

Zbigniew Wikłacz*

Wilgoć w budynkach zabytkowych

Dampness in heritage buildings

Słowa kluczowe: wilgoć, zawilgocenia, budynki zabytkowe, zasolenie, kondensacja

Key words: moisture, damp, heritage buildings, salts, condensation

WSTĘP

Obecność wilgoci w budynkach starszych niż wybudowane już w XX wieku z użyciem izolacji przeciwwilgociowych to zjawisko bardzo często spotykane. Nie rodzi ono poważnych problemów, kiedy tradycyjny sposób budowania, z wykorzystaniem porowatych materiałów i paroprzepuszczalnych tynków, pozwala na szybkie wysychanie zawilgoconych murów, zaś tradycyjne funkcje pomieszczeń umożliwiają ich swobodną wentylację. Jednakże pierwotny sposób użytkowania obiektu zabytkowego we współczesnych czasach to sytuacja coraz rzadziej spotykana. Prawie wszystkie przypadki destrukcyjnego wpływu wilgoci na budynki zabytkowe związane są albo z ich niewłaściwą eksploatacją, albo z nowym sposobem użytkowania, zmieniającym pierwotne warunki wilgotnościowe w samym obiekcie lub w jego otoczeniu.

Tymczasem niekontrolowana wilgoć może być przyczyną szeregu niekorzystnych zjawisk, wśród których należy wymienić erozję, korozję, pęcznienie, dezintegrację i w końcu zniszczenie materiałów budowlanych, okładzin, a nawet elementów konstrukcji budynku. Wilgoć stwarza odpowiednie warunki dla krystalizacji soli na powierzchni murów lub blisko niej, a także dla rozwoju niepożądanych i szkodliwych dla zdrowia mikroorganizmów. Właściwa kontrola poziomu wilgoci we współcześnie eksploatowanych budynkach zabytkowych jest konieczna zarówno dla komfortu użytkowników, jak i do zapewnienia trwałości samego budynku oraz znajdujących się w nim zabytków ruchomych. Istotny jest również aspekt ekonomiczny – wilgotna ściana to większe wydatki na ogrzewanie.

INTRODUCTION

Dampness is very common in buildings older than those built in the 20th century with damp proofing. Dampness does not cause serious problems, where traditional building methods made use of porous materials and vapour permeable renders, which allowed damp walls to dry quickly, whereas traditional use of the interior spaces allowed for uninhibited ventilation. Yet the original form of use of a heritage building is increasingly rare in modern times. Almost all examples of the destructive impact of damp in heritage buildings are associated with their inappropriate use or new forms of use, which have modified the original moisture conditions of the building and its surroundings.

Uncontrolled dampness can be the cause of a series of unfavourable effects, which include erosion, corrosion, swelling, disintegration and ultimately damage of building materials, facing, and even the building's structural elements. Dampness creates favourable conditions for salt crystallization on the wall surface or close to it, as well as for the development of undesirable micro-organisms, which are dangerous to health. Appropriate control of moisture levels in heritage buildings used for contemporary purposes is essential both for assuring user comfort, as well as for assuring durability of the building and the moveable historical objects contained inside the building. The economic aspect is also critical – a damp wall translates into increased heating costs.

The moisture content in building materials is the relative amount of water, which is constantly changing due to the influence of relative humidity of the sur-

* dr inż. arch., Instytut Historii Architektury i Konserwacji Zabytków, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej

* dr inż. arch., Institute of History of Architecture and Monument Preservation, Faculty of Architecture, Cracow University of Technology

Wilgotność materiałów budowlanych, to jest względna zawartość wody, nieustannie waha się pod wpływem wilgotności względnej otoczenia. Przy wzroście tego parametru następuje adsorpcja pary wodnej w materiale, przy spadku desorpcja. Generalnie, zmieniającą się w pewnym przedziale naturalną wilgotność materiałów – będącą wynikiem adsorpcji i desorpcji pary wodnej – uznaje się za stan powietrzno-suchy, który nie stwarza większych zagrożeń. Groźne mechanizmy niszczenia uruchamia natomiast obecność wody ciekłej, wnikażącej do struktury materiałów z różnych źródeł, opisanych szczegółowo poniżej. Pojawieniu się wody ciekłej w materiale towarzyszy znaczny skok wilgotności, różny dla różnych materiałów. Dla przykładu, o ile wilgotność względna drewna wynosi od 5 do 20% w stanie powietrzno-suchym, po namoknięciu w kontakcie z wodą ciekłą może przekroczyć 100%. Powietrzno-suche zaprawy piaskowo-wapienne i cegły mają wilgotność nieprzekraczającą 5%, podczas gdy ich nasiąkliwość, odpowiadająca całkowitemu wypełnieniu przestrzeni porów wodą ciekłą, wynosi od 10 do 25%, w zależności od porowatości materiału.

ŹRÓDŁA ZAWILGOCENIA

Budynki ulegają zawilgoceniu, kiedy poddane są działaniu wody w stanie ciekłym lub w postaci pary wodnej. Taka też jest najbardziej ogólna klasyfikacja pochodzenia zawilgocenia. W pierwszym przypadku woda przesącza się od gruntu do budynku drogą infiltracji poziomej lub pionowej, zawilgocenie może też wynikać z bezpośredniego oddziaływania wody opadowej. W drugim przypadku mamy do czynienia z kondensacją, czyli skraplaniem pary wodnej na wychłodzonych powierzchniach przegród budowlanych oraz z jej absorpcją z otaczającego powietrza przez materiały o właściwościach hydrofilowych, a także przez higroskopijne sole, zawarte w użytych do budowy materiałach. Zjawiska, z którymi mamy do czynienia w obu przypadkach, są złożone, a objawy wskazujące na pochodzenie wilgoci bywają mylące i niejednoznaczne, dlatego warto wskazać na podstawowe różnice.

