

ARTYKUŁ:

„DIAGNOSTYKA, BADANIE I OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKÓW CZ.1 ”

**DR INŻ.KRZYSZTOF MICHALIK
RZECZOZNAWCA BUDOWLANY
BIEGLY SĄDOWY
WYKŁADOWCA
KATEDRA BUDOWNICTWA
WYŻSZA SZKOŁA TECHNICZNA
W KATOWICACH
wstmichalik@biurokonstruktor.com.pl**

1.Wiadomości wstępne.

Diagnostyka budowlana jest częścią fizyki budowli, która ma na celu zbadanie, udokumentowanie, ocenę i odpowiednie zaklasyfikowanie, określenie stanu rzeczywistego elementu budowlanego, konstrukcyjnego i parametrów technicznych materiałowych poprzez przeprowadzenie badań struktury i stanu materiałów budowlanych i konstrukcyjnych w tym parametrów wilgotnościowych, zawartości i rozkładu agresywnych związków chemicznych, porowatości, właściwości materiałów budowlanych, parametrów wytrzymałościowych materiałów budowlanych, nośności elementów konstrukcji.

Konieczność wykonywania przeglądów okresowych ,ocen stanu technicznego, przydatności do użytkowania, ,ekspertyz budynków i obiektów budowlanych wynika wprost z zapisów ustawy Prawo Budowlane ,art.61 i 62 rozdz. 6 Utrzymanie obiektów budowlanych. Ponieważ trwałość budynków zależy od wielu czynników ,za chowanie właściwości użytkowych obiektów spoczywa na właścicielu nieruchomości Obiekt budowlany jako substancja techniczna niezwykle skomplikowana ze względu na swoją charakterystykę, trwałość, charakter eksploatacji, jakość ,technologię wykonania oraz niekorzystne oddziaływania zewnętrzne, atmosferyczne wymaga okresowej oceny stanu technicznego z zastosowanie nowoczesnych metod diagnostyki budowlanej .

Przeglądy obiektów budowlanych mogą wykonywać wyłącznie uprawnione osoby pełniące samodzielne funkcje techniczne w budownictwie zgodnie z art. 12 pkt 1 ust. 5 ustawy Prawo Budowlane(PB) i posiadające właściwe i odpowiednie uprawnienia budowlane zgodnie z art. 12 p.2 ustawy PB mogą to być wyłącznie osoby posiadające odpowiednie uprawnienia budowlane. Ustawa określa jednoznacznie , że przegląd obiektu budowlanego powinien być wykonany rzetelnie, ponieważ ma to istotny wpływ na jego trwałość i przydatność do dalszego użytkowania, zarówno w zakresie przeglądów doraźnych ,półrocznych, rocznych, czy pięcioletnich. Konieczne jest zatem stosowanie odpowiednich metod badawczych poszerzonych w przypadku przeglądów pięcioletnich oraz w przypadku awarii dobrane metod diagnostycznych do zakresu i właściwości badania .

Zastosowanie metod diagnostyki elektronicznej :termowizyjnej, wideoendoskopowej ,pomiaru wilgotności, pirometrycznej i sklerometrycznej i innych prostych badań nieniszczących wydaje się niezbędne w celu prawidłowej oceny stanu technicznego budynku.

Można więc stwierdzić, że podstawowe działania diagnostyczne oparte na art. 5 ustawy PB w zakresie wymagań podstawowych, które musi spełniać obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi dotyczą :

- a) bezpieczeństwa konstrukcji;
- b) bezpieczeństwa pożarowego;
- c) bezpieczeństwa użytkowania;
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska;
- e) ochrony przed hałasem i drganiami;
- f) oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród.

Zatem na każdym z pól obserwacji budynku można zastosować szereg urządzeń elektronicznych służących do pomiarów stanu technicznego i oceny warunków określonych art.5 PB.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcji budowlanych trzeba wykonać wiele działań diagnostycznych niemal we wszystkich fazach cyklu eksploatacji obiektu budowlanego. Dodatkowym elementem badania jest diagnostyka geotechniczna która warunkuje uzyskanie podstawowych danych o warunkach posadowienia, niezbędnych do oceny warunków posadowienia ,zmiany tych warunków podczas eksploatacji budynków szczególnie przy stwierdzeniu uszkodzeń charakterystycznych dla uszkodzeń wynikających z osłabienia gruntu w poziomie posadowienia lub innych związanych z fundamentami obiektu.

Przy badaniu, diagnostyce budynków i opracowywaniu technologii prac renowacyjno-naprawczych każdy budynek należy traktować indywidualnie. Konieczne więc jest dokonanie pełnej diagnostyki, wykonania odkrywek, inwentaryzacji budowlanej, konstrukcyjnej ,badań nieniszczących, częściowo niszczących ,badań laboratoryjnych ,obliczeniowej analizy statyczno-wytrzymałościowej, ekspertyzy i analizy technicznej, projektu wzmocnień, programu naprawczego i prac remontowych. W połączeniu ze znajomością dostępnych technologii pozwala to na dobór optymalnej metody wzmocnienia i naprawy obiektu oraz osuszania ,renowacji elementów konstrukcyjnych .Konieczne jest również renowacja ścian i murów przez na trwałe zmniejszenie wilgotności co pozwoli po dokonaniu również niezbędnych napraw i remontów, dalszą eksploatację obiektu.

