

# NOWE KONCEPCJE

## Aktualne trendy w ochronie budowli przed wilgocią gruntową

Część 1

**dr hab. inż. prof. UWM Robert Wójcik**  
**Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**  
**Wydział Geodezji, Inżynierii Przemysłowej i Budownictwa,**  
**Instytut Budownictwa, Zakład Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli**

Na tle aktualnej sytuacji panującej w europejskiej ochronie budowli przed wilgocią, w dwóch artykułach przedstawione zostaną wyniki badań uzyskanych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie. Zaprezentowane zostaną własne metody, wykorzystywane głównie do zabezpieczania przeciwwilgociowego murów w obiektach zabytkowych silnie obciążonych szkodliwymi solami: metoda „iniekcji termohermetycznej”, wykorzystująca kompozyt wosków naftowych, oraz najnowsza metoda „DPC injection O.K.”, oparta na nowej formule preparatu krzemooorganicznego oraz lekkim granulacie silikatowym.

Spośród wszystkich rodzajów robót remontowo-budowlanych to właśnie ochrona budowli przed wilgocią gruntową może być określona strefą wolnej amerykanki. Jest tu dozwolone wszystko – nawet teorie z gatunku fantasty. Dzieje się tak mimo stawianych budynkom stale rosnących wymagań w zakresie ciepło-wilgotnościowym, których celem jest całkowite wyeliminowanie zagrożeń mykologicznych. Podczas realizacji tego postulatu powszechnie sięga się niestety po technologie z lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku (i to wbrew sporej wiedzy na temat wad tych rozwiązań) lub po sposoby inżynierskie. Obserwuje się nawet tendencje do umacniania się wiary w tzw. metody nieinwazyjne, które, wykorzystując rzekomo istniejące, mgliście opisywane zjawiska, pozwalają zrezygnować z tradycyjnych prac osuszeniowych na rzecz urządzeń działających na zasadzie tajemniczych, naukowych praw. Zamiast izolacji pionowej, poziomej i drenażu w tysiącach obiektów (nie tylko polskich, gdyż proceder sprzedawania czarodziejskich skrzynek ma zasięg ogólnoeuropejski) według naiwnych inwestorów problemy wilgotnościowe ma rozwiązać „magnetokineza”, definiowana przez oferentów jako „kontrola nad magnetyzmem ziemi”. Jest to być

może uboczny efekt ekranizacji siedmiu powieści o Harrym Potterze, a częściowo – naiwności inwestorów lub decydentów. Szczytowym wydarzeniem ilustrującym rangę tego problemu był pierwszy w Polsce przetarg publiczny na osuszenie zabytkowej szkoły, dopuszczający jedynie metody „magnetokinetyczne” – a wszystko to dzieje się w XXI wieku, pod bacznym okiem instytucji państwowych nadzorujących ochronę zabytków. Wynika z tego, że w ochronie budowli przed wilgocią inicjatywę przejęli sprytni uczniowie różnych szkół magii.

Przyczyn takiego stanu rzeczy jest wiele. Za sięganie po najtańsze lub tajemnicze środki, kojarzące się z osuszaniem budynków, lub rezygnacją z zabiegów ochronnych główną winę ponosi wszechobecny system wyłaniania wykonawców robót budowlanych w trybie przetargu. Brak wiedzy fachowej oraz chęć bardzo szybkiego i łatwego „załatwienia sprawy”, a nie rozwiązania problemu, wiodą tu prym. Często takie postępowanie skutkuje koniecznością wykonywania prac ochronnych tuż po zakończonym remoncie, gdyż wówczas zniszczenia korozyjne są znacznie lepiej widoczne.

