 11 |
| 15. Naprawa pęknięć i odpadanie tynku | 11 |
| 15.1 Odpadanie oraz głębokie pęknięcia jako rezultat ruchu konstrukcyjnego | 11 |
| 15.2 Drobne pęknięcia tynku | 11 |
| 16. Powstrzymanie procesu zawilgocenia..... | 12 |
| 16.1 Metoda drenażu | 12 |
| 16.2 Metoda bariery membranowej | 12 |
| 17. Naprawa uszkodzonych fug | 12 |
| 17.1 Przygotowanie ściany..... | 13 |
| 17.2 Przygotowanie zaprawy | 13 |
| 17.3 Położenie zaprawy..... | 13 |
| 18. Kosmetyka elewacji | 13 |
| 18.1 Szorowanie z użyciem wody bieżącej..... | 14 |
| 18.2 Czyszczenie strumieniem wody(zimnej lub gorącej) pod ciśnieniem | 14 |
| 18.3 Czyszczenie przez zdzieranie | 14 |
| 18.4 Czyszczenie chemikaliami | 14 |
| 19. Oczyszczanie elewacji z skryształizowanych soli | 14 |

1. Konsolidacja fundamentu

Po rozpoznaniu problemów należy przewidzieć następujące czynności:

- Podjąć kroki zapobiegające dalszej degradacji, użyć podpory pod sklepienia, sufity i ściany.
- Ustabilizować grunt przez odprowadzenie wody systemem drenażowym wokół budynku
- Usunąć zbędne materiały wywołujące obciążenie
- Wzmocnić elementy konstrukcyjne.

1.1 Wzmocnienie istniejące fundamenty

Wstrzyknięcie zaprawę z [naturalnego wapna hydraulicznego](#), stosunek wapna do piasku w tej zaprawie jest 1 do 2.

1.2 Odtworzenie fundamentu

Po ustaleniu obciążenia przenoszonego przez fundament, należy zdecydować co zrobić celem zapewnienia stabilizacji ściany. W przypadku, gdy grunt nie stanowi problemu, wystarczy powiększyć fundament dla rozłożenia obciążenia. Robimy w następujący sposób:

- Robimy wykop po obu stronach fundamentu na jego głębokość;
- Wykop poniżej fundament w odległości połowy jego szerokości; segmenty wykopu nie mogą przekraczać głębokości ściany na jej długości.
- Instalujemy wzmocnioną betonem konstrukcję stalową integrującą obie strony fundamentu
- Robimy wykop po przeciwnej stronie
- Oczyszczamy stalowe pręty i robimy pod-fundament
- Powtarzamy proces na całej długości.

1.3 Przenoszenie obciążeń do gruntu

Stosowanie stalowych prętów lub balasów, transfer obciążeń jest skomplikowaną procedurą wymagającą użycia prętów o niewielkiej średnicy (15 cm do 20 cm) wprowadzonych w grunt w sposób okrężny wokół fundamentu. Pręty te muszą być wykonane ze stali dobrej jakości zdolne do przenoszenia dużych obciążeń. Zakotwicza się je w konstrukcji kamiennej celem zapewnienia wzmocnienia. Metodę tą stosujemy, gdy grunt ma niskie parametry nośne. Pręty wprowadza się na taką głębokość, aż osiągnie się solidny grunt pod fundamentem. Należy uprzednio dobrze zbadać grunt, aby upewnić się na jakiej głębokości występuje solidny grunt.

Uwaga!

- Nie prowadzić prac zimą lub wiosną, gdy poziom wody gruntowej jest zwykle wysoki.
- Nie wykonywać wykopów bez uprzedniego przygotowania zabezpieczeń podporowych ściany.

2. Konsolidacja ściany przez torkretynację

Proces wstrzykiwania płynnej zaprawy wapiennej w konstrukcję budynku jest następujący:

- Wyczyścić spoiny i uzupełnić zaprawą wapienną; mieszanka piasku (2-3 mm) i wapna 1 do 3; komponent piasku zależny od rozmiaru spoin. Wąskie spoiny będą wymagały więcej wapna; zaprawa będzie mniej kurczliwa.

- Po zmoczeniu, wstrzykujemy zaprawę z [naturalnego wapna hydraulicznego](#) z wodą w stosunku 1 do 1. Jeśli nie dysponujemy [naturalnym wapnem hydraulicznym](#) wówczas możemy dodać proszek ceglany (stłuczki, dachówki), które zawierają dużo tlenków aluminium i żelaza. Można też dodać jakiś materiał pucolomiczny (np. pumeks). Jeśli nie dysponujemy tymi materiałami, można użyć niewielkiej ilości cementu (25% materiału wiążącego) dodanej do [wapna samoutwardzalnego](#) i wody. Aby zapewnić odpowiednią wytrzymałość ściany, wstrzykiwanie wykonujemy etapowo po 1mm za każdym razem.
- Zaprawę miesza się wiertarką opatrzoną w końcówkę do mieszania. Mieszanka musi być wstrzykiwana głęboko w ścianę. Efektywną metodą jest użycie lejka. Innym podobnym systemem jest użycie pojemnika z gipsem i na kształt gniazda jaskółczego. Montuje się go na ścianie, i zaprawa rozchodzi się po spoinach ściany kamiennej. Można też użyć zwykłej butelki plastikowej, przyciętej tak, aby utworzyć pół-lejek. Otwór lejka powinien szczelnie dolegać do poziomej spoiny. Należy zapobiec wyciekaniu zaprawy na całość lica ściany.