Podstawą diagnostyki budowlanej jest między innymi prawidłowy dobór badań fizyczno-chemicznych materiałów konstrukcji murowych ,żelbetowych ,stalowych i drewnianych. Problemy degradacji i uszkodzeń budynków i budowli wymagają pogłębionych badań i diagnostyki oraz kompleksowych rozwiązań projektowych.

W celu właściwych pomiarów należy wykorzystywać atestowane przyrządy i urządzenia pomiarowe przeznaczone do pomiarów i badań konstrukcji budowlanych.

Podstawą opracowania skutecznego programu prac remontowym jest diagnostyka budowlana budynku i poszczególnych elementów wykończeniowych i konstrukcyjnych. Na podstawie pomiarów ,badań ,analizy uszkodzeń można określić kolejność, sposób postępowania i zastosowanie działań remontowych i renowacyjnych.

Skuteczna i kompleksowa diagnostyka budowlana prowadzi od ustalenia przyczyn

uszkodzenia budynku, co pozwala na prawidłowe wykonanie planu skutecznych napraw, remontu, modernizacji obiektu.

Analiza techniczna jako szereg czynności zmierzających do prawidłowego zaplanowania prac remontowych wymaga kompleksowej diagnostyki budowlanej i jest nieodzowną częścią procesu renowacji, remontu, a czasem wzmocnienia, odbudowy budynków szczególnie na terenach zagrożonych oddziaływaniami górnictwami.

2. Metodologia diagnostyki budowlanej.

Metodologię diagnostyki budowlanej można określić w kilku fazach:

1. Rozpoznanie-określenie symptomów, objawów uszkodzeń.
2. Pomiary inwentaryzacyjne i diagnostyczne.
3. Analiza wyników pomiarów.
4. Określenie przyczyn.
5. Ustalenie sposobu i zakresu prac remontowych.

Przy diagnostyce budynków między innymi konieczne jest ustalenie następujących elementów:

- aktualny sposób użytkowania.
- projektowana zmiana sposobu użytkowania obiektu.
- przegląd budynku i inwentaryzacja uszkodzeń
- ustalenie warunków gruntowo-wodnych
- szczegółowa identyfikacja uszkodzeń. np. metodą punktową
- identyfikacja stanu i rodzaju użytych materiałów budowlanych.
- ocena konstrukcji budynku.
- pomiary zawilgocenia, pobranie próbek
- diagnostyka elementów konstrukcyjnych
- analiza statyczna - wytrzymałościowa
- ustalenie nośności elementów konstrukcyjnych
- protokoły pomiarowe
- wnioski i zalecenia
- dokumentacji technicznej

Do typowych badań laboratoryjnych wykonywanych w diagnostyce zaliczyć należy:

- określenie parametrów wytrzymałościowych materiałów budowlanych,
- analiza zapraw, spoiw, drewna, betonu, stali
- określenie bilansu wilgoci,
- oznaczenie porowatości i nasiąkliwości,
- określenie stopnia zasolenia

3. Metody pomiarów do diagnostyki budynków.

Najczęściej stosowane podstawowe metody badań budynków i obiektów to badania:

- sklerometryczne betonów, drewna, stali i materiałów wykończeniowych
- termowizyjne,
- pirometryczne,
- boroskopowe
- wideo-endoskopia budowlana,
- badania anemometryczna,
- diagnostyka mikrofalowa
- pomiar instalacji elektrycznej
- pomiar hałasu, drgań

W Polsce wytyczne, warunki techniczne, instrukcje wykonania i odbioru robót nie rozwiązują w kompleksowy sposób zagadnienia diagnostyki budynków. Wydaje się uzasadnionym korzystanie z wytycznych WTA opracowane przez niemiecki zespół naukowo-techniczny w zakresie konserwacji budowli i zabytków. Instrukcje WTA w znaczący sposób porządkują sprawy związane z diagnostyką budowli oraz podają szczegółowe metody działań diagnostycznych i naprawczych:

- WTA Merkblatt 4-5-99 „Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik” (diagnostyka muru),
- WTA Merkblatt 4-11-02 „Messung der Feuchte von mineralischem Baustoffen” (bilans wilgoci),
- WTA Merkblatt 2-9-04 „Sanierputzsysteme” (system tynków renowacyjnych),
- WTA Merkblatt 4-4-04 „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit” (iniekcje chemiczne przeciw kapilarnie podciąganej wilgoci),
- WTA Merkblatt 4-6-05 „Nachträgliches Abdichten erdberuehrter Bauteile” (wtórne izolacje zagłębionych w gruncie części budynków i budowli),
- WTA Merkblatt 4-7-02 „Nachträgliche mechanische Horizontalsperre” (odtworzenie izolacji poziomej metodami mechanicznymi).