Zawilgocenie, którego źródłem jest woda przesączająca się od gruntu (ryc. 1), charakteryzują następujące cechy:

- może pojawiać się w różnych okresach roku,
- nie występuje wyżej niż 2 do 3 m ponad poziomem terenu,
- nasącza całą grubość muru,
- ustępuje po kilku latach od zlikwidowania przyczyny.

Zawilgocenie spowodowane kondensacją pary wodnej (ryc. 2) charakteryzuje się innymi cechami:

- pojawia się każdego roku o tej samej porze (np. wiosną),
- występuje na dowolnej wysokości budynku,
- nasącza tylko powierzchnię muru,
- ustępuje szybko po zastosowaniu ogrzewania i wentylacji.

Źródłem zawilgocenia od strony gruntu może być zarówno woda podziemna, jak i woda opadowa (a tak-

roundings. With increase or decrease of this parameter, water vapour is adsorbed or desorbed by the material, respectively. Overall, changes in the natural moisture content in materials within a certain band – resulting from adsorption and desorption of water vapour – is recognised as an air-dry state, which does not pose any significant threat. Dangerous damaging mechanisms are initiated with the appearance of liquid water, penetrating into the material structure from different sources described in detail below. The appearance of liquid water in materials is associated with a substantial increase in the moisture content, which is different for different materials. For example, relative moisture content in wood ranges from 5 to 20% in the air-dry state, but on contact with liquid water it can exceed 100%. Air-dry sand-limestone mortar and bricks have a moisture content not exceeding 5%, whereas their absorption capacity, involving complete filling up of pore space with liquid water, ranges from 10 to 25% depending on porosity of the material.

SOURCES OF DAMP

Buildings are affected by dampness when they are subjected to the action of water in its liquid form or in the form of water vapour. In most general terms, this is a classification of the sources of damp. In the first case, water filters from the ground into the building through horizontal or vertical infiltration, and may also result directly from rain water. In the second case, we have to deal with condensation or liquefaction of water vapour on cold surfaces of elements of building envelope and its absorption from surrounding air by materials with hydrophilic properties, as well as by hygroscopic salts contained in the building materials used. In both cases, the effects are complex, and the symptoms suggesting the moisture source can be misleading and ambiguous, which is why it is worth determining the basic differences.

Damp originating from water filtering up from the ground (fig. 1) is characterised by the following features:

- it can appear at different times during the year,
- it does not appear higher than 2 or 3 m above ground level,
- it saturates the whole wall thickness,
- disappears after a few years when the cause is eliminated.

Damp caused by water vapour condensation (fig. 2) is characterised by the following features:

- appears every year at the same time (e.g. in spring),
- can appear at any height of the building,
- saturates only the wall surface,
- quickly disappears with heating and ventilation.

The sources of damp from the ground may be groundwater or rainwater (as well as water coming from faulty water and sewage installations). Vertical infiltration (so called rising damp) takes place through capillary action from the groundwater surface in the

że woda pochodząca z wadliwych instalacji wodnych i kanalizacyjnych). Infiltracja pionowa (tzw. wilgoć wstępująca) odbywa się drogą podciągania kapilarnego od lustra wody w porowatych materiałach budowlanych ścian fundamentowych. Wysokość podciągania kapilarnego zależy przede wszystkim od porowatości danego materiału oraz struktury porów i kapilar; jest ona odwrotnie proporcjonalna do ich średnicy. Oznacza to, że im mniejsza średnica porów i kapilar, tym wyżej sięgnie wilgoć tą drogą podciągana. Budynki zabytkowe posadowione poniżej lustra wody to jednak przypadki dość rzadkie, zatem takie zjawisko występuje w zasadzie jedynie w krótkich okresach wysokiego stanu wód gruntowych. Może być także efektem zmiany warunków wodnych (podniesienia poziomu lustra wody), będących wynikiem działań hydrologicznych w okolicy obiektu. Infiltracja pozioma występuje znacznie częściej i związana jest z poprzecznym przesiąkaniem wody od gruntu przez ściany fundamentowe oraz ściany piwnic poniżej poziomu terenu. Przyczyną jest najczęściej niesprawny system odwodnienia budynku lub brak odprowadzenia wody opadowej z jego bezpośredniego otoczenia. Oczywiście, przesiąkająca poprzecznie woda może następnie kapilarami nasączać położone wyżej strefy budynku. Cechą charakterystyczną infiltracji poziomej jest występowanie jedynie na ścianach zewnętrznych, zasypanych gruntem oraz bardzo nieregularna wysokość zawilgoceń, zależna od pory roku i intensywności opadów.

Kondensacja pary wodnej to częsta przyczyna powstawania zawilgoceń w budynkach zabytkowych. Można wyróżnić „kondensację zimową” (kiedy para wodna ma swoje źródło wewnątrz obiektu) oraz „kondensację wiosenną” (kiedy para wodna napływa z zewnątrz). W obu przypadkach para wodna skrapla się na wychłodzonych (późną jesienią i zimą) przegrodach (ścianach, stropach, sklepieniach, szybach...). W okresie zimowym często źródłem wilgoci są tłumnie odwiedzający obiekt ludzie, a także niektóre, uruchamiane sporadycznie, systemy ogrzewania. Wiosną źródłem pary wodnej jest nasycone wilgocią ciepłe powietrze, które w sposób niekontrolowany przedostaje się do wychłodzonego zimą wnętrza budynku.