Uwaga!

- Nie wstrzykiwać zaprawy [wapna samoutwardzalnego](#).
- Nie wstrzykiwać zaprawy na zbyt dużej wysokości ściany jednorazowo, ponieważ może to spowodować wyciśnięcie zaprawy, a nawet rozsądzenie ściany.

3. Przebudowa ściany kamiennej

W przypadku gdy mamy do czynienia z brakującymi lub kompletnie luźnymi kamieniami, nasze czynności są ograniczone do:

- Usunąć kamienie, wyczyścić ich miejsca szczotką drucianą.
- Wybrać kamienie podobne do oryginalnych pod względem fizycznym i mechanicznym.
- Narzędziami tradycyjnymi obrobić kamienie, aby miały formę przypominającą oryginał.
- Namoczyć kamienie i ścianę.
- Położyć kamienie w zaprawie wapno/piasek z użyciem klinów, aby zapewnić właściwą wysokość między spoinami. Jeśli nie dysponujemy [naturalnym wapnem hydraulicznym](#) wówczas możemy dodać proszek ceglany (stłuczki, dachówki), które zawierają dużo tlenków aluminium i żelaza. Można też dodać jakiś materiał pucolomiczny (np. pumeks). Jeśli nie dysponujemy tymi materiałami, można użyć niewielkiej ilości cementu (25% materiału wiążącego) dodanej do [wapna samoutwardzalnego](#) i wody.
- Użyć zaprawę w stosunku 1 część wapna na 2 części czystego piasku zgrubnego.
- Przufugować ścianę (przufugowanie zob. [17. Naprawa uszkodzonych spoin](#)).
- Wstrzykiwać płynną [zaprawę naturalnego wapna hydraulicznego](#), dla wypełnienia przestrzeni za ścianą. Na rynku dostępne są trzy typy [naturalnego wapna hydraulicznego](#): słaby (NHL2), średni (NHL3.5), mocny (NHL5). Pierwszy twardnieje powoli, a ten ostatni bardzo szybko. Jeśli naprawa odbywa się na wilgotnej części ściany, lepiej jest zastosować średnie [wapno hydrauliczne](#). Gdy na miejscu mamy kamienie do użycia, oczywiście należy je użyć, bo są one częścią ściany.

Uwaga!

- Nie używać cementu, ponieważ jest on zbyt gęsty i nie elastyczny, powoduje rozbić konstrukcji kamiennej na spoinach.
- Co więcej, zaprawa cementowa wskutek kurczenia się, tworzy pory pozwalające na penetrację wody.

4. Usuwanie roślin z ścian (rośliny wierzchnie)

Metoda usuwania roślin wierzchnich zależy od rodzaju roślin i od samej ściany; są takie wzrosty roślinne, które nie mają wpływu na stabilność konstrukcji, np. mchy, algi lub zwykłe porosty. chociaż mogą one być problemem estetycznym. Jeśli trzeba, należy to zrobić następująco.

4.1 Wyrwanie z korzeniami

Wyrwanie jest najprostszą metodą. Jednak, istnieją dwa negatywne aspekty: w ścianie mogą pozostać nasiona, i rośliny będą znów rosnać, a jakość zaprawy będzie na tyle zła, że doprowadzi to do zniszczenia ściany.

Wypełnić wolne przestrzenie zaprawą, aby uniemożliwić ponownemu wzrostowi roślin (zob. 17 [Naprawa uszkodzonych fug](#)).

4.2 Chemiczne usuwanie

Rośliny pnać podciąć u podstawy, a podcięcie spowoduje, że roślina wyschnie. Inne chwasty należy poddać opryskowi odczynnikami chwastobójczym nieselektywnym. Wyrwać rośliny ręcznie, bacząc, aby nie uszkodzić zaprawy. Spoiny wyczyścić i przemyć wodą. Spoiny uzupełnić zaprawą z białego wapnia. Uzupełnić zaprawę (zob. 2. [Konsolidacja ściany przez torkretynację](#)). Wypełnienie może być grawitacyjne.

Uwaga!

- W trakcie wyrwania roślin należy unikać uszkodzenia spoin, aby zminimalizować dezintegrację ściany i konieczność jej refugowania lub nawet odbudowy.
- Środki chwastobójcze mogą przyczynić się do zanieczyszczenia środowiska.
- Środki chwastobójcze są toksyczne. Zachować ostrożność.