I tak przykładowo instrukcja WTA nr 4-5-99 „Beurteilung von Mauerwerk. Mauerwerkdiagnostik” wymienia następujące badania przeprowadzane podczas oględzin :

- badania struktury muru (za pomocą wierceń, metod endoskopowych, termografii),
- badania szerokości rozwarcia i głębokości rys,
- badania zmian szerokości rozwarcia rys,

- wykrywanie obecności pustek,
- oznaczenie zawilgocenia (wilgotności masowej – za pomocą np. metody CM, wago-suszarki itp.),
- oznaczenie chłonności kapilarnej (za pomocą rurki Karstena),
- oznaczenie obecności soli,
- określenie warunków ciepłno-wilgotnościowych,
- badania parametrów wytrzymałościowych (np. młotek Schmidta, metoda „pull-off”),
- badania otaczającego gruntu/badania geologiczne.

Ustalenie przyczyn spękań i odkształceń badanego obiektu, a następnie przyjęcie koncepcji wzmocnienia powinny być poprzedzone dokładnymi badaniami stanu konstrukcji i warunków gruntowo-wodnych. Zależnie od wielkości odkształceń badanie stanu konstrukcji obejmuje:

- opis i diagnostykę rys,
- sprawdzenie pionowości poszczególnych ścian i słupów,
- niwelacje, np. cokołu budynku,
- obliczenie naprężeń w pasmach odcinków murów zagrożonych lub spękanych, tj. w miejscach połączeń ścian poprzecznych z podłużnymi, w filarach międzyokiennych i międzydrzwiowych, w słupach, w podłożu gruntowym pod fundamentami,
- ocenę wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych,
- uwzględnienie warunków eksploatacyjnych obiektu.

W opisie procesu zarysowania obiektu powinno się uwzględnić:

- układ rys, tj. ich rozmieszczenie i przebieg na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej,
- wybrane wielkości charakterystyczne - szerokość i głębokość rozcięcia rys, punkty zakończenia rozwidleń, zmianę kierunków,
- zmiany układu polegające na wydłużeniu się rys istniejących i pojawianiu się nowych.

Identyfikacja i określenie stref temperatury obiektu jest podstawowym elementem identyfikacji stanu technicznego i parametrów termoizolacyjnych budynku. Od 1 stycznia 2009 r. obowiązuje w Polsce system oceny energetycznej budynków zgodny z dyrektywą 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Ministra oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 r. Nr 201, poz. 1240).

4. Diagnostyka konstrukcji.

Oględziny budynku i otoczenia, wywiad z użytkownikami oraz instrukcje wytyczne Instytutu Techniki Budowlanej w zakresie fundamentowania, konstrukcji i elementów przeciwwilgociowych, wykończeniowych, odtwarzania izolacji poziomej to faza wstępna diagnostyki budowlanej..

Pierwszą czynnością są szczegółowe oględziny budynku i otoczenia, na podstawie których można wyciągnąć pierwsze wnioski na temat stanu technicznego obiektu oraz ukierunkować dalsze działania. Kolejnym etapem są szczegółowe oględziny budynku i opis jego stanu technicznego.

Istotnym składnikiem diagnostyki jest analiza historyczna, określająca na podstawie zachowanych dokumentów, w jaki sposób doszło do powstania budowli oraz jaki jest rodzaj jej posadowienia (bezpośredni lub pośredni). W obiektach zabytkowych brak jest najczęściej ściśle wyodrębnionego konturu fundamentów. Przy znacznej niekiedy grubości ścian piwnicznych fundamentem zasadniczo jest obrys grubości samej ściany przyziemia, rzadko można spotkać ławy fundamentowe z odsadzkami lub rozszerzającym się liniowo skośnie ku dolnej krawędzi fundamentu. W niektórych obiektach dominują posadowienia pośrednie na palach lub rusztach drewnianych. Ich występowanie determinuje możliwość wykonania drenaży powierzchniowych lub opaskowych wokół obiektu.

Z dokumentów (planów, rysunków, szkiców, zachowanych zdjęć lub opracowań historycznych dla budynków sąsiednich) może wynikać, jakich nieistniejących fragmentów ścian fundamentowych należy się spodziewać, odkopując budynek w celu wykonania izolacji pionowych. Wywiad z użytkownikiem i/lub właścicielem obiektu może pomóc w odpowiedzi na pytanie, czy w przeszłości nie nastąpiła zmiana parametrów podłoża gruntowego zmieniającego jego nośność (typową przyczyną rozluźnienia podłoża gruntowego są doły chłonne rozmieszczone często w bezpośrednim sąsiedztwie historycznych fundamentów, przebudowy lub nadbudowy oraz zmiany sposobu użytkowania). Wywiad taki może dostarczyć także informacji na temat poziomu wód powierzchniowych w znajdujących się nieopodal zbiornikach lub ciekach wodnych (czy i jak często dochodziło do spięrzeń doprowadzających do podniesienia się wód gruntowych wokół budynku).