Kolejnym zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia ochrony zabytku jest obecność soli. Sole mogą być zawarte w zanieczyszczonym powietrzu atmosferycznym (siarczany, azotany wapnia i magnezu), w zanieczyszczonych wodach gruntowych, a także w samych materiałach budowlanych (siarczan sodu w ceglach i siarczany metali alkalicznych w cementie). Źródło pochodzenia soli może być również związane z funkcją obiektu – magazyny soli, stajnie, obory, pomieszczenia sanitarne (chlorki i azotany), a także z obfitym posypywaniem ulic zimą (chlorek sodu). Woda infiltrująca od gruntu, jak i w postaci pary wodnej, uruchamia proces migracji i krystalizacji soli pod powierzchnią lub na powierzchni materiałów budowlanych, określane jako „spirala wilgoci i soli”.

Wśród źródeł zawilgoceń należy też wymienić wilgoć technologicznie wprowadzoną do materiału w czasie

porous building material of the foundation walls. The height reached through capillary action depends especially on the porosity of a given material and the pore and capillary structure; it is reversely proportional to their diameter. This means that the smaller the pore and capillary diameter, the higher the damp will reach through this form of uptake. Heritage buildings with foundation below the groundwater surface are rather rare, which means that the phenomenon appears really only in short periods of high groundwater levels. It can also be outcome of changes in water conditions (raising of the ground water level), resulting from hydrological changes around the building. Horizontal infiltration is much more common and is associated with lateral filtering of water from the ground through the foundation walls and cellar walls below ground. The cause is most commonly an ineffective drainage system in the building or failure to redirect rainwater from the immediate vicinity of the building. Of course, water filtering in laterally, can also be drawn upwards through capillary action to saturate zones located higher up the building. The characteristic feature of lateral infiltration is that it appears only on external, earth-covered walls and has a highly irregular damp height, which depends on the time of year and rainfall intensity.

Condensation of water vapour is a common cause of dampness in heritage buildings. It is possible to distinguish between “winter condensation” (when water vapour has its source inside the building) and “spring condensation” (when water vapour has its source outside). In both cases, water vapour condenses on cooled surfaces (in late autumn and winter) of the building shell elements (walls, ceilings, vaults, window panes...). In the winter season, a common source of damp is the many people visiting the building, and also some types of heating systems, which are used sporadically. In the spring, a source of water vapour is moisture-filled warm air, which penetrates the winter-cooled building interior in an uncontrolled way.

Another phenomenon, unfavourable from the perspective of protecting the heritage building, is the presence of salt. Salts can be found in polluted air in the atmosphere (calcium and magnesium sulphates, calcium and magnesium nitrates), in polluted groundwater, and also in the building materials themselves (sodium sulphates in bricks and alkaline metal sulphates in cement). The source of salt may also be linked to the use of the building – salt warehouses, stables, cow sheds, sanitary spaces (chlorines and nitrates), and also spreading salt onto road surfaces in winter (sodium chloride). Water filtering up from the ground, or in the form of water vapour, initiates a process of migration and crystallisation of salt under the surface or on the surface of the building materials, which is referred to as the “damp and salt spiral”.

Among sources of damp, it is also necessary to list technological damp, which is introduced into the material during transport, storage or wet building work. This is of special importance in buildings con-

transportu, składowania oraz prowadzenia robót mokrych. Ma to szczególne znaczenie w przypadku budynków wznoszonych metodą tradycyjną, kiedy znaczne ilości wody wykorzystywane są jako rozpuszczalnik różnych mas, zapraw, tynków i klejów. Naturalny proces wysychania przegród to, w zależności od technologii, często nawet kilkanaście miesięcy. Problem z wilgocią technologiczną nasila się w wyniku skrócenia tego procesu. W przypadku budynków zabytkowych ten rodzaj wilgoci wiąże się najczęściej z wykonywaniem prac remontowych.

Niezależnie od źródła pochodzenia, konsekwencją nadmiernej wilgoci w budynku – przy sprzyjających warunkach termicznych i braku wentylacji – może być także obecność mikroorganizmów (ryc. 3), negatywnie oddziałujących zarówno na substancję zabytkową, jak i zdrowie użytkowników.

WILGOĆ OD WÓD GRUNTOWYCH I OPADOWYCH

Budynki zabytkowe powstawały w większości w czasach, kiedy nie istniały membrany izolacyjne i hydrofobowe materiały budowlane. Dlatego w dawnej tradycji budowlanej obecność wilgoci w budynku była brana pod uwagę i uwzględniana w kształcie i konstrukcji obiektu. Budynki narażone na działanie wilgoci, np. stawiane w terenie o wysokim poziomie wód gruntowych, z reguły posiadały otwarte piwnice. Mury fundamentowe wznoszono na ławie z nieporowatych głazów, blokujących podciąganie wody. Nierzadko wykonywano pionowe ścianki ekranujące mury poniżej poziomu terenu, a podłogi bardzo często układano pozostawiając przestrzeń wentylacyjną ponad sklepieniem piwnic. Miało to na celu stworzenie warunków, w których wilgoć zawarta w przegrodzie po okresie wiosennym mogła swobodnie odparować, kiedy robiło się cieplej i bardziej sucho. Stosowano cegły wentylacyjne, które miały za zadanie odprowadzenie wilgoci ze ściany w cyklu dobowym, a także zaprawy i tynki o porowatości większej niż cegła lub kamień, które miały wiązać. Generalnie brak izolacji przeciwwilgociowej zastępowano drenażem i wykorzystaniem porowatych, szybko schnących materiałów.