5. Usuwanie wysokich roślin z ścian (głęboko zakorzenione rośliny)

5.1 Metoda klasyczna

Po rozpoznaniu problemu, usunąć rośliny i inne pasożyty:

- Podciąć rośliny u podstawy; roślina szybko obumiera po odcięciu od korzeni.
- W to co pozostaje, wstrzyknąć wysokie stężenie glifosatu (nie-selektywnego) co uniemożliwi ponowny wzrost roślin. (można przygotować mieszankę 30-50 ml glifosatu w litrze wody). W ostateczności można też wykonać otwory przy ścianie i wypełnić je roztworem chwastobójczym, która i tak zabije korzenie w murze.
- Zniszczone korzenie można zostawić lub usunąć, lecz może się to wiązać z pewnymi pracami rekonstrukcyjnymi (zob. 3. [Przebudowa ściany kamiennej](#)).

5.2 Metoda alternatywna

Inną metodą jest rozbiórka ściany, celem umożliwienia dostępu do korzeni roślin. Odcinek ściany może być potem odbudowany.

5.3 Metoda popularna

Najprościej użyć zgnieciony czosnek nanosząc go na pień/trzon rośliny – pozostawić do wysuszenia.

Uwaga!

- Nie stosować substancji zawierających składniki barwiące
- Należy zachować ostrożność przy użyciu jakichkolwiek chemikalii.

6. Monitoring popękań w ścianie z kamienia

6.1 Obserwacja popękań

Przed przystąpieniem do prac konserwacyjnych, należy oszacować stopień popęknięcia. Trzeba się upewnić jak dalece zaawansowany jest ruch dyferencyjny. W ocenie należy skrupulatnie ocenić typ i lokalizację popękań. Najczęstszą metodą jest metoda szpilkowa lub metoda panelowa gipsu lub wapna.

6.2 Metoda szpilkowa

Metoda ta daje dość dobre rezultaty. Zaleca się, aby stosować ją dla miejsc trudno dostępnych. Instalacja szpilek ma nast. przebieg:

- Z użyciem ręcznej lub elektrycznej wiertarki wykonujemy otwory na 4-5 cm od pęknięcia po obu stronach. Szpilki wstawiamy do otworów.
- Mierzmy odległość między szpilkami okresowo przymiarem szczękowym. Jeśli zauważymy zmiany w odległościach, należy przystąpić do naprawy pęknięcia (zob. 7. [Naprawa popękań w ścianie z kamienia](#)).

6.3 Metoda panelowa gipsu lub wapna (użycie zewnętrzne)

Panele przygotowujemy następująco:

- Rozmieszać i przygotować gips lub wapno w plastikowym naczyniu.
- Rozprowadzić gips lub wapno kielnią na grubość 5 mm w okolicach pęknięcia tak aby było ono widoczne na całej swej długości.
- Kontrolować panele ze względu na pęknięcia; jeśli zauważymy jakieś pęknięcia, oznacza to, że mamy do czynienia ruchem dyferencyjnym. Jednak nie powinniśmy całkowicie polegać na tej metodzie, z powodu temperatury, która może wywołać owe spękania w panelu.

6.4 Metoda alternatywna

Inną efektywną i praktyczną metodą testowania pęknięć jest zastosowanie indykatora „Gauge G4” z zestawu „Les Jaunes Saugnac”, który pozwala na regularny odczyt zmian wymiaru w zakresie jednej dziesiątej milimetra. Miejsce wzdłuż pęknięcia powinny być oczyszczone szczotkami typu „Bristol”, a następnie obmyte gąbką nasączoną wodą destylowaną. Dla przyspieszenia oczyszczania ze zgrubień siarkowych, można użyć

detergentu Triton X-100 (5% na końcowe oczyszczenie). Po oczyszczeniu, instalujemy wskaźnik adhezyjny standardowy lub cyfrowy i ustawiamy go na zero.

Uwaga!

Interpretacja wskazań jest niezmiernie ważna. W wątpliwych przypadkach najlepiej przekazać je do oceny eksperta.

7. Naprawa popękań w ścianie z kamienia

7.1 Otynkowane wnętrza i ściany zewnętrzne

- Z użyciem młotka i dłuta usunąć tynk w okolicach pęknięcia. Usuwać tylko uszkodzony tynk i odsłaniać najmniejszą możliwie powierzchnię dla późniejszego otynkowania.
- Dokładnie oczyścić spoiny oraz miejsca wokół pęknięcia. Wyczyszczone miejsca powinny być wystarczające na przyjęcie nowej zaprawy.
- Zmoczyć spoiny dla zapewnienia dobrej przyczepności zaprawy.
- Przygotować masę tynkową (stosunek 1 do 3); wypełnić pęknięcie aż do powierzchni zewnętrznej ściany. Pozostawić otwory pod ewentualną trokretynację (zob. 2. [Konsolidacja ściany przez trokretynację](#)).
- Ewentualnie, na ścianie wymagającej ponownego otynkowania, można zastosować siatkę wykonaną z włókna węglowego, włókien plastycznych lub tekstylnych, lub metalu galwanizowanego, o rozmiarze oczek 2 cm położoną na powierzchni ściany przeznaczonej do ponownego otynkowania (zob. moduł 3, 5 [Obrzutka wapienna](#)).