Elementem koniecznym do zbadania jest określenie struktury budowy przegród. Należy zwrócić uwagę, iż budynki historyczne powstały w czasach, gdy nie było dróg bitych, a budowle mogły powstawać w miejscach, gdzie istniały podkłady z gliny i źródła wody. Cegła wypalana w piecach polowych była materiałem o wiele droższym niż obecnie. Konsekwencją tego było budowanie murów „żebracych”, w których występował „rdzeń” z innych (mniej wartościowych) materiałów niż licowe warstwy muru. Renowacja takich murów musi na etapie projektowania podlegać dogłębnej analizie. Bardzo często w murach występują podłużne (najczęściej regularne) pustki służące zazwyczaj rozdzieleniu różnych rodzajów muru. W murach o małej stateczności cieplnej podłużne pustki powietrzne o szer. 4–8 cm stanowiły rodzaj ocieplenia ściany.

5.Odkrywki elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych.

Przy diagnostyce obiektów koniecznym jest wykonanie wykonywanie odkrywek elementów konstrukcyjnych, ścian fundamentowych, ścian nośnych, izolacji, stropów, elementów żelbetowych, drewnianych, warstw wykończeniowych i izolacyjnych.

Wykonanie odkrywek jest niezbędne także po to, aby określić, czy fundamenty budynku nie są zalewane przez wody gruntowe. Najczęściej izolacje w budynkach zabytkowych

projektowane są jako przeciwwilgociowe, a nie jako (choćby częściowo) przeciwwodne, dlatego odkrywki pozwalają na określenie, w jakich rejonach ścian fundamentowych należy zaprojektować izolacje specjalistyczne. Odkrywki są konieczne także do określenia położenia i przebiegu instalacji oraz pozostawionych w przeszłości wokół budynku konstrukcji podziemnych .

Często ściany fundamentowe są rozszerzane u podstawy, co powinno być uwzględniane w późniejszym projektowaniu prac naprawczo-renowacyjnych. Poza tym nie wszystkie fundamenty w obiekcie muszą być posadowione na tym samym poziomie, co można stwierdzić, wykonując odkrywki. Wreszcie odkrywki pozwalają na określenie stanu ścian przyziemia – ściany te najczęściej będą wymagały naprawy lub wzmocnienia przed założeniem późniejszych izolacji. Zdarza się, iż odkrywki ostatecznie wykluczają lub potwierdzają konieczność wykonania zewnętrznego drenażu opaskowego lub wymiany gruntu.

6.Przeprowadzenie wstępnych badań.

Wstępne badania to, w zależności od potrzeb, pomiary zawilgocenia, temperatury, badania wytrzymałościowe, np. młotkiem Schmidta, oznaczenie pH, określenie możliwości wystąpienia kondensacji pary wodnej (oznaczenie punktu rosy) itp. Jednocześnie wykonuje się dokumentację fotograficzną. Oględziny oraz proste badania wykonywane na miejscu w połączeniu z obrazem uszkodzeń pozwalają odpowiednio zaplanować badania laboratoryjne. Chodzi przede wszystkim o jednoznaczne i precyzyjne określenie przyczyn zawilgocenia. Może to być:

- 1.oddziaływanie wód znajdujących się w gruncie,
- 2.oddziaływanie wód opadowych,
- 3.oddziaływanie wody i wilgoci pochodzącej z instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych,
- 4.wilgoć pochodzenia kondensacyjnego,
- 5.zawilgocenie na skutek higroskopijnego poboru wilgoci.

Należy wykonać następujące badania:

- 1.badania struktury muru (za pomocą wierceń, metod endoskopowych, termografii),
- 2.badania szerokości rozwarcia i głębokości rys,
- 3.badania zmian szerokości rozwarcia rys,
- 4.wykrywanie obecności pustek,
- 5.oznaczenie zawilgocenia (wilgotności masowej – za pomocą np. metody CM, wago-suszarki itp.),
- 6.oznaczenie chłonności kapilarnej (za pomocą rurki Karstena),
- 7.oznaczenie obecności soli,

8.określenie warunków ciepłno-wilgotnościowych,

9.badania parametrów wytrzymałościowych (np. młotek Schmidta, metoda „pull-off”),

10.badania otaczającego gruntu/badania geologiczne.

Oczywiście, każdy obiekt trzeba traktować indywidualnie, a więc w zależności od jego stanu technicznego zakres badań będzie się różnił. Istotne jest jednak to, żeby oględziny obiektu oraz dobór niezbędnych do wykonania badań przeprowadzał specjalista. Ich określenie tylko na podstawie oględzin obiektu nie zawsze jest możliwe.

Błędne określenie przyczyn zawilgocenia i podjęcie niewłaściwych działań może prowadzić w najgorszym przypadku nawet do zintensyfikowania procesów destrukcyjnych. Bywa również tak, że źródłem zawilgocenia jest zwykła kondensacja wilgoci albo zalewanie ścian wodą opadową, natomiast zaleca się wykonanie robót niezbędnych przy podciąganiu kapilarnym. I wielokrotnie uzyskuje się pozytywny wynik, bo przy okazji naprawia się obróbki blacharskie i odwodnienia, układa tynk renowacyjny wewnątrz pomieszczeń piwnicznych, odpowiednio kształtuje przyległy teren itp. Rezultatem jest tak czy inaczej wyschnięcie ściany, natomiast zastosowane metody, niejednokrotnie kosztowne, są nieadekwatne do przyczyn.