Obecnie najczęstszą przyczyną zawilgoceń powstałych wskutek działania wody w postaci ciekłej są niesprawne instalacje deszczowe i kanalizacyjne. Nierzadko można spotkać rury spustowe, odprowadzające wodę deszczową z okazałego dachu wprost do gruntu i tuż przy ścianie fundamentowej (ryc. 4). Problem mogą sprawić także niedrożne murowane systemy kanalizacji deszczowej i ściekowej. Poza wadliwymi instalacjami niekontrolowana wilgoć w zabytkach pojawia się zwykle wraz z ich wykorzystaniem do nowych funkcji, do jakich nie były pierwotnie przewidziane, a także wskutek zmian warunków gruntowo-wodnych w bezpośrednim otoczeniu budynku. Adaptacje piwnic, dotąd swobodnie przewietrzanych i nieogrzewanych, do nowych funkcji wymuszają ich zamknięcie i uszczelnienie, często bez zapewnienia należytej wentylacji, co uniemożliwia od-

struktury używając tradycyjnych metod, w których znaczne ilości wody są używane do rozcieńczenia różnych materiałów, zapraw, tynków i klejów. Naturalny proces wysychania elementów otwartej bryły budynku może trwać nawet do kilku miesięcy, w zależności od technologii. Problemy z wilgocią technologiczną nasila się w wyniku skrócenia tego procesu. W przypadku zabytkowych budynków ten rodzaj wilgoci jest najczęściej wynikiem prac remontowych.

Irrespective of the source, the consequence of too much damp in the building – given favourable thermal conditions and lack of ventilation – can also be the appearance of micro-organisms (fig. 3), which impact negatively on both the heritage building and the health of its users.

DAMPNESS CAUSED BY GROUND AND RAIN WATER

Heritage buildings were constructed mainly in times when damp proof membranes and water repellent building materials did not exist. This is why in older building traditions, the appearance of moisture in the building was a focus of attention and taken into account in design and structure of the building. Buildings potentially affected by dampness, e.g. those built in areas with high groundwater levels, as a rule had open cellars. Foundation walls were built on a bench of impervious stones, which blocked water infiltration. Vertical walls sheltering walls below ground were often put into place, and floors were laid with a ventilation space above the cellar ceiling. The goal was to create conditions, in which the moisture in an envelope could readily evaporate following the spring period when conditions became warmer and drier. Ventilation bricks were used, which were tasked with removing dampness from the wall in a daily cycle, as well as mortar and render with a porosity greater than that of the brick or stone, which were bound together. In general, the absence of damp proofing insulation was addressed through drains and application of porous and quick-drying materials.

Currently, the most common cause of dampness is a consequence of exposure to water in its liquid form coming from ineffective rainwater and sewage installations. It is not unusual to see rainwater pipes, channelling water from a large roof surface straight to the ground next to the foundation walls (fig. 4). Problems can also be caused by blocked rainwater and sewage systems. Aside from faulty installations, uncontrolled damp in heritage buildings appears also as a result of new building functions, which were not originally anticipated, and also as a result of changes in ground water conditions in the immediate vicinity of the building. Adaptions of freely-ventilated and unheated cellars to new functions, require that they are closed and sealed, often without assuring necessary ventilation, which makes the removal of excess moisture from the interior impossible. The undesired result is further exacerbated

prowadzenie nadmiaru wilgoci z pomieszczeń. Niekorzystny efekt potęguje wykorzystanie nieprzepuszczalnych płyt gipsowo-kartonowych i powłok malarskich do wykończenia wnętrza oraz zastosowanie szczelnych tynków cementowych lub okładzin od zewnątrz. Wilgoć, w sposób naturalny obecna w przegrodach, zostaje wtedy niejako „uwięziona” i drogą podciągania kapilarnego może sięgnąć nawet wyższej kondygnacji. Owocuje to w wielu przypadkach powstaniem zawilgocenia i idących w ślad za nimi zniszczeń zabytkowej substancji, nie tylko w piwnicach, ale i na wysokości parteru, w pomieszczeniach i na elewacji. Zniszczenia są szczególnie duże, kiedy w materiale budowlanym lub w penetrującej do przegrody wodzie gruntowej zawarte są sole siarczanowe. Przesiákanie poziome jest powodowane także przez brak drenażu przechwytyjącego wodę spływającą po stoku, a także przez źle wyprofilowaną lub niekompletną opaskę wzdłuż ścian zewnętrznych zabytku. Podniesienie terenu wokół obiektu, przy jednoczesnym zablokowaniu swobodnego odpływu wody (np. szczelnym ogrodzeniem), może również skutkować zawilgoceniem dolnych partii budynku.

KONDENSACJA

Inaczej niż w przypadku zawilgocenia powstałych na skutek penetracji wody od gruntu (charakterystycznych głównie dla czasów współczesnych), kondensacja pary wodnej stanowiła niejednokrotnie problem dla budynków już w czasach ich powstawania. Powody były te same co dzisiaj i dotyczyły głównie kondensacji zimowej, czyli sytuacji, w której wilgoć – powstała na skutek perspiracji i oddychania dużej grupy ludzi – kondensuje na wychłodzonych murach sporadycznie użytkowanego budynku (np. kościoła), najczęściej nieogrzewanego wcale lub ogrzewanego okazjonalnie. Innym źródłem pary wodnej wewnątrz obiektu może być ogrzewanie przez nawiew gorącego powietrza lub za pomocą palników gazowych. Najbardziej drastyczne przypadki dotyczą występowania obydwu sytuacji naraz. W przypadku budynków mieszkalnych często spotykanym powodem kondensacji pary wodnej są tzw. czynności „mokre”, takie jak pranie, gotowanie czy kąpiel, przy jednoczesnym braku wystarczającej wentylacji pomieszczeń.

Kondensacja wiosenna ma miejsce, kiedy do nieogrzewanego zimą budynku napływa na wiosnę ciepłe i często bardzo wilgotne powietrze z zewnątrz. Napływające powietrze schładza się w zetknięciu z zimnymi powierzchniami ścian i elementów wyposażenia, co prowadzi – po przekroczeniu punktu rosy – do wykroplenia wody. Kondensacji wiosennej sprzyja nadmierne wychłodzenie wnętrza w okresie zimowym oraz stymulowanie napływu ciepłego powietrza zewnętrznego, na przykład wynikające ze zwiększonego ruchu zwiedzających. Ilość wody powstałej przez skroplenie pary wodnej na zimnych przegrodach jest wtedy szczególnie duża.