Sytuację pogarsza również ustawowe zawężenie wymagań w zakresie atestacji wyrobów stosowanych w przeciwwilgociowej ochronie budynków murowanych wyłącznie do oceny PZH. Nic więc dziwnego, że obserwuje się nie tylko stagnację technologiczną, lecz także nawet wyraźny regres, polegający na powrocie do technologii z połowy ubiegłego stulecia. Kryterium ceny sprawia, że na rynku budowlanym główną rolę odgrywają szkło wodne oraz niskoprzetworzone wyroby asfaltowe. Wysokiej jakości materiały hydroizolacyjne proponowane w dokumentacjach technicznych na etapie wyboru oferenta bardzo często są zastępowane materiałami ekstremalnie tanimi.

Na szczęście jest grupa inwestorów i decydentów (głównie pozabudżetowych) świadomych swoich oczekiwań, którzy, często stymulowani negatywnymi doświadczeniami, potrafią formułować określone wymagania w zakresie jednoznaczności mechanizmów działania systemu ochronnego, trwałości, skutków ubocznych, gwarancji itd. Obok ciekawości naukowców jest to aktualnie siła napędowa postępu tej dziedziny, ukierunkowująca rozwój i poszukiwanie rozwiązań charakteryzujących się wysokim stopniem pewności. W tym nurcie na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie są prowadzone badania nad oceną stosowanych obecnie rozwiązań. Trwają również prace nad opracowywaniem nowych technologii ochrony budynków przed wilgocią gruntową. Wybrane wyniki prowadzonych badań i wdrożeń przedstawiono w artykule.

### Rozpoznanie wilgoci w murze pierwszym krokiem do sukcesu

Wiadomo, że wilgoć powoduje nieodwracalne szkody. Dotyczy to szczególnie zasobów obiektów zabytkowych, zainteresowanie technologiami ochrony strefy murów pograżonych w gruncie powinno być więc adekwatne do rangi zagadnienia. Zniszczenia korozyjne, pogorszenie właściwości mechanicznych materiałów, wzrost zapotrzebowania na energię grzewczą, pogorszenie warunków higieniczno-sanitarnych itd. są

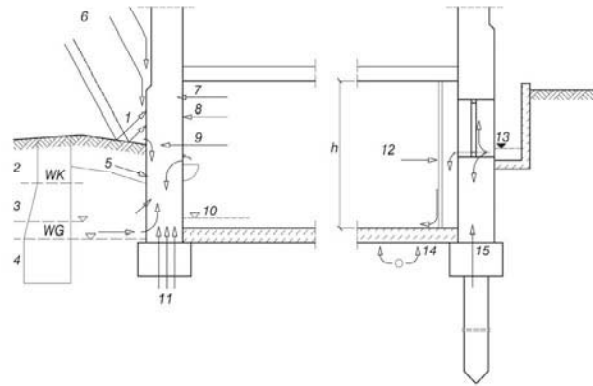
wystarczającymi powodami, by problemu nie bagatelizować, a wręcz rozwiązywać go na początku planowanego remontu. Istnieją jednak różne drogi postępowania w określaniu niezbędnego zakresu prac izolacyjnych. Różnice w ocenie sytuacji wynikają przede wszystkim z braku wiedzy lub czasami z celowego zniekształcania faktycznego obrazu bilansu wilgoci w wymagającym ochrony budynku. Dotyczy to głównie oceny udziału podciągania kapilarnego wilgoci gruntowej w stosunku do innych źródeł, np. infiltracji bocznej, poboru higroskopijnego, kondensacji wewnętrznej czy powierzchniowej. Konsekwencją błędnej kwalifikacji tych zjawisk jest niepodjęcie działań lub zastosowanie rozwiązań częściowych. Często zaleca się na przykład wykonywanie tylko izolacji pionowej lub odtwarza się wyłącznie fragmenty izolacji poziomych, bez wzajemnego ich połączenia. Znane są również liczne przypadki koncentrowania ochrony wyłącznie na podciąganiu kapilarnym wód opadowych, występujących tuż pod powierzchnią terenu. Optymalnym rozwiązaniem ma tu być betonowa opaska, która bez drenażu płaszczyznowego jest, jak wiadomo, jedynie elementem stabilizującym wysoki poziom zawilgocenia przyległego do budynku gruntu. Zaprojektowanie dodatkowo izolacji pionowych z zastosowaniem wielowarstwowych materiałów powłokowych paro- i wodoszczelnych nie tylko nie jest dobrym rozwiązaniem, lecz także w przypadku pomieszczeń ogrzewanych o wysokiej emisji wilgoci pogarsza ogólny stan wilgotnościowy. Złożoność problemu oceny bilansu wilgoci w murze zilustrowano na rysunku 1. Wyeliminowanie jak największej liczby zagrożeń zbliża do oczekiwanego efektu.