7.Metody pobierania próbek

Przeprowadzane w obiekcie wstępne badania pozwalają z mniejszym lub większym prawdopodobieństwem określić stan techniczny budynku oraz przyczyny i źródła jego zawilgocenia. Pozwala to na wstępne określenie kierunku podejmowanych działań naprawczo-renowacyjnych. Następnym etapem jest wykonanie badań.

Liczba pobranych próbek powinna być reprezentatywna dla konkretnego obiektu i rodzaju materiału występującego w konstrukcji (w wielu wypadkach pobiera się zarówno próbki cegieł, jak i zaprawy), wielkość i rodzaj próbek zależy od badanego parametru i wybranej metody badawczej. Miejsca pobrania próbek powinny umożliwić utworzenie tzw. mapy (rozkładu) wilgoci w murze, dlatego muszą być starannie udokumentowane. I nie chodzi tylko o rozkład w kierunku pionowym, lecz także w przekroju muru.

Najczęściej spotyka się następujące metody pobierania próbek:

1.rdzenie wiertnicze o średnicy 10 cm i długości przynajmniej 12 cm – do badań parametrów wytrzymałościowych i określenia bilansu wilgoci,

2.rdzenie wiertnicze o średnicy przynajmniej 3 cm i długości przynajmniej 5 cm – do badań struktury muru, określenia bilansu wilgoci i oznaczenia stopnia zasolenia muru,

3.zwierziny w ilości 20–100 g na próbkę – do badań struktury muru, określenia bilansu wilgoci i oznaczenia stopnia zasolenia muru.

4.Z innych metod wymienić należy: wycinanie, wykuwanie lub zeszkrobywanie materiału na próbkę do badań. Transport próbek do laboratorium musi odbywać się w warunkach uniemożliwiających zmianę ich parametrów, np. w hermetycznie zamykanych pojemnikach.

8.Badania laboratoryjne.

Następnym etapem jest wykonanie badań laboratoryjnych. Mogą one potwierdzić przyjętą podczas oględzin budynku tezę o przyczynach i źródłach zawilgocenia budynku, mogą też jej zaprzeczyć. W tym drugim wypadku konieczna jest zazwyczaj ponowna wizja lokalna (i dalsze badania laboratoryjne) pozwalająca na ustalenie przyczyn takiego stanu rzeczy.

Potwierdzenie pierwotnych założeń nie zamyka jednakże etapu związanego z diagnostyką budynku. Ostatecznym celem jest wykonanie prac naprawczo-renowacyjnych powodujących trwale zmniejszenie poziomu zawilgocenia ścian (najczęściej do poziomu 3–6% wilgotności masowej), możliwiającego prowadzenie dalszych prac budowlanych lub konserwatorskich, a po ich wykonaniu – zapewniające właściwą eksploatację.

Wybór rozwiązania materiałowego i kompleksowej technologii naprawy obiektu poddanego ekspertyzie wynika właśnie z wcześniej wykonanych badań. Rezultaty badań wstępnych w wielu przypadkach decydują o sposobie rozwiązania izolacji fundamentów (np. sposób wykonywania przepony i rodzaj preparatu do iniekcji zależy od konstrukcji ściany, jej zawilgocenia, a w przypadku metod mechanicznych – od konstrukcji ściany, występujących obciążeń i jej nośności).

Możliwość wykonania izolacji zewnętrznej zależy od bliskości sąsiednich budynków, przebiegu instalacji itp. Dlatego od specjalisty wykonującego ekspertyzę wymagana jest wiedza pozwalająca na dobór odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego prac naprawczo-renowacyjnych. Często niezbędne są dodatkowe badania laboratoryjne pozwalające np. na wybór odpowiedniego środka iniekcyjnego, a także, na podstawie informacji o porowatości i wytrzymałości cegieł – na zadecydowanie o sposobie wykonania aplikacji (grawitacyjna, ciśnieniowa, wielostopniowa). Zagadnienie to zostanie szerzej omówione w dalszej części artykułu.

9. Rodzaje badań laboratoryjnych

Poniżej przedstawiono zestawienie niezbędnych badań laboratoryjnych wykonywanych przy pracach diagnostycznych w zawilgoconych i zasolonych budynkach.

1. Badania parametrów wytrzymałościowych muru:

- oznaczenie wytrzymałości na ściskanie,
- oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu,
- oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie,
- oznaczenie wytrzymałości na rozłupanie,
- oznaczenie modułu elastyczności,
- oznaczenie rozszerzalności termicznej,
- oznaczenie mrozoodporności.