Zarówno w przypadku kondensacji zimowej, jak i wiosennej kluczową rolę odgrywa różnica temperatur pomiędzy wilgotnym powietrzem i powierzchnią prze-

by the application of impervious plasterboard and paint surfaces to finish interiors, as well as using compact cement renders or external facing. The moisture contained naturally in building shell is “trapped” as a result and through capillary action can reach even a higher floor. This results in many cases in the appearance of damp, and damage of heritage fabric that follows, not just in cellars but also at the level of the ground floor, in interior spaces and the façade. Damage is especially large, when sulphate salts are present in the building materials or in the groundwater that penetrates into the building shell. Horizontal moisture penetration is caused by lack of drainage, which redirects groundwater running downslope, and through badly designed and incomplete paving around the external foundation walls of the heritage building. Raising ground level around the building, while at the same time blocking the free outflow of water (e.g. through impervious fencing), can also result in damp in the lower parts of the building.

CONDENSATION

In contrast to damp resulting from water penetration from the ground (characteristic mainly of contemporary times), condensation of water vapour was often a problem for buildings at the time when they were built. The causes were the same as those today and related mainly to winter condensation or a situation, in which moisture – arising from perspiration and breathing of a large group of people – condenses on cold walls of buildings that are used only sporadically (e.g. churches) and most often unheated or heated only occasionally. Another source of water vapour inside the building might also result from heating by inflow of hot air or by gas burners. The most drastic cases arise when both situations appear at the same time. In the case of residential buildings, a common cause is water vapour condensation resulting from so-called “wet” uses, such as laundry, cooking or bathing, taking place in a situation in which there is insufficient ventilation of the spaces.

Spring condensation takes place, when warm and very often moist air flows into a building, which had not been heated during the winter season. The inflowing air cools on contact with the cold wall and furnishing surfaces, which leads to condensation, once the dew point is exceeded. Spring condensation is caused by excessive cooling of interiors during the winter period and stimulating inflow of warm air from the outside, for example through increased inflow of visitors. In such situations, the amount of water generated through condensation of water vapour on cold surfaces is especially large.

In the case of both winter and spring condensation, the key factor is the temperature difference between moist air and the building envelope surface. This is why unfavourable conditions can be further exacerbated by elements that additionally cool the walls, for example

grody. Dlatego niekorzystną sytuację mogą potęgować występujące lokalnie elementy dodatkowo ochładzające ściany, jak na przykład drzewa zaciéniające duże fragmenty elewacji. Z kolei braki w swobodnym przepływie powietrza we wnętrzu mogą powodować lokalne strefy schłodzenia powietrza i kondensacji, na przykład za masywnymi meblami stojącymi przy ścianach lub za obrazami.

SOLE

Wilgoć w budynku zabytkowym staje się szczególnie groźna w obecności soli, zawartych w wodzie pochodzącej z gruntu, w powietrzu lub w samym materiale



Ryc. 1. Zawilgocenie muru spowodowane podciąganiem kapilarnym wody od gruntu

Fig. 1. Wall dampness caused by suction of water by capillary action from the ground



Ryc. 3. Uszkodzenia dekoracji oraz wykwity biologiczne na zawilgoconej ścianie

Fig. 3. Damage to decorations and biological blooms on a damp wall

trees, which shade large fragments of the façade. In turn, obstacles to the free movement of air in the interior can create localised zones of cooler air and condensation, as in the case of large pieces of furniture standing against walls or behind paintings.

SALTS

Damp in an heritage building becomes especially dangerous in the presence of salts, which are contained in water coming from the ground, in the air or in the building material itself. The most destructive action results from sulphates: magnesium sulphate (epsomite),



Ryc. 2. Uszkodzenia dekoracji spowodowane kondensacją pary wodnej

Fig. 2. Damage to decorations caused by condensation of water vapour



Ryc. 4. Często spotykane wadliwe rozwiązanie odprowadzenia wody z dachu

Fig. 4. Frequently encountered faulty solutions for water outflow from the roof



Ryc. 5. Wilgotne plamy na tynku, spowodowane obecnością soli higroskopijnych

Fig. 5. Damp stains on render caused by the presence of hygroscopic salts



Ryc. 6. Wykwity solne na powierzchni muru ceglanego

Fig. 6. Salt efflorescence on brick wall surface

budowlanym. Najbardziej niszczące działanie mają siarczany: magnezu (epsomit), sodu, potasu i wapnia (gips). Sole te nie są higroskopijne (punkt przechodzenia do roztworu od 90 do 100%), a więc rozpuszczają się dopiero w wodzie ciekłej, infiltrującej do materiału budowlanego. Krystalizując pod powierzchnią muru doprowadzają do pękania, rozsadzania i rozwarstwiania jego struktury [1]. Znacznie bardziej higroskopijne są chlorek i azotan sodu (75%), jeszcze bardziej azotany wapnia i magnezu (ok. 55%), a najbardziej chlorek wapnia i chlorek magnezu (ok. 33%). Oznacza to, że procesy niszczące zaczynają zachodzić już przy stosunkowo niewielkiej wilgotności, na drodze pochłaniania pary wodnej z otoczenia. Azotany i chlorki powodują niewielkie uszkodzenia mechaniczne, jednak – zatrzymując wilgoć – objawiają się pod postacią wilgotnych plam (ryc. 5), a także wykwitów solnych na powierzchni muru, tzw. efflorescencji. Stanowi to duży problem natury estetycznej, szczególnie w przypadku jasnych wypraw tynkowych, a także muru ceglanego (ryc. 6). Poza likwidacją źródeł wilgoci (co nie zawsze jest możliwe), stosuje się odsalanie murów (np. kompresy odsalające), neutralizację soli (tzn. przeprowadzenie w postać nierozpuszczalną w wodzie) oraz zatrzymywanie soli we wnętrzu murów (solochłonne tynki renowacyjne).