7.2 Metoda alternatywna

Inną metodą stosowaną w przypadku szerokich pęknięć jest powiązanie spoin metalowymi szpilkami

- Oczyszczyć spoiny.
- Zainstalować metalowe szpilki (śr. 10 mm) na spoinach pionowych.
- Wstawić szpilki na każdej warstwie kamienia w sposób poziomy równoległy.
- Utwierdzić szpilki zaprawą cementową, zapewniając ich wystawanie na 1 do 2 cm ich wystawanie nad licem.
- Po zwilżeniu, zabezpieczyć szpilki i sąsiadujący obszar warstwą cementu (350 kg na m³).

Uwaga!

- Pęknięcie jest zwykle rezultatem wady konstrukcyjnej lub osiadania gruntu. Trzeba, zatem, uporać się z tym problemem przed naprawą pęknięcia.
- Nie używać siatki o małych oczkach, ponieważ nie zapewnią one właściwego przylegania tynku do powierzchni ściany.

8. Naprawa i renowacja uszkodzonego kamienia

Metodą tą można naprawiać uszkodzoną powierzchnię kamienia lub elementu dekoracyjnego. Jest to metoda adekwatna, ponieważ oszczędza materiał oryginalny.

8.1 Płytki zagłębienia (do 30 mm)

- Wykonać obrys powierzchni do naprawy
- Młotkiem i dłutem usunąć powierzchnię na głębokość 15 mm (maks. 30 mm).
- Przygotować zaprawę wapienną z 2 części [wapna](#) i 7 części piasku i pokruszonego wapienia.
- Namoczyć powierzchnię. Zaprawą wypełnić otwór do połowy głębokości. Pozostawić zaprawę do wyschnięcia na okres 2-3 dni. Zaprawę należy obskrobać dla zapewnienia lepszego wiązania z późniejszymi warstwami.
- Zmoczyć powierzchnię, położyć następną warstwę zaprawy; pozostawić do wyschnięcia na 2-3 dni.
- Przykryć powierzchnię mokrym materiałem tekstylnym.
- Pozostawić do wyschnięcia.
- Nadać szorstkość grzebieniem lub innym narzędziem.

Wewnętrznie lub w miejscach nie wystawionych na deszcz można użyć gipsu. Przygotować mieszankę 1 część gipsu, 1 część piasku, 1 część [wapna](#). Położyć kielnię. Nadać szorstkość po upływie godziny.

8.2 Głęboki zagłębienia (powyżej 30 mm)

- Przyciąć i oczyścić powierzchnię kamienia
- Wypełnić zagłębienie warstwami zaprawy [naturalnego wapna hydraulicznego](#) wzmocnionego policzterofluorotylenem: 4 piasek/4 potłuczony kamień/1 pył ceglany/2 [naturalne wapno hydrauliczne](#); każda warstwa nie może przekraczać 20 mm.
- Wyteksturować powierzchnię kiedy jest na pół sucha
- Przykryć mokrym materiałem, aby pozwolić na powolne schnięcie.

Uwaga!

Nie używać zaprawy cementowej.

9. Wymiana uszkodzonego kamienia

Aby wymienić częściowo lub kompletnie uszkodzony kamień, należy:

- Kamień twardy: młotkiem i dłutem przyciąć spoiny wokół kamienia aż dojdziemy do wewnętrznej fasady ściany. W przypadku miękkiego kamienia: rozbić częściowo lub całkowicie. W obu przypadkach należy uważać, aby nie uszkodzić otaczającej konstrukcji.
- Kamień przeznaczony do wymiany musi być podobny do oryginalnego rodzajem, kolorem i rozmiarem.
- Jeśli kamień jest częściowo uszkodzony, usunąć tylko uszkodzoną część.
- Oczyścić powierzchnię szczotką drucianą, zagłębienie zmoczyć.
- Usadować kamień w zagłębieniu z użyciem drewnianych klinów.
- Wypełnić spoiny wokół kamienia zaprawą wapienną, pozostawiając kanał u góry kamienia.
- Przygotować torkret (płynna zaprawa: 1 część płynnego wapna na 1 część wody).
- Wstrzyknąć torkret za kamień przy użyciu lejka.

