



zasada działania  
teoria metody  
modyfikacja  
raporty z prac osuszeniowych  
ocena skuteczności



INIEKCJA KRYSTALICZNA®



dr inż. Wojciech Nawrot

członek zwyczajny  
Akademii Inżynierskiej w Polsce  
członek zwyczajny  
Międzynarodowej Akademii  
Autorów Odkryć Naukowych  
i Wynalazków (ONZ)



Współtwórcy technologii  
iniekcji krystalicznej:  
Jarosław Nawrot, Maciej Nawrot

tel./fax +48 0 22 827 15 41  
+48 0 22 722 02 04  
tel. kom. 0 601 347 028  
0 601 328 233  
0 601 335 756  
e-mail: info@i-k.pl  
www.i-k.pl

Ukończył w 1962 r. Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego i został asystentem profesora Wiktora Kemuli. W 1971 r. ukończył studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. Następnie w tym samym roku obronił pracę doktorską wykonaną pod kierunkiem profesora Włodzimierza Skalmowskiego.

Jest autorem 47 patentów i blisko 100 publikacji – głównie z dziedziny technologii materiałowej i fizyki budowli oraz autorem trzech monografii dotyczących ochrony budowli przed korozją.

Dr inż. W. Nawrot jest autorem wynalazku technologii iniekcji krystalicznej osuszania budowli z wilgoci podciąganej z gruntu. Za jej opracowanie i wdrożenie uzyskał liczne nagrody i wyróżnienia w kraju i na świecie. Zdobył siedem złotych medali z wyróżnieniem na najważniejszych światowych wystawach wynalazczości w Brukseli, Genewie, Pittsburghu, Pekinie, Casablance, Norymberdze i Moskwie. Z krajowych wyróżnień najbardziej ceni sobie tytuł Wynalazcy Roku Wojska Polskiego.

W 2006 r. został wybrany przez American Biographical Institute USA „Człowiekiem Roku 2006” (Man of the Year 2006).

Dr inż. W. Nawrot w swojej dotychczasowej pracy naukowej był kierownikiem Zakładu Ochrony Budowli przed Agresywnym Oddziaływaniem Wody i Wilgoci w Instytucie Techniki Budowlanej, kierownikiem Pracowni Badań i Ochrony Budowli Zabytkowych w PKZ, obecnie jest kierownikiem Zakładu Ochrony Budowli w Wojskowej Akademii Technicznej. Od 1971 r. jest rzeczoznawcą NOT w zakresie Ochrony Budowli przed Korozją.

## Spis treści

• Osuszanie zawilgoconych budowli metodą iniekcji krystalicznej .....	3
• Teoria metody iniekcji krystalicznej .....	7
• Modyfikacja metody iniekcji krystalicznej .....	9
• Rozwiązanie problemów wodnych i wilgotnościowych w odbudowywanym budynku Teatru Narodowego w Warszawie .....	13
• Raport z prac osuszających – szkoła des Fins w Annecy .....	15
• Wybrane opinie o skuteczności metody iniekcji krystalicznej .....	18
• Najnowsze wyróżnienia .....	23
• Nagrody i wyróżnienia na świecie .....	25
• Nagrody i wyróżnienia w Polsce .....	26

## Osuszanie zawilgoconych budowli metodą iniekcji krystalicznej

Zagadnienie osuszania budowli z wilgoci podciąganej z gruntu na skutek braku izolacji poziomej w budynkach nie podpiwniczonych oraz braku izolacji, zarówno poziomej, jak i pionowej w budynkach podpiwniczonych, pozostaje najważniejszym problemem technicznym podczas przeprowadzanych prac remontowych obiektów budowlanych. Orientacyjna wysokość podciągania wody z gruntu wynosi najczęściej około 2 metrów nad poziom gruntu, maksymalnie do 6 metrów.

W literaturze naukowej oraz w opiniach specjalistów z tego zakresu wiedzy podaje się, że za zawilgocenie murów odpowiedzialne jest w takich przypadkach wyłącznie kapilarne podciąganie wody z gruntu. Okazuje się jednak, że problem ten jest bardziej skomplikowany i na sumaryczny jego efekt składają – się oprócz kapilarnego podciągania – także inne zjawiska, takie jak kondensacja pary wodnej na zimnych elementach budowli oraz higroskopijność soli rozpuszczonych w wodzie znajdującej się w murach.

Ciekawym zjawiskiem jest np. silnie podwyższona wilgotność murów wzdłuż trasy przebiegu źle izolowanych przewodów instalacji oświetleniowej oraz wokół przełączników i odbiorników elektrycznych. Na zawilgocenie murów ma też istotny wpływ np. nieprawidłowo wykonana izolacja termiczna murów, szczególnie wtedy, gdy znajduje się ona po ich wewnętrznej stronie. Na zawilgocenie murów mają też wpływ czynniki biologiczne w postaci niektórych pnączy na fasadach budynku, czy też obecność w murach czynników powodujących korozję biologiczną – pleśni, grzybów itp.