DIAGNOZA I BADANIE ZAWILGOCEŃ

Jednoznaczne określenie przyczyny zawilgoceń w budynku zabytkowym warunkuje wybranie i przeprowadzenie skutecznej i ekonomicznie uzasadnionej renowacji. Ma to ogromne znaczenie ze względu na z reguły bardzo wysokie koszty osuszania, napraw i przeciwwilgociowego zabezpieczenia wybudowanych już obiektów. Niestety diagnoza nie jest łatwa, gdyż źródło

sodium sulphate, potassium sulphate and calcium sulphate (gypsum). These salts are not hygroscopic (the deliquescence point is from 90 to 100%), which means they dissolve in the water that filters into the building material. Crystallisation beneath the wall surface leads to cracking, bursting and delaminating its structure [1]. Sodium chloride and sodium nitrate are much more hygroscopic (75%), whereas calcium and magnesium nitrates are even more so (approx. 55%), and the most hygroscopic are calcium chloride and magnesium chloride (approx. 33%). This means that destructive processes begin at relatively low moisture levels, by way of absorbing water vapour from the surroundings. Nitrates and chlorides lead to small mechanical damage, but – by retaining moisture – they appear as damp stains (fig. 5), and also as salt efflorescence on the wall surface. This creates a big aesthetic problem, especially in the case of light-coloured rendered surfaces, and brick walls (fig. 6). Aside from removing the causes of the damp (which is not always possible), wall desalination (e.g. desalination poultices), salt neutralisation (i.e. turning it into a form that is insoluble in water), and stopping the salt in the interior of the walls (salt-absorbing restoration render) are used.

DAMPNESS DIAGNOSIS AND ANALYSIS

Unambiguous determination of the causes of dampness in a heritage building provides the basis for selecting and implementing effective and economically justified renovation work. This is of great importance due to the typically high cost of drying, repair and damp proofing of existing building structures. Unfortunately, diagnosis is not easy as the source of damp is often not obvious. For example, water rising through

wilgoci często bywa nieoczywiste. Przykładowo podciąganie kapilarne wody w przegrodzie może być zarówno następstwem poprzecznego przesiąkania od gruntu, jak i jej nasączenia w wyniku kondensacji. Przyczyn zawilgocenia może być kilka naraz, zaś widoczne zawilgocenie może pojawić się daleko od miejsca penetracji wody. Zjawisko kondensacji pary wodnej w zabytkach jest szczególnie mylące i trudne do zdiagnozowania, głównie ze względu na zależność od zmiennych warunków atmosferycznych, tak w cyklu dobowym, jak i związanym z porami roku. Czasem potrzebna jest długotrwała obserwacja oraz przeprowadzenie kilkumiesięcznych, regularnych pomiarów mikroklimatu wewnątrz i na zewnątrz obiektu.

Generalnie rzecz ujmując, prawidłowa diagnoza przyczyn zawilgocenia wymaga wiedzy, uważnych obserwacji i dużego doświadczenia. Często jednak wiąże się z koniecznością przeprowadzenia pomiarów wilgotności materiałów budowlanych w badanym obiekcie. Pomiaru takie można wykonać w sposób bezpośredni lub pośredni. Najbardziej miarodajny jest pomiar bezpośredni, czyli laboratoryjny pomiar wilgotności pobranych próbek metodą wagowo-suszarkową. Jeżeli pobranie próbek nie jest możliwe ze względów konserwatorskich, stosuje się nieinwazyjne metody pośrednie (względne): chemiczne, np. metodę karbidową, lub fizyczne, np. pomiar oporu elektrycznego, pojemności elektrycznej (metoda dielektryczna) lub wilgotności względnej w równowadze z materiałem [2, 3]. Należy jednak mieć na uwadze, że pośrednie metody pomiaru wilgotności są metodami półilościowymi i jako takie obarczone są błędem [4]. Pozwalają one natomiast na szybkie wyszukiwanie miejsc zawilgoconych, dzięki czemu można sporządzić obraz rozkładu zawilgoceń obiektu, tzw. mapę zawilgocenia. Może ona bardzo pomóc w postawieniu właściwej diagnozy, a także stanowić podstawę do precyzyjnego wyznaczenia miejsc pobrania próbek. Najnowsze międzynarodowe wytyczne odnoszące się do pomiarów zawilgoceń w budynkach zabytkowych podsumowuje, opublikowana w 2017 roku, norma europejska PN-EN 16682:2017 *Konserwacja dziedzictwa kulturowego – Metody pomiaru zawartości wilgoci lub wody w materiałach dziedzictwa kulturowego* [5]. Wersja anglojęzyczna tej normy dostępna jest na stronie internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (www.pkn.pl). Metodę oznaczania wilgotności materiałów opisuje również norma PN-EN ISO 12570 *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze* [6].

Nie zawsze pomiary wilgotności materiałów są konieczne, jednak w trudnych przypadkach czas i środki przeznaczone na właściwe rozpoznanie sytuacji pozwolą uniknąć kosztownych i niecelowych interwencji, których skutkiem może być pogorszenie stanu wyjściowego i dalsze uszkodzenia substancji zabytkowej. Do zdecydowanie zbyt często zalecanych działań należy wprowadzanie izolacji poziomej za pomocą iniekcji muru środkiem hydrofobowym. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że zanurzony na stałe w wodzie

capillary action in a wall can result from horizontal infiltration from the ground or from pore saturation resulting from condensation. There can be several sources acting at the same time, whereas visible damp can appear far from the point of water penetration. The phenomenon of water vapour condensation in heritage buildings is especially misleading and difficult to diagnose as it depends on atmospheric conditions that change on a daily and a seasonal basis. Sometimes long term observation is needed and regular measurement of the micro-climate inside and outside the building over a period of several months.