Innym podobnym systemem jest użycie pojemnika z gipsem i na kształt gniazda jaskółczego. Montuje się go na ścianie, i zaprawa rozchodzi się po spoinach ściany kamiennej. Można też użyć zwykłej butelki plastikowej, przyciętej tak, aby utworzyć pół-lejek. Otwór lejka powinien szczelnie dolegać do poziomej spoiny. Należy zapobiec wyciekaniu zaprawy na całość lica ściany.

Uwaga!

- Czynności wykonywać uważając aby nie uszkodzić konstrukcji otaczającej
- Nie wymieniać kilku kamieni w tym samym rzędzie, ponieważ może to osłabić całość konstrukcji
- Zwrócić uwagę na pozycję usadowienia kamienia (usadowienie powinno być tak jak w naturze).

10. Doraźne podpory wybruszenia ściany

Najlepszym, chociaż kosztownym, sposobem jest zburzyć i odbudować ścianę. Ścianę, jednak, można doraźnie podeprzeć rusztowaniem po stronie zewnętrznej wybruszenia, zakotwiczeniem oddzielających się od siebie lic ściany.

10.1 Podpory doraźne i orusztowanie wybruszenia

- Jeśli wybruszenie znajduje się w mocno obciążonej części ściany, ściana musi być niezwłocznie podparta, aby nie dopuścić do jej zawalenia się.
- Podparcie wybruszenia wykonujemy z użyciem drewnianych desek po obu stronach ściany, lub po zewnętrznej stronie wybruszenia tylko.
- Drewniane podpory muszą być mocno osadzone w gruncie.

10.2 Doraźna podpora wybruszenia przez zakotwiczenie

Po zakończeniu montażu podpór jak opisano powyżej, można przystąpić do kotwiczenia:

- Należy wyeliminować ruch zewnętrzny ściany. Wyczyścić zagłębienia. Usunąć kamienie pod wybruszeniem i usunąć resztę wapnia i gruzu.
- Zamocować pręty stalowe gwintowane na końcach. Aby zredukować wybruszenie, skręcić pręty nakrętkami. Zapewni to zabezpieczenie wybruszenia i całej ściany.
- Po instalacji zakotwiczenia, fasadę należy wyfugować, aby uniknąć wycieku zaprawy.
- Ścianę obłożyć trokretem (1 część [naturalnego wapna hydraulicznego](#) na 1 część wody) w niewidocznych zagłębieniach. Zagłębienia mogą być całkiem duże, toteż można dodać do zaprawy 1 część piasku. Możliwym jest także użycie [wapna samoutwardzalnego](#) z materiałami pucolanicznymi celem nadania zaprawie większą elastyczność, np. kazeinę lub emulsję akrylową.
- Po upływie 10 dni można usunąć doraźne rusztowanie.

Uwaga!

Nie używać zaprawy cementowej – jest zbyt twarda.

11. Naprawa wybruszenia przez przebudowę segmentu ściany

Po doraźnym podparciu ściany (zob. 12. [Konsolidacja ściany z kamienia z systemem kotwiczenia](#)), przeprowadza się rozbiórkę segmentu ściany, a następnie odbudowę.

Metoda korekty wybruszenia:

- Górną część ściany zabezpieczyć okratowaniem pozwalającym na prace poniżej.
- Oznaczyć kamienie, zrobić zdjęcia, aby móc ponownie je wstawić na swym miejscu.

- Demontować kamienie poczynając od góry, nad wybrzuszeniem, aby nie doprowadzić do zawalenia ściany.
- Usunąć materiały luźne.
- Po demontażu, odbudowa odbywa się w sposób odwrotny do demontażu. Zaprawa do położenia kamieni składa się z 1 części **naturalnego wapna hydraulicznego**, 1 części piasku, 1 części pokruszonego kamienia. Do wypełnienia zagłębień możliwym jest użycie zaprawy z gruzem kamiennym.
- Upewnić się co do spójności lica ściany.
- Zafugować fasadę i pozostawić otwory celem wstrzyknięcia torkretu.
- Rozmontować rusztowanie
- Jeśli trzeba procedurę powtórzyć dla strony wewnętrznej ściany.

Uwaga!

Nie stosować zaprawy cementowej – jest zbyt twarda i nie elastyczna.

12. Konsolidacja ściany z kamienia z systemem kotwiczenia

Jednym z procesów konserwacyjnych popękanych ścian, ich narożników, jest instalacja systemu kotwiczenia na poziomie piętra lub dachu.

- Usunąć ziemię z dachu lub pięter, aż odślonimy konstrukcję kamienną.
- Przewiercić ścianę kamienną z obu stron.
- Zainstalować galwanizowane przewody.
- Przymocować końce przewodów do metalowej płyty.
- Drugi koniec przewodów przytwierdzić do sworznia hakowego
- Wprowadzić sworzeń hakowy do płyty po drugiej stronie i zamocować.

Uwaga!

Ze względów bezpieczeństwa należy konsolidację przeprowadzać bardzo ostrożnie.