Prowadzone przeze mnie wieloletnie badania w skali laboratoryjnej i na murach doświadczalnych wykazują, że wilgoć może być podciągana kapilarnie w warunkach jednakowej temperatury gruntu, wody i muru do wysokości nie większej niż 0,5 – 1,0 m. Jednak w warunkach naturalnych posadowienia budynku występują w stosunku do badań laboratoryjnych istotne różnice polegające na tym, że temperatura gruntu oraz muru w danym czasie jest mocno zróżnicowana w zależności od pory roku, a nawet i w ciągu doby.

W wyniku tych różnic temperatur (np. w zimie grunt jest cieplejszy niż mur powyżej poziomu gruntu, natomiast w lecie na odwrót) powstają w murze specyficzne różnice potencjałów między strefą fundamentów i murem ponad gruntem. Między tymi strefami, które są termooogniwami, przepływa prąd elektryczny powodujący określone skutki dla ruchu wody w kapilarach.



*Pałac, kaplica i domek ogrodnika stanowiące tzw. zespół pałacowy gen. Klickiego w Łowiczu były zawilgocone w granicach od 15-20%*



*Zespół został osuszony w lipcu 1987 r., po niespełna 18-tu miesiącach wilgotność obniżyła się do poziomu ca 4%*



Stanowi to pewną analogię do drzew, w których w okresie lata soki podciągane są do wysokości ich koron, a w zimie spływają do korzeni, czyli w kierunku gruntu, który w tej porze roku ma wyższą temperaturę niż nadziemna część drzewa. Oczywiście, w rozumowaniu tym pominięta jest część mechanizmów biologicznych z tym związanych.

Moim zdaniem, właśnie te warunki temperaturowe i w ich konsekwencji elektryczne powodują, że znane nam wszystkim typowe zjawisko podciągania kapilarnego ma tylko maksimum 20-30% wpływu na wysokość podciągania wody z gruntu w murach. Natomiast pozostała część podciągania związana jest ze zjawiskiem różnic temperaturowych i powstających w murach termooogniw.

W wyniku przepływu prądów elektrycznych zachodzą w murach nieprzerwane procesy elektrolizy cieczy (będącej w kapilarach) i rozpuszczonych w nich solach nieorganicznych. Produkty elektrolizy w postaci gazów, jako lżejsze, dyfundują w górne partie murów i na skutek wytwarzanego podciśnienia podciągają za sobą wodę w kapilarach nawet do wysokości sześciu metrów.

Wynikiem elektrolizy jest także zakwaszenie murów w strefie anody (przy fundamentach), tam bowiem wytwarzane są gazy typu  $Cl_2$  i  $SO_2$ . Gazy te, dyfundując w górne partie murów, powodują zmianę odczynu cieczy kapilarnych z alkalicznego na kwaśny. Jest to przyczyną dodatkowego ruchu cieczy kapilarnych w górę, bowiem woda w kapilarach w tak zmienionych warunkach kwasowości uzyskuje ładunek ujemny.



Dziewiętnastowieczny dworek w Woli Gołkowskiej k/ Warszawy osuszony w 1998 r.



Centralna Biblioteka Lekarska w Warszawie na Jazdowie osuszona w 1996 r.



Muzeum Gazownictwa w Warszawie osuszone w 1997 r.

Według moich spostrzeżeń, w warunkach naturalnych posadowienia budowli układ: anoda – w strefie fundamentów i katoda – w części naziemnej funkcjonuje tylko wtedy, gdy temperatura gruntu jest niższa niż powietrza w atmosferze i gdy ciecz kapilarna ma odczyn alkaliczny.

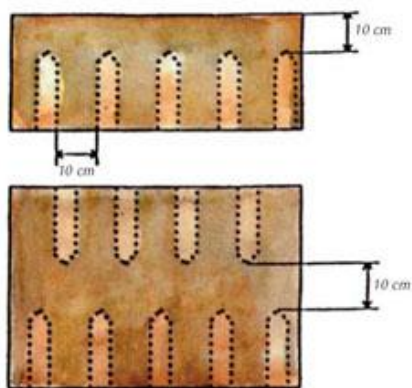
W pozostałych przypadkach układ zostaje zakłócony i wówczas do wytworzonej izolacji poziomej dowolną metodą wymaga się, aby była ona wodoszczelna, gazoszczelna i jednocześnie aby spełniała w pewnym stopniu rolę izolatora elektrycznego. Na ogół wszystkie znane sposoby izolowania murów próbują jedynie spełniać warunek wodoszczelności, przeważnie wytwarzają barierę przeciwwilgociową i dlatego tyle jest z nimi kłopotu w praktyce budowlanej.

Stosowanie różnych metod osuszania na obiektach budowlanych i obserwacje skutków ich działania uczą pokory wobec tego trudnego zjawiska. Trzeba też obiektywnie zauważyć, że na efekt końcowy osuszania murów składa się wiele czynników poza samą konkretną technologią. Istotną rolę odgrywa wykonawstwo i spełnienie wszystkich wymogów technicznych danej technologii. Muszą być wykonane niezbędne prace komplementarne na obiekcie i wokół niego, aby nie dopuszczać do ponownego zawilgocenia murów. Również sam użytkownik musi przestrzegać określonych kanonów zachowania w czasie pierwszych dwóch lat po założeniu izolacji, tak aby nie utrudniać procesu suszenia murów.