Opady atmosferyczne (rys.1 – 1, 7) zawilgacają przegrody głównie w strefie przygrunтовой oraz w strefie styku ścian z ławami fundamentowymi. Te dwa miejsca wymagają zatem szczególnej ochrony. Niestety, dość często są to najslabiej zabezpieczone fragmenty, np. szczególnie istotna część muru na styku z powierzchnią gruntu bywa pomijana głównie z prozaicznych względów estetycznych. Izolacje pionowe kończy się najczęściej kilka centymetrów poniżej poziomu gruntu, tak by nie szpeciły elewacji. Strefy cokołu ponad gruntem nie są najczęściej zabezpieczane powierzchniowo, dlatego wody opadowe infiltrują w głąb muru. Jest to zdaniem autora jeden z najczęściej bagatelizowanych problemów, skutkujący zniszczeniami w strefie cokołowej. Opady atmosferyczne, stale zasilające wody błonkowe (2), kapilarne (3) i wody gruntowe (4), tylko czasami zagrażają podtopieniem, zawsze natomiast oddziałują w postaci infiltracji bocznej (5) oraz podciągania kapilarnego (11). Wielokrotnie stwierdza się jednak przypadki zakończenia izolacji pionowej kilkanaście centymetrów przed niewralgicznym stykiem muru z ławą fundamentową. Problem ewentualnego połączenia izolacji pionowej z blokadą poziomą również bywa marginalizowany.

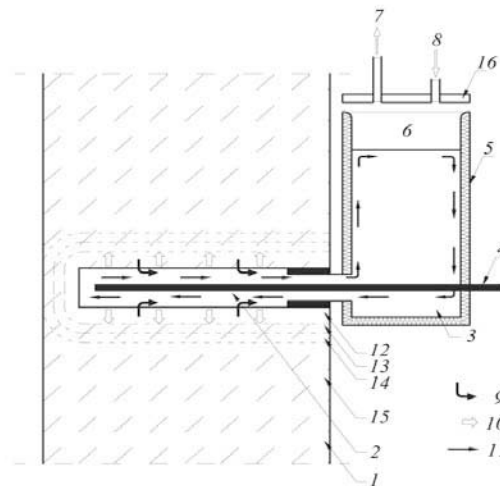
Ustalanie rangi poszczególnych źródeł w ogólnym bilansie w każdym przypadku jest dość trudnym zadaniem, wymagającym doświadczenia oraz przeprowadzenia badań nad rozkładem zawartości wilgoci i zasolenia. Można jednak pokusić się o uogólnienie, że utrzymujące się przez lata klasyczne podciąganie kapilarne wód gruntowych niemal zawsze występuje łącznie z innymi źródłami. Wyłącznie zatem zastosowanie na przykład metod elektroosmotycznych, których renesans jest widoczny nie tylko w internecie, nie rozwiązuje problemu. Prawidłowo funkcjonujący system ochrony elektroosmotycznej może wprawdzie osłabić efekt podciągania kapilarnego, jednak rezygnacja z izolacji pionowych, co lansują niektóre firmy, sprawia, że korozja postępuje szybciej.

Jest to wynikiem gromadzenia się w murze silnie higroskopijnych soli, które „zasysane” z wodą gruntową ze strefy bocznej odkładają się w strefie zamocowania katod. Obserwacje takie wynikają z wieloletnich badań prowadzonych na dziesiątkach obiektów, w których zainstalowano różne systemy ochrony elektroosmotycznej, w tym również pod nadzorem autora. Należy również nadmienić, że zjawisko fizyczne, jakim jest elektroosmoza, bywa błędnie używane do opisywania podstaw działania urządzeń, które nie mają zarówno z nim, jak i w ogóle z osuszaniem nic wspólnego.