13. Konsolidacja lub wymiana złamanego nadproża

Po diagnostyce nadproża, musimy:

- Zmontować rusztowanie.
- Skonsolidować konstrukcję kamienną powyżej nadproża.
- Zdemonstować część ściany nad nadprożem.
- Zdemonstować nadproże.
- Jeśli nadproże jest w dobrym stanie ale pęknięte, użyć kleju(zob. 14. **Naprawa kamienia w kontakcie z metalowymi elementami**). Jeśli nadproże jest bardzo uszkodzone i niemożliwe do naprawienia, przygotować nadproże z podobnego kamienia.
- Wstawić nowe lub naprawione nadproże z użyciem zaprawy. Można zbudować konstrukcję łukową nad nadprożem dla lepszego przenoszenia obciążeń na stojaki.
- Odbudować konstrukcję.
- Przufugować spoiny (zob. 17. **Naprawa uszkodzonych fug**), zdjąć rusztowanie.
- Ścianę oczyścić.

Uwaga!

Miejsce usadowienia nadproża winno być prostopadłe do obciążeń.

14. Naprawa kamienia w kontakcie z metalowymi elementami

Procedura ta związana jest z rdzewieniem elementów metalowych i wynikających z tej przyczyny pęknięć ścian kamiennych. Należy:

- Powiększyć otwór w kamieniu wiertarką, dłutem i młotkiem, na kształt otworu okrągłego lub prostokątnego. Otwór powinien być minimalny, nie większy niż 10 mm, sięgający metalowego elementu.
- Oczyszczyć z rdzy szczotką drucianą.
- Bardzo dokładnie oczyścić kwasem fosforowym twardą szczotką plastikową.
- Powierzchnię oczyścić wodą celem usunięcia pozostałości kwasu fosforowego. Możliwym jest oczyścić metal mieszaniną 7 części gliceryny/ 1 część sodu / 6 części ciepłej wody, którą można zmieszać z atapulgitem dla uzyskania jednolitej pasty.
- Osuszyć metal szmatką bawełnianą, a cały otwór pozostawić do wyschnięcia.
- Pokryć powierzchnię metalu tlenkiem żelaza. Lepsza powłoką jest powłoka bogata w cynk (tlenek cynku).
- Pękniętą ścianę poddać wstrzyknięciu kleju epoksydowego.
- Zagłębienie w kamieniu, gdzie znajduje się pręt, wypełnić zaprawą. Lepszą metodą jest trokretacja stopionym ołowiem wokół prętów. Jeśli używamy drewnianych klinów, kliny te powinny być pokryte zaprawą wapienną. Jeśli kamień jest bardzo uszkodzony, należy go wymienić.

Uwaga!

- Należy stosować odzież ochronną (rękawice, okulary).
- Stosując drewniane kliny, należy użyć drewna tikowego odpornego na rozkład.

15. Naprawa pęknięć i odpadanie tynku

W zależności od sytuacji, mamy dwie metody postępowania.

15.1 Odpadanie oraz głębokie pęknięcia jako rezultat ruchu konstrukcyjnego

Ważnym jest określić miejsca odpadającego tynku przez opukiwanie.

- Zdjąć odpadające części tynku aż do powierzchni konstrukcji (nie zdejmować dobrego tynku). Zaleca się, aby zdjąć tynk na kilka centymetrów od miejsca uszkodzenia.
- Powierzchnię konstrukcji oczyścić i obmyć.
- Przygotować zaprawę wapienną (zob. [Moduł 3. 6. Obrzutka wapienna](#)).
- Położyć tynk na takim samym poziomie co oryginalny i o takiej samej teksturze.
- Pozostawić do wyschnięcia (unikać ekstremalnych warunków pogodowych, zmaczać przez kilka dni).

15.2 Drobne pęknięcia tynku

Drobne pęknięcia można zamalować z użyciem tylko farby wapiennej. Farba wapienna zamyka małe otwory i pęknięcia i w ten sposób zapobiega penetracji wody w warstwę tynku.

- Można tego dokonać po uprzednim oczyszczeniu powierzchni i zmoczeniu.

- Wskazaniem jest przeprowadzać pracę w dogodnych warunkach pogodowych aby zapewnić powolne suszenie farby (przygotowanie farby wapiennej, zob. [Moduł 3. 5. Farba wapienna](#)).

Uwaga!

- Unikać używania zaprawy cementowej
- Unikac używania farb organicznych
- W przypadku odpadnięcia elementów dekoracyjnych, wezwać specjalistę, który przytwierdzi tynk na powrót używając płynną zaprawę wapienną.

16. Powstrzymanie procesu zawilgocenia

Istnieje kilka metod powstrzymania procesu zawilgocenia. Wszystkie one są skomplikowane i kosztowne.