Overall, it is fair to say that correct diagnosis of the causes of dampness requires knowledge, careful observation and considerable experience. It is often essential to carry out measurements of moisture content in the building materials in the building under investigation. Such measurements can be carried out directly or indirectly. The most meaningful measurement is one that is direct as in laboratory measurements of moisture content in samples using the gravimetric, oven-drying method. If it is not possible to take samples for conservation reasons, it is possible to apply non-invasive indirect methods (relative measurement); chemical methods, e.g. calcium carbide test, or physical methods, such as measurement of electrical resistance, electrical capacitance (dielectric method) or relative humidity in equilibrium with the material [2, 3]. It is necessary to have in mind that indirect measurement methods of moisture content are partially-quantitative methods and so are subject to error [4]. They do allow for, however, fast detection of damp areas, thanks to which the distribution of damp in a building can be mapped. This can greatly help in providing a basis for identifying places for sampling. The latest international guidelines relating to damp measurement in heritage buildings are summarised in the European Standard PN-EN 16682:2017, published in 2017 *Conservation of cultural heritage – Methods of measurement of moisture content, or water content, in materials constituting immovable cultural heritage* [5]. The English-language version of this standard is available on the web page of the Polish Committee for the Standardization (www.pkn.pl). The method of determining the moisture content in material is also described in the PN-EN ISO 12570 *Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of moisture content by drying at elevated temperature* [6].

Measurements of moisture content in building materials are not always necessary. But in difficult cases, devoting time and resources to ensuring correct analysis of the situation will prevent costly and ineffective interventions, which may result in making the situation worse than at the outset and lead to further degradation of the heritage fabric. An example of a too frequently-made recommendation is introduction of horizontal damp-proof barrier by means of injecting water-repellent substances into the wall. Completed experiments suggest that a wall made of porous brick

mur z porowatej cegły na zaprawie wapiennej nasiąka wilgocią, w drodze podciągania kapilarnego, zaledwie do wysokości kilku warstw powyżej poziomu wody, jeśli odparowywanie nie jest blokowane nieprzepuszczalnymi tynkami, farbami lub okładzinami [7] (wtedy może osiągnąć wysokość nawet kilku metrów). Inną sprawą są uszkodzenia spowodowane gęstymi wierceniami i niska skuteczność iniekcji w przypadku niejednorodnej struktury muru. Oczywiście istnieją sytuacje, kiedy nie ma innej możliwości odcięcia dopływu wilgoci niż izolacja pozioma, jednak są to sytuacje o wiele rzadsze, niż wynikałoby to z powszechnej praktyki wykonywania iniekcji.

NAJCZĘSTSZE PRZYCZYNY POWSTAWANIA ZAWILGOCEŃ

Zanim podjęte zostaną decyzje o skorzystaniu z kosztownych i skomplikowanych metod izolacji zabytkowego obiektu budowlanego, warto zrobić przegląd najczęstszych i zwykle łatwiejszych do usunięcia przyczyn powstawania zawilgoceń [8], do których należą:

- użycie nieprzepuszczalnych farb akrylowych, olejnych i emulsyjnych,
- użycie cementowych tynków i zapraw,
- użycie płyt gipsowo-kartonowych,
- użycie nieprzepuszczalnych okładzin kamiennych i ceramicznych,
- niesprawne lub wadliwie rozwiązane odwodnienie dachu,
- niesprawna kanalizacja sanitarna,
- niedrożny drenaż wokół budynku,
- niekompletne lub źle wyprofilowane opaski wokół budynku,
- podniesiony poziom terenu wokół budynku (przy braku odprowadzenia wody z jego otoczenia),
- roślinność bezpośrednio przy ścianie,
- drzewa zaciéniające ścianę,
- brak wystarczającej wentylacji pomieszczeń,
- zatkane przewody kominowe i wentylacyjne,
- masywne meble lub boazerie przy ścianach,
- źle dobrany system ogrzewania („produkujący” wilgoć)
- nadmierne wychłodzenie pomieszczeń w porze chłodnej.

PODSUMOWANIE

Wykonanie skutecznej izolacji przeciwwilgociowej budynku zabytkowego, który nigdy takiej izolacji nie posiadał, jest przedsięwzięciem trudnym i kosztownym. W wielu przypadkach założenie izolacji poziomej jest w ogóle niecelowe lub nieskuteczne, a odkopanie ścian zewnętrznych w celu założenia izolacji pionowej bywa niemożliwe. Z drugiej strony przeciwdziałanie niszczącemu wpływowi wilgoci jest niezbędne dla ochrony substancji zabytkowej przed postępującą degradacją. Jednak, na szczęście, najczęściej występujące przyczyny zawilgoceń nie wymagają tak daleko idących interwencji i dają się usunąć znacznie mniejszym kosztem, pod warunkiem

and lime mortar, which is permanently immersed in water, becomes damp drawing in moisture through capillary action up to only a few layers above the water surface if evaporation is not blocked by impervious render, paint or facing [7] (in such cases the water can reach upwards even a few metres). Another issue relates to damage caused by densely arranged drilling points and low injection effectiveness where the wall structure is not uniform. Of course, there are also situations in which there is no possibility of cutting out the source of damp other than through horizontal damp-proof barrier. But such situations are much rarer than it would appear from the universal practice of applying injections.