10. Analiza struktury ścian i murów ,składu cegieł, kamieni, spoiw, zapraw:

W przypadku ścian, murów, spoiw konieczne jest oznaczenie parametrów charakteryzujących strukturę materiałów budowlanych, składu mineralnego, uziarnienia, składu chemicznego, określenie struktury, składu zaprawy, ilości spoiwa, uziarnienia.

W zakresie badań materiałów budowlanych konieczne jest ustalenie parametrów charakteryzujących strukturę materiałów budowlanych, zachowanie się wobec wody: gęstości, porowatości, kapilarnego poboru wody, dyfuzyjności, wilgotności objętościowej, wilgotności równowagowej, wilgotności w stanie pełnego nasycenia, nasiąkliwości, wilgotności wysycenia, pojemności kapilarnej, ilości i rodzaju występujących soli, ilości azotanów, siarczanów i chlorków.

Do typowych badań laboratoryjnych wykonywanych w diagnostyce zaliczyć należy: określenie parametrów wytrzymałościowych muru, analizę zaprawy (spoiwa), określenie bilansu wilgoci, oznaczenie porowatości i nasiąkliwości, określenie stopnia zasolenia muru, wykonanie analizy ilościowej i jakościowej.

11. Rezultat badań diagnostycznych

Rezultatem powyższych działań jest dokumentacja zawierająca informacje o: otoczeniu budynku, warunkach gruntowo-wodnych, wpływie ukształtowania terenu na możliwość napływu wód, stanie technicznym budynku: rodzaju, strukturze murów i ich układzie konstrukcyjnym, zastosowanych materiałach, ich właściwościach, układzie pomieszczeń, obecności piwnic, sposobie użytkowania pomieszczeń, wszelkiego rodzaju uszkodzeniach i deformacjach ścian, podłóg, sklepień, tynków, powłok malarskich (korozja chemiczna, biologiczna, erozja, uszkodzenia mechaniczne, rysy), lokalizacji innych źródeł wody i wilgoci, uszkodzeniach instalacji wodno-kanalizacyjnych, przeciekach przez nieszczelne dachy, uszkodzonych obróbkach blacharskich, stanie istniejących izolacji lub stwierdzenie ich braku, sposobach wykonania i uszczelnienia dylatacji, przejść rurowych, analizie ciepło-wilgotnościowej (wartości współczynnika przenikania ciepła U, wilgoci kondensacyjnej, mostków termicznych, bilansie wilgoci, zawartości i rozkładzie wilgoci w przegrodzie, stopniu zasolenia przegród ilościowa i jakościowa analiza – oznaczenie rodzaju soli i ich stężeń, porowatości, właściwościach, parametrach środków wiążących spoiw, struktur materiałowych, właściwościach, parametrach cegieł, kamieni, stopniu porażenia biologicznego przez grzyby patogenne i techniczne szkodniki drewna, poziomie pH, zawartości gipsu.

W przypadku diagnostyki zawilgoconych i zasolonych murów nie należy mówić o pomiarach wilgotności, lecz o tzw. bilansie wilgoci. Wynika to przede wszystkim z faktu, że materiały budowlane są w większości wypadków materiałami porowatymi i nasiąkliwymi, co otwiera drogę do penetracji wilgoci w głąb konstrukcji. Do opracowania skutecznego rozwiązania konieczne jest więc na etapie diagnozy określenie, czy mamy do czynienia z wilgocią podciąganą kapilarnie, wilgocią higroskopijną czy też może z zalewaniem np. przez wody opadowe.

12. Metody iniekcyjne odtwarzania izolacji poziomej

Celem iniekcji chemicznej jest wytworzenie w przegrodzie przepony przerywającej podciąganie kapilarne i uzyskanie w późniejszym czasie, w strefie muru nad przeponą obszaru

o normalnej wilgotności. Oznacza to, że iniekcja jest skuteczna jedynie przy kapilarnym podciąganiu wilgoci, jeżeli więc mamy do czynienia z innymi źródłami zawilgocenia, konieczne jest podjęcie dodatkowych czynności i zastosowanie innych środków zaradczych.

Przy pracach iniekcyjnych konieczne jest określenie istniejącego zawilgocenia masowego oraz oznaczenie maksymalnego kapilarnego poboru wody (maksymalnej wilgotności kapilarnej). Iloraz tych wartości pozwala na określenie stopnia przesiąknięcia wilgocią, który jest podstawą do wyboru odpowiedniego preparatu iniekcyjnego, obszaru jego zastosowania oraz późniejszej kontroli.

Ze względu na technologie wykonywania iniekcji konieczne jest przy określaniu stanu budynku/budowli czy przegrody zwrócenie uwagi na: rodzaj materiału użytego do wykonania przegrody, geometrię, jednorodność, pęknięcia, zarysowania (szerokość i długość rys oraz ich układ), wielowarstwowość muru, wytrzymałość, stateczność.

13. Wtórne izolacje pionowe

Na wybór rozwiązania konstrukcyjnego technologicznego ma wpływ wiele czynników w tym stopień obciążenia wilgocią oraz uszkodzenia mechaniczne budynku czyli zarysowania i pęknięcia elementów konstrukcji, występujących czynników agresywnych.