16.1 Metoda drenażu

Metoda ta polega na odprowadzeniu formacji wodonośnej z dala od budynku; aby to zrobić zalecany jest:

- Wykopać z lekkim spadkiem tunel wzdłuż zewnętrznej strony ściany, o szerokości 50 cm i na głębokość fundamentu, aby zbierać i odprowadzać wodę przez rurę z PCV.
- Wypełnić tunel kamieniami, przy czym duże kamienie położyć na dole, a mały na górze całość pokryć żwirem.
- Zapewnić spadek tunelu od budynku

Możliwym jest tą samą metodą wykopać pusty tunel wokół budynku celem wentylowania ścian poniżej poziomu parteru.

16.2 Metoda bariery membranowej

Metoda ta polega na zainstalowaniu pokryć izolacyjnych w sposób poziomy, aby zapobiec podnoszenia się wilgoci. Można to zrobić dwójaki sposób:

- Wstrzyknięcie materiału izolacyjnego (takie jak wodne roztwory silikonowe) w ścianę przez spoiny na jednym poziomie.
- Zainstalowanie bariery z blach galwanizowanych, przycięcie ściany horyzontalnie z użyciem specjalnego sprzętu. Instalacja blach następuje w przemiennych sekcjach tak, że żadna sekcja ściany dłuższa niż 60 cm nie pozostaje niepodparta.

Uwaga!

- Ważnym jest przeanalizowanie stanu budynku i użytych materiałów przed podjęciem decyzji co do wyboru właściwej metody.
- Galwanizowane blachy nie są zalecane gdy wilgoć pochodzi wody ściekowej.

17. Naprawa uszkodzonych fug

Metoda ta polega na wyczyszczeniu spoin a następnie refugowaniu. Po przygotowaniu (oczyszczenie i zmoczenie) ważnym jest odróżnić dwa rodzaje fugowania z punktu widzenia składników, wapna i narzędzi.

17.1 Przygotowanie ściany

- Usunąć uszkodzone części zaprawy (fugi) aby wyczyścić spoiny. Do wyczyszczenia spoin można użyć młotka i dłuta. Aby nowa fuga dobrze trzymała, spoiny muszą być dostatecznie szerokie i głębokie (20 mm dla spoin wąskich i 50 mm dla spoin szerokich).
- Oczyszczyć spoiny szczotką drucianą.
- Spoiny zmoczyć.

17.2 Przygotowanie zaprawy

- Dla wąskich spoin, mieszać 1 część **ciasta wapiennego** z dwoma częściami drobnego piasku przesianego przez sito (0-2 mm), oraz ¼ części pyłu ceglanego oraz ¼ części białego cementu.
- Dla szerokich spoin, mieszać 1 część **ciasta wapiennego** z 3 częściami piasku zgrubnego (0-3 mm oraz 0-6 mm), oraz ¼ części pyłu ceglanego oraz ¼ części białego cementu.
- Dodajemy wodę. Zaprawa powinna być bardziej płynna dla spoin wąskich aniżeli dla spoin szerokich.
- Można zastąpić ¼ część białego cementu ½ częścią skruszonego kamienia wulkanicznego (np. pumeks) lub ½ częścią pyłu ceglanego, przesianych przez sito 2 mm.
- Jeśli użyjemy **naturalne wapno hydrauliczne** do przygotowania zaprawy, nie ma wówczas potrzeby użycia skały wulkanicznej, pyłu ceglanego czy też białego cementu. W tym wypadku 1 część wapna jest na sucho mieszana z 2.5 do 3 części czystego piasku zgrubnego, potem do dodaniu wody otrzymamy kleistą pastę zaprawy.

17.3 Położenie zaprawy

- Dla szerokich spoin, zaprawę kładziemy wąską kielnią do pełnego wypełnienia pasującego do fasady. Jeśli potrzebna jest duża ilość zaprawy, wtedy można do spoin wprowadzić drobny gruz. Upewnić się, aby kawałki kamienia nie były widoczne na powierzchni ściany.
- Dla wąskich spoin, zagłębienia wypełniać używając listwy do fugowania, bacząc aby były one dokładnie wypełnione i, że nie mają pustych miejsc.
- Po uzyskaniu minimalnej spójności, należy wyczyścić ścianę suchą szczotką a potem wilgotną gąbką. Gąbko powinna być czysta i wilgotna, tak aby uzyskać regularną formę fugi: powierzchnia fugi powinna być równa lub nieco poniżej poziomu ściany.

Uwaga!

- Unikać używania zaprawy cementowej, ponieważ jest ona twarda i mniej porowata, co powoduje oddzielanie się fugi i prowadzi do uszkodzenia otaczających kamieni.
- Fugi cementowe lepiej usunąć i zastąpić je fugami wapiennymi.
- Używając **ciasto wapienne** w mieszance, możemy zastąpić ¼ część pyłu ceglanego ¼ części białego cementu, jeśli nie dysponujemy pyłem ceglanym.