Istnieje również pokaźna liczba obiektów zabytkowych, w których mimo szczegółowego rozpoznania bilansu wilgoci zastosowanie kompleksowej ochrony nie jest możliwe ze względów technologicznych. Nie moż-



Rys. 1. Źródła zawilgacania przegród stykających się z gruntem: 1 – opadowe wody rozbrzgowo, 2 – woda błonkowa, 3 – woda kapilarna, 4 – woda gruntowa, 5 – wody infiltracyjne rozpryskujące się na skutek sił kapilarnych i konwekcji grawitacyjnej, 6 – bezpośrednie zawilgacanie wodami opadowymi, 7 – wilgoć higroskopijna: absorpcja, adsorpcja (sorpcja powierzchniowa, adsorpcja kondensacyjna, chemisorpcja), 8 – kondensacja powierzchniowa, 9 – kondensacja wglębna, 10 – podtapianie, 11 – podciąganie kapilarne ze strefy fundamentu, 12 – kondensacja pary wodnej na przewodach instalacyjnych, 13 – infiltracja wód zalegających w studzienkach przyokiennych, 14 – awarie sieci wod-kan, 15 – przebicie warstw wodochronnych podczas palowania.



Rys. 2. Schemat technologii odtwarzania izolacji strukturalnych najnowszą odmianą (pulsacyjną) metody iniekcji termohermetycznej (przekrój przez otwór wiertniczy i termopaker): 1 – mur, 2 – otwór wiertniczy, 3 – termoplastyczny iniekt, 4 – element grzejny, 5 – termoisolacja zasobnika, 6 – zasobnik, 7 – odprowadzenie pary wodnej wypływającej przeciwwątkowo, 8 – kruciec doprowadzający sprężone powietrze oraz podciśnienie, 9 – transport pary wodnej, 10 – transport iniektu, 11 – cyrkulacja iniektu, 12 – strefa konwekcji iniektu, 13 – strefa dyspersji iniektu, 14 – strefa kondensacji pary wodnej (korek wodny), strefa nienasycenia wodą, 15 – szczelinowe przepływy pary wodnej, 16 – pokrywa hermetyczna zasobnika z zaworem bezpieczeństwa.



Rys. 3. Odtwarzanie izolacji poziomych metodą termohermetyczną woskami naftowymi.

na na przykład wykonać skuteczną blokadę strukturalną w mieszanych murach przyziemi licznie występujących na Warmii i Mazurach zamków gotyckich. Wynika to z wielu powodów. Najistotniejsze dotyczą wykonywania otworów iniekcyjnych. Badania prowadzone w tym zakresie na murach o grubości niejednokrotnie kilku metrów, wypełnionych znaczących rozmiarów głazami eratycznymi, z zastosowaniem wiertel udarowych z pneumatycznym odprowadzaniem odwiertnicy lub koronek diamentowych nie przyniosły zadowalających efektów. Prac takich podejmują się najczęściej firmy, które nie mają praktycznej wiedzy i ślepo ufają materiałom reklamowym. Jedną z firm stosującą tiksotropowe kremy hydrofobizujące była przekonana, że penetrują one w wilgotnym murze na odległość kilkudziesięciu centymetrów, a otwory w spoinach nawiercone wiertarkami elektropneumatycznymi, sięgające 1/3 grubości muru w rozstawie wyznaczonym średnicami kamieni (25-50 cm), miały być wystarczające do przesączenia całej struktury. Prowadzone przez autora badania laboratoryjne wykazały, że w wilgotnym środowisku murowym penetracja tego typu preparatów nie przekracza kilkunastu milimetrów. Kremy tiksotropowe produkowane na bazie mikroemulsji silikonowej SMK opracowano do hydrofobizacji sufitowych powierzchni mostowych i doskonale się tam sprawdzają. Kilku- lub kilkunastomilimetrowa penetracja tych preparatów jest wystarczająca, by chronić powierzchnie żelbetowe przed przyspieszoną karbonatyzacją. Oczekiwania w odniesieniu do murów są jednak zgoła inne.