W zależności od stopnia obciążenia wilgocią fundamentów, wyróżnia się trzy rodzaje zawilgocenia .

Pierwszy – obciążenie wilgocią zawartą w gruncie., kiedy mamy tu do czynienia z kapilarnie związaną wilgocią. Wymaga on zastosowania najprostszego typu uszczelnienia, które uniemożliwia kapilarne wnikanie wilgoci do ściany. Warunkiem jego występowania jest możliwość wsiąknięcia wody opadowej wystarczająco głęboko w grunt poniżej poziomu posadowienia budynku (wykluczone jest, oczywiście, występowanie wysokiego poziomu wód gruntowych). Zalegający dookoła budynku grunt musi być niespoisty i dobrze przepuszczalny (np. piasek, żwir). Wystarczy w takiej sytuacji wykonać jedynie izolację przeciwwilgociową.

Porównywalne obciążenie powoduje niezalegająca woda opadowa. W tej drugiej sytuacji cały otaczający grunt musi być na tyle przepuszczalny, by nawet podczas silnych opadów atmosferycznych nie doszło do naporu wody pod ciśnieniem na powłokę hydroizolacji. Wariant ten można brać pod uwagę także przy gruncie nieprzepuszczalnym, jednakże tylko przy poprawnie wykonanym drenażu, którego skuteczność jest zapewniona w czasie.

Wytyczne uzależniają stopień obciążenia wilgocią od tzw. współczynnika wodoprzepuszczalności gruntu „k”. Musi on wynosić nie mniej niż 0,1 mm/s. Wartość ta pozwala na bezproblemowe wsiąkanie wody opadowej w głąb otaczającego terenu, do poziomu występowania wody gruntowej, i nie pozwala na wystąpienie nawet niewielkiego okresowego zalegania wody opadowej. W praktyce obciążenie wilgocią i niezalegającą wodą opadową traktować można identycznie.

Drugim przypadkiem jest sytuacja, gdy w poziomie posadowienia oraz poniżej zalegają grunty spoiste (np. glina, margiel czy ił) uniemożliwiające szybkie wsiąkanie wilgoci. Powoduje to czasowe oddziaływanie spiętrzającej się wody opadowej na ścianę fundamentową. Oczywiście, woda ta po ustąpieniu opadów ulegnie przesiąknięciu do znajdującego się poniżej swobodnego poziomu wody gruntowej, jednak występuje tu wyraźne parcie hydrostatyczne na ściany i ławy fundamentowe. Dodatkowym warunkiem jest

występowanie maksymalnego poziomu wody gruntowej przynajmniej 30 cm poniżej poziomu posadowienia ław lub płyty fundamentowej.

Ostatnim przypadkiem jest długotrwałe oddziaływanie na fundamenty wody pod ciśnieniem. Sytuacja ta ma miejsce przy wysokim (powyżej poziomu posadowienia) poziomie wód gruntowych i jest niezależna od rodzaju gruntu oraz jego spoiwości. Przy wykonywaniu tego typu uszczelnień stawia się bardzo wysokie wymagania wobec materiałów oraz sposobu wykonania robót, uszczelnienie to bowiem „pracuje” w najcięższych warunkach.

Warto zauważyć, że dla ostatniego przypadku wartość współczynnika „k” nie została określona. Podział na stopnie obciążenia wilgocią odpowiada w pewnym sensie tradycyjnemu podziałowi hydroizolacji na izolację typu lekkiego (przeciwwilgociową) oraz typu ciężkiego (przeciwwodną), jednak podobieństwa kończą się dokładnie w tym miejscu. Obciążenia wodą okresowo oraz stale zalegającą traktowane są identycznie – konieczna jest hydroizolacja przeciwwodna, drugą możliwością jest izolacja przeciwwilgociowa przy obciążeniu wodą niezalegającą lub wilgocią gruntową. I to niezależnie od głębokości posadowienia.

Rozwiązania konstrukcyjne budynku (rodzaj fundamentu, występowanie podpiwniczenia, wysokość kondygnacji piwnicznej itp.) to drugi bardzo istotny element pozwalający na poprawne wykonanie powłoki hydroizolacyjnej i uszczelnienia tzw. trudnych i krytycznych miejsc (dylatacje, rysy, przejścia rur instalacyjnych itp.). Izolacje budynku powinny stanowić szczelny, ciągły układ oddzielający całkowicie budynek (bądź jego elementy) od wody. Ich skuteczność zależy od poprawności określenia warunków wodnych (obciążenie wilgocią, obciążenie wodą pod ciśnieniem) i właściwego doboru typu izolacji (przeciwwilgociowa, przeciwwodna, wewnętrzna typu wannowego, zewnętrzna), od stanu podłoża, na którym aplikowany jest materiał izolacyjny (rysy, kawerny, nośność podłoża, wielkości pól dylatacyjnych), oraz właściwego doboru materiałów do izolacji, wynikającego z wielkości obciążeń wodnych (w tym również agresywności wody), zakładanych odkształceń podłoża podczas eksploatacji obiektu, możliwości aplikacyjnych w konkretnym obiekcie.