18. Kosmetyka elewacji

Przed czyszczeniem, należy zidentyfikować problem. Wybieramy metodę która nie spowoduje uszkodzenia ściany. Ważny jest przetestować metodę na małej niewidocznej

części ściany, aby być w stanie wybrać najlepszy sposób wyczyszczenia fasady. Metoda musi być odpowiednia ze względu na materiały a także koszty. Metody są różne, począwszy od wody i szczotki, czyszczeniu chemicznym, kończąc na skomplikowanej i kosztownej metodzie laserowej.

18.1 Szorowanie z użyciem wody bieżącej

Jest to prosta, ekonomiczna i praktyczna metoda. Polega ona na szorowaniu kamieni plastikową szczotką i polewaniu wodą. Złą stroną tej metody jest to, że dostaje się w ścianę:

- Ściany, przed czyszczeniem, trzeba przefugować, aby ograniczyć dostawanie się wody do ściany
- Woda musi być rozprowadzana na ścianę poprzez stryskiwacze.
- Woda musi powoli spływać powoli przez co najmniej dwa dni.
- Wilgotne miejsca muszą być szorowane ręcznie od góry do dołu przy wciąż lejącej się wodzie.

18.2 Czyszczenie strumieniem wody (zimnej lub gorącej) pod ciśnieniem

Procedura ta usuwa brud strumieniem wody pod różnymi ciśnieniami (najlepiej 100 bar). Fasadę należy oczyścić przed użyciem wody. Ciśnienie należy kontrolować, aby nie dopuścić do uszkodzenia fasady. Sposób polewania winien być na tyle kontrolowany, aby zminimalizować penetrację wody w ścianę konstrukcji. Wadą tej metody: zużycie dużej ilości wody, zapotrzebowanie na sprzęt specjalistyczny (kompresor, i inny sprzęt).

18.3 Czyszczenie przez zdzieranie

Generalnie, metodę tą należy unikać. Jeśli decydujemy się na nią, wówczas potrzebujemy dobrych fachowców. Nie powinno się jej stosować jeśli kamień jest miękki. Można ją stosować dla kamienia twardego i sztywnego. Są dwa sposoby odzierania kamieni:

- Piaskowanie (drobny piasek rzucający jest pod ciśnieniem).
- Polerownie powierzchni.

Oba sposoby mają wiele negatywnych stron: usuwanie warstwy kamienia, usuwanie śladów narzędzi farby użytych oryginalnie, przy polerowaniu użyte narzędzia pozostawiają faliste kształty, które psują wygląd fasady.

18.4 Czyszczenie chemikaliami

W tej metodzie używamy rozpuszczalników do usunięcia brudu. Rozpuszczalnik musi być przetestowany. ponieważ użycie niewłaściwego rozpuszczalnika może doprowadzić do uszkodzenia kamienia. Testowanie przeprowadzać na niewidocznym miejscu fasady. Po zastosowaniu rozpuszczalnika na całej fasadzie, należy go potem zmyć wodą.

Uwaga!

- Nie używać wody na mrozie
- Przeanalizować stan i rodzaj zabrudzenia przed wyborem metody czyszczenia.
- Piaskowanie jest dopuszczalne tylko dla kamienia twardego.

19. Oczyszczanie elewacji z skryształizowanych soli

Po rozpoznaniu zmian w strukturze konstrukcji kamiennej, należy:

- Usunąć przyczynę szkód przez odprowadzenie deszczówki z dala od fasady (izolacja dachu: drenowanie wody na poziomie gruntu przy zachowaniu odpowiedniego spadku). Wewnątrz naprawić wycieki wody spowodowane wadliwą instalacją sanitarną (zob. 16. [Powstrzymanie procesu zawilgocenia](#)). Oczyszczyć uszkodzone miejsca suchą szczotką. Powstały pył, który opadł na podłogę podczas czyszczenia należy usunąć, aby nie przenikał w grunt, a potem dostał się do ścian.
- Przepugnować ścianę fasady, aby woda nie dostała się w konstrukcję ściany podczas mycia jej wodą. (zob. 17. [Naprawa uszkodzonych fug](#)).
- Wymyć powierzchnie wodą i szczotką plastikową. Używać jak najmniej wody, aby zapobiec ponownemu rozcieńczeniu się soli i dostania się do fasady. Czynność tą wykonujemy od góry do dołu.
- Jeśli mamy warstwy ochronne jak tynk lub farba wapienna, wskazanym jest, że takie warstwy są robione ponownie (zob. [Moduły 3, 5. Farba wapienna](#) oraz [Moduły 3, 6. Obrzutka wapienna](#)).

Uwaga!

- Sól skryształizowana na powierzchni fasady wiąże się utratą materiału i wzrostu [kapilarnego](#) wody, zatem czyszczenie powinno być przeprowadzane okresowo
- Przy czyszczeniu wodą, wodę należy zebrać i usunąć z dala od budynku, po to aby nie dostała się zpowrotem do konstrukcji przez działanie [kapilarne](#).