MOST COMMON CAUSES OF DAMPNES IN BUILDINGS

Before deciding upon costly and complicated methods of damp proofing a heritage building, it is worth reviewing the most common and usually easy to remove causes of dampness [8], which include:

- application of impervious acrylic, oil or emulsion paints,
- using cement renders and mortars,
- using plasterboards,
- using impervious stone and ceramic facing,
- ineffective or faulty solutions to rainwater handling,
- ineffective sewage systems,
- blocked drainage around the building,
- incomplete or wrongly designed paving that surrounds the building,
- raised ground around the building (with no rainwater drainage from its surroundings)
- vegetation adjacent to the wall,
- trees shading the wall,
- lack of adequate ventilation of interior spaces,
- blocked stack and ventilation channels,
- large pieces of furniture or wood panelling adjacent to walls,
- badly selected heating system (‘generating’ damp),
- over-cooling of interior spaces during cold periods.

CONCLUSION

Putting into place effective damp-proofing in a heritage building that has never had such a system, is a difficult and costly undertaking. In many cases, introducing horizontal waterproofing is pointless or ineffective, whereas excavating external walls to introduce vertical insulation is often not possible. On the other hand, counteracting the damaging impact of damp is essential to the protection of heritage fabric from degradation. Fortunately, the most common causes of dampness do not require intensive interventions and can be removed at relatively low cost, on the condition that they are correctly diagnosed. As stated by experienced practitioners Giovanni and Ippolito

ich prawidłowego rozpoznania. Stwierdzenie doświadczonych praktyków Giovanniego i Ippolito Massarich w klasycznym opracowaniu *Damp Buildings: old and new* zachowało do dzisiaj aktualność – w przypadku diagnozowania przyczyn zawilgoceń nie należy polegać jedynie na tzw. zdrowym rozsądku; wilgotność materiałów można i powinno się mierzyć [9]. Dokładne pomiary wilgoci wewnątrz budynku oraz w samych przegrodach pomagają potwierdzić lub wykluczyć podejrzewane przyczyny zawilgoceń oraz dobrać odpowiednie pod względem skuteczności i kosztów metody przeciwdziałania.

Massarich in their classic text *Damp Buildings: old and new* is still relevant today – when diagnosing the causes of dampness, you should not rely only on so-called common sense; moisture content in materials can be and should be measured [9]. Exact measurements of damp in the building interior and inside the building envelope elements serve to confirm or exclude suspected causes of dampness and allow selection of countermeasures that are appropriate in relation to effectiveness and cost.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Gruszczyński M., Wereski W. Ochrona i naprawa obiektów zabytkowych z wykorzystaniem nowoczesnych systemów OXAL. *Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej* 2009;9.
- [2] Wójcik R. Pomiary wilgotności przegród budowlanych. *Materiały budowlane* 2002;8.
- [3] Jasieńko J., Matkowski Z. Zasolenie i zawilgocenie murów ceglanych w obiektach zabytkowych – diagnostyka, metodyka badań, techniki rehabilitacji. *Wiadomości Konserwatorskie* 1993;14.
- [4] Trochonowicz M. Wilgoć w obiektach budowlanych. *Problematyka badań wilgotnościowych. Budownictwo i Architektura* 2010;7.
- [5] Norma PN-EN 16682:2017. Konserwacja dziedzictwa kulturowego – Metody pomiaru zawartości wilgoci lub wody w materiałach dziedzictwa kulturowego, <https://www.pkn.pl> (dostęp 26.08.2017).
- [6] Norma PN-EN ISO 12570. Ciepłno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie wilgotności przez suszenie w podwyższonej temperaturze.
- [7] *Managing Damp in Old Buildings*, <https://www.heritage-house.org/damp-and-condensation/managing-damp-in-old-buildings.html> (dostęp 26.08.2017).
- [8] *Dampness in Historic Buildings, beware of magical solutions*, <http://timberandlime.com/dampness-in-historic-buildings/> (dostęp 26.08.2017).
- [9] Massari G., Massari I. *Damp Buildings; old and new*. ICCROM, Rzym, 1993.

Streszczenie

Wilgoć jest głównym zagrożeniem dla zabytków. Prowadzi bezpośrednio do degradacji substancji zabytkowej oraz uruchamia procesy niszczące niewystępujące bez jej udziału. Poprawne rozpoznanie źródeł zawilgoceń pozwala na podjęcie odpowiednich kroków w stronę skutecznej i trwałej renowacji. Jednak właściwa diagnoza często nie jest łatwa, a z pozoru oczywiste obserwacje mogą owocować sformułowaniem błędnych wniosków i wdrożeniem działań, które przyniosą więcej szkody niż pożytku. Artykuł opisuje najczęstsze przyczyny powstawania zawilgoceń w budynkach zabytkowych oraz zwraca uwagę na podstawowe czynniki, które należy wziąć pod uwagę, chcąc uniknąć nieskutecznych i kosztownych napraw. Szczególnie podnosi problem tzw. wilgoci wstępującej od gruntu, zdecydowanie zbyt często i łatwo wskazywanej jako główny powód zawilgoceń.

Abstract

Dampness is considered to be one of the most serious threats to heritage buildings. It leads directly to degradation of historical fabric and triggers damaging processes that would not appear without it. Correct diagnosis of the source of damp is necessary for implementing appropriate measures that will lead to effective and lasting renovation. But making a correct diagnosis is not easy, and what appears obvious from observation can lead to formulating incorrect conclusions and actions, which do more harm than good. The paper describes the most common causes of dampness in heritage buildings and draws attention to the basic factors, which need to be taken into account, in order to avoid ineffective and costly repairs. Special attention is devoted to the so-called damp rising from the ground, which is too often and too easily implicated as the main cause of dampness.