### Kompleksowość ochrony strefy przyziemia

Jak to już zaznaczono, optymalnym rozwiązaniem byłoby całkowite zlikwidowanie wszystkich źródeł wilgoci pokazanych na rysunku 1, co w praktyce nie jest oczywiście możliwe. Szczególne problemy występują na przykład z rozpuszczonymi solami, których negatywne oddziaływanie można jedynie osłabić przez nasycanie powierzchniowe preparatami zamieniającymi sole na mniej aktywne (np. sześćfluorokrztanem chromu) lub pokrycie tynkami porowatymi. Całkowite wyeliminowanie zagrożeń „solnych” nie jest jednak możliwe. Również wykonanie przeciwwilgociowej blokady poziomej powinno być uzupełnione izolacją pionową w jednym z licznie oferowanych systemów materiałowych. Izolacje pionowe mogą być zarówno bitumiczne, jak i mineralne, wykonywane w wersji sztywnej lub elastycznej. W zwartych zasobach starożytności ukształtowała się zaawansowana technologicznie forma wykonywania izolacji pionowych wewnętrznych według technologii tzw. białej wanny. Technologia ta stała się na tyle popularna, że stosuje się ją również w miejscach dostępnych od zewnątrz. Powszechność stosowania sprawia, że można określić ją mianem współczesnego trendu. Rozwiązanie sankcjonujące sytuację, w której kilkumilimetrowa warstwa wodochronna oddziela suche pomieszczenie od wilgotnego, zasolonego, a czasami również nawodnionego muru oddziałującego na powłoki parciem negatywnym, powinno być jednak traktowane jako działanie nadzwyczajne, a nie optymalne. W technologii „białej wanny” jest ponadto wymagana blokada przeciwwilgociowa, z tym że zlokalizowana wyżej – najczęściej w poziomie terenu. Jest to niestety często bagatelizowane. Uzyskanie dostępu do budynku od zewnątrz, wykonanie drenażu płaszczynowego w postaci folii kubełkowych, profilowanych płyt polistyrenowych czy zasypki kamiennej osłoniętej geowłókniną jest nieporównywalnie lepszym rozwiązaniem. Oczywiście w przypadku zasobów starożytnych uzyskanie zgody na zajęcie fragmentu chociażby chodnika (nie wspominając o zamknięciu) jest często wyzwaniem. Również perspektywa udziału w takich pracach ekip archeologów odstrasza inwestorów i wpływa na popularność „białej wanny”.

### Metoda iniekcji termohermetycznej

Rozwiązanie polegające na wykonaniu blokady strukturalnej przez termiczne nasączenie kapilarno-porowatej struktury muru termoplastycznym kompozytem wosków naftowych opracowano na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim głównie do wykonywania izolacji strukturalnych w murach poddawanych wcześniej innym zabiegom iniekcyjnym, a które nie przyniosły oczekiwanego rezultatu. Metoda jest również zalecana, gdy wymagany jest bardzo wysoki stopień pewności uzyskania szczel-

nej blokady – niezależny od warunków wilgotnościowych, zasolenia muru i warunków termicznych otoczenia.

Zasadę działania metody szczegółowo podano w opisie patentowym nr 194943. Stwierdzono tam m.in., że „w odróżnieniu od dotychczas stosowanych technologii w metodzie iniekcji termicznej połączono obróbkę cieplną z impregnacją, bez rozdzielania tych dwóch procesów”.

Sposób wykonywania blokady poziomej najnowszą odmianą metody iniekcji termohermetycznej przedstawiono na rysunku 2, natomiast realizację prac – na rysunku 3.