Dopiero po przeanalizowaniu warunków gruntowo-wodnych wraz z oceną ukształtowania terenu oraz uwzględnieniem warunków aplikacji materiału można podjąć decyzję o wyborze rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego, i to po uzyskaniu odpowiedzi na poniższe pytania: czy zastosowany materiał jest odporny na szkodliwe sole budowlane znajdujące się w murze i agresywne czynniki znajdujące się w gruncie, czy powłokę można nakładać na suche/wilgotne/mokre podłoża, jaki jest czas schnięcia powłoki i w jakich warunkach, w ciągu jakiego czasu po nałożeniu materiał jest odporny na deszcz, jaką szerokość rys jest w stanie przykryć powłoka przy obciążeniu wilgocią i/lub wodą pod ciśnieniem, jaką szerokość rys mostkuje materiał w niskich (np. ujemnych) temperaturach, jaka jest odporność powłoki na długotrwałe obciążenie niską i wysoką temperaturą, czy powłoka oferowana jest w systemie z innymi materiałami uszczelniającymi.

14.Prace naprawczo-renowacyjne budynku.

Prace remontowe mające charakter robót budowlanych naprawczych i renowacyjnych obejmują przede wszystkim zagadnienia związane z odtwarzaniem izolacji poziomej i pionowej, muszą rozwiązywać problem związany z obecnością w zawilgoconym murze związków soli, będą także obejmować rzeczywiste sposoby usoszenia obiektu (np. za pomocą osuszaczy absorpcyjnych, kondensacyjnych itp.) oraz sposoby naprawy elewacji (czyszczenie, spoinowanie, wzmacnianie podłoży, hydrofobizację, scalanie kolorystyczne, naprawę

spękanych tynków itp.). Jest to również cały zespół czynności towarzyszących, polegających na wykonaniu nowych instalacji sanitarnych, grzewczych, elektrycznych, wentylacyjnych lub klimatyzacyjnych, udrożnieniu lub zmianie sposobu odprowadzenia wód opadowych czy wreszcie reprofiliacji otaczającego terenu.

Pierwszym etapem jest dogłębna analiza istniejącego stanu konstrukcji oraz przyczyn zawilgocenia. Powinna ona określać warunki gruntowo-wodne oraz wpływ ukształtowania terenu na możliwość napływu wód, lokalizować inne źródła wody i wilgoci (np. uszkodzenia instalacji wodno-kanalizacyjnych, przecieki przez nieszczelne dachy, uszkodzone obróbki blacharskie), określać również stan techniczny budynku (rodzaj murów, ich stan i układ, układ pomieszczeń, obecność piwnic, stan istniejących izolacji lub stwierdzenie ich braku). Powinna zawierać mapę (rozkład) zawilgocenia i zasolenia wraz z określeniem rodzaju i ilości występujących soli, ustalenie obecności grzybów i pleśni oraz analizę ciepłno-wilgotnościową (występowanie wilgoci kondensacyjnej, mostków termicznych). Analiza ta w zestawieniu z przyszłym sposobem użytkowania pozwala na opracowanie projektu prac naprawczo-renowacyjnych (rys. 1), jednak wymagania przyszłego użytkownika muszą być dostosowane do realnych możliwości przeprowadzenia prac naprawczo-renowacyjnych.

Literatura

- 1.M. Rokiel, „Hydroizolacje w budownictwie. Wybrane zagadnienia w praktyce”, Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2006.
- 2.Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (DzU z 2004 r. nr 202, poz. 2072).
- 3.Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (DzU z 2004 r. nr 202, poz. 2072).
- 4.Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, X Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Techniczna, „Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych”, 2002.
5. Czarnecki L, Emmons P.H., "Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych", Polski Cement, Kraków 2002
6. Masłowski E, Spizewska D. "Wzmacnianie konstrukcji budowlanych" Arkady 2000
7. Greuner M., "Korozja i ochrona betonu" Arkady, Warszawa 1983
8. Rudziński L., "Konstrukcje murowe. Remonty i wzmocnienia", Politechnika Świętokrzyska 2006
9. Murzewski J. "Bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych". Arkady 1970
10. Bakowski B.: "Morfologia rys w konstrukcjach żelbetowych i betonowych". AIL 4/1959

11. Godycki - Ćwirko T.: "Mechanika betonu". Arkady, Warszawa 1982
12. Godycki - Ćwirko T. "Morfologia rys w konstrukcjach betonowych". Rozpr. Nauk. Nr 13, Białystok 1992
13. Runkiewicz L.: "Diagnostyka i wzmacnianie konstrukcji żelbetonowych". Materiały pomocnicze i informacyjne Nr 93/1998 Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej Kielce.
14. Mitzel A., Stachurski W., Suwalski J.: "Awarie konstrukcji betonowych i murowych" Arkady, Warszawa 1982
15. "Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych". Praca zbiorowa zespołu pod kierunkiem J.Kwiatka. Wydawnictwo GIG, Katowice 1997