W poziomie wymaganej blokady w murze (1) są nawiercane otwory (2) w odstępach co 14–17 cm. W otworach mocuje się termopakery. Do zasobnika (6) jest wprowadzany kompozyt wosków naftowych w postaci wcześniej przygotowanych wkładów lub granulatu. Po uruchomieniu elementów grzewczych iniekt się upłynnia i przemieszcza do otworów. Następuje uszczelnienie kawern i szczelin połączonych z otworami, w których ulega kolejnej przemianie fazowej w elastyczne szczeliwo. Mur zostaje wstępnie doszczelniony, co przyspiesza proces nagrzewania przez zahamowanie parowania wody. Zasięg rozplywania się kompozytu jest ograniczony przemieszczeniem się frontu temperaturowego o wartości 56°C, termoplastyczny iniekt nie wypływa więc poza strefę blokady. Po uzyskaniu odpowiedniej temperatury we wstępnie uszczelnionej strefie blokady woda dochodzi do stanu przegrzania. Po otwarciu zaworów (7) następuje rozprężenie mieszanki powietrzno-parowej i rozpoczyna się nasączenie struktury kapilarno-porowatej.

Powstający wokół iniektowanej termicznie strefy „korek wodny” sprawia, że para wodna ze strefy blokady może przemieszczać się na zewnątrz głównie przeciwwątkowo, przez iniekt, w kierunku otworu wiertniczego.

Izolacja wykonywana metodą iniekcji termohermetycznej charakteryzuje się jednoznacznie rozpoznawalnymi parametrami technicznymi. Długotrwały i stabilny mechanizm działania iniektu, polegający na uszczelnieniu i hydrofobizacji struktury kapilarno-porowatej potwierdzono licznymi badaniami i wdrożeniami, prowadzonymi nieprzerwanie od 1996 r. Ciągłość blokady jest zapewniona dzięki optycznej kontroli przebiegu iniekcji, ponieważ przemieszczający się front iniektu jest widoczny na powierzchni muru w postaci lekkiego odbarwienia. Strefy przesączone kompozytem woskowym wykazują minimalną higroskopijność oraz wysoki opór elektryczny, co świadczy o neutralizacji rozpuszczonych soli, i wyeliminowaniu zjawisk elektrokinetycznych. Woski naftowe wykazują również bardzo dobrą przesączalność przez strefy nasączone wcześniej biegunowymi preparatami typu SMK.

Woski parafinowe jako jedyne z aktualnie stosowanych preparatów spełniają wymagania w zakresie odwracalności procesu nasączenia zgodnego z postulatami zawartymi w karcie weneckiej (Międzynarodowej karcie konserwacji i restauracji zabytków i miejsc zabytkowych). Opracowano metodę termiczno-chemiczną, którą można wyekstrahować kompozyt z ośrodka kapilarno-porowatego bez jego uszkodzenia, a tym samym przywrócić pierwotny stan. Woski naftowe są również dopuszczone do bezpośredniego kontaktu z żywnością i wodą pitną. Podstawy teoretyczne oraz różnorodne aspekty praktycznych zastosowań opisano w pracy habilitacyjnej [1] oraz monografii [2]. ■

### Literatura

- [1] Wójcik R., Hydrofobizacja i uszczelnianie przegród murowych metodą iniekcji termicznej, 2006, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn.  
[2] Budownictwo ogólne – fizyka budowli. t. 2, red. Klemm P., 2005, Arkady, Warszawa, s. 913-981.

*Abstract. CURRENT TRENDS IN DAMPPROOFING OF BUILDINGS – NEW CONCEPTS. In University of Warmia and Mazury in Olsztyn there have been conducted researches that stand against current aspects in European buildings' dampproofing. In the article there are presented methods, used in dampproofing mostly of historic buildings charged with harmful salts, such as thermo-hermetic injection method using composites of kerosene waxes and the latest "DPC injection O.K." method. Second of the methods is based on new silicone-organic preparation formula and light silicate pellets.*

W kolejnym numerze: Nowe kierunki badań własnych autora.