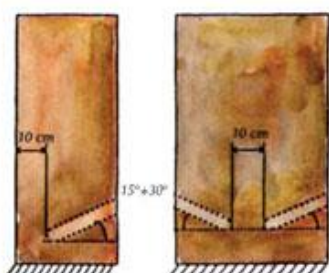
### Metoda iniekcji krystalicznej

Do osuszania budowli stosuje się wiele rozmaitych metod, jedną z nich jest metoda iniekcji krystalicznej.

Technologię iniekcji krystalicznej można stosować do wytwarzania izolacji przeciwwilgociowej poziomej i pionowej od wnętrza obiektów, bez odkopywania

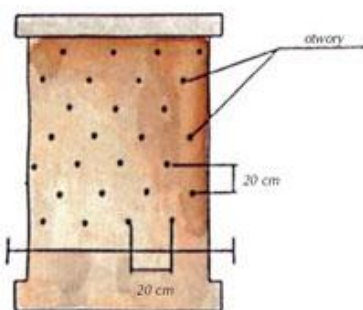


a – rzut poziomy

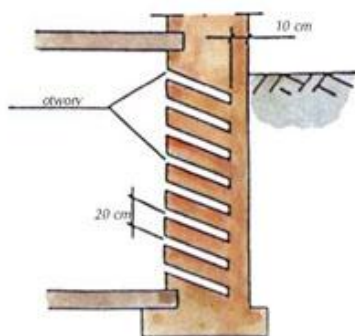


b – rzut pionowy

Sposoby wiercenia otworów



a – widok ściany od wnętrza



b – przekrój pionowy muru z izolacją pionową  
Geometria rozmieszczenia otworów

murów zewnętrznych. Metodę tę stosuje się do osuszania zawilgoconych obiektów bez względu na rodzaj użytego materiału do budowy murów, oraz bez względu na ich grubość i stopień zawilgoconia i zasolenia.

Technologia iniekcji krystalicznej ma wiele zalet – jest zdecydowanie najtańszą metodą osuszania budowli stosowaną w Polsce, jest ekologiczna, bardzo prosta w stosowaniu. Do wytwarzania blokady przeciwwilgociowej używane są mineralne preparaty całkowicie wytwarzane w Polsce i z polskich surowców, daje tym lepsze efekty, im bardziej mur jest zawilgocony. Dlatego też przed iniekcją dodatkowo nawilża się otwory iniekcyjne w murze. Wytworzona blokada przeciwwilgociowa typu mineralnego, wykorzystująca do tego celu unikatowe zjawisko samoorganizacji kryształów, jest praktycznie bezterminowo trwała w czasie.

Technologia iniekcji krystalicznej jest praktycznym rozwinięciem prac naukowych Ilii Prigogina – profesora Uniwersytetu Brukselskiego, odnoszących się do zjawisk samoorganizacji kryształów, za którego matematyczne i termodynamiczne uzasadnienie w warunkach dalekich od równowagi termodynamicznej – uczony ten otrzymał w 1977 r. Nagrodę Nobla. W niniejszej technologii po raz pierwszy wykorzystano zjawisko, które do tej pory było tylko teoretycznie przewidywane na podstawie symulacji komputerowej równania ogólnego Prigogina przez uczonych z Indiana University w USA. Utworzona w ten sposób struktura jest podobna do wąskoszczelinowych pierścieni, które można praktycznie spotkać w naturze w systemach geologicznych (górotworowych) – tzw. pierścienie Lieseganga.

### Sposób wykonania

Etapy prac przy wykonywaniu przeciwwilgociowej izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej:

1. Wiercenie otworów iniekcyjnych w murze wykonuje się w jednej linii na wybranym poziomie, równoległe do poziomu posadzki w podpiwniczeniu lub przyziemiu w zależności od tego, czy budynek jest podpiwniczony czy też nie. Otwory o średnicy 20 mm wykonuje się przy użyciu młotów udarowo-obrotowych w odstępach co 10-15 cm, w zależności od stanu zasolenia murów. Jeżeli zasolenie murów jest większe niż 0,5% masowych lub gdy nie wykonuje się pomiarów zasolenia, należy wykonywać otwory iniekcyjne co 10 cm. W przypadku minimalnego zasolenia, znacznie poniżej 0,3%, otwory iniekcyjne można wiercić co 15 cm. Stwierdzono bowiem, że – podobnie jak w innych technologiach – zasolenie murów wpływa na zmniejszenie promienia penetracji iniekcji. Otwory iniekcyjne wierce się na głębokości grubości muru minus 5 cm oraz pod kątem 15°-30° do poziomu. Sposób wiercenia otworów ilustrują rysunki przekroju poziomego i pionowego murów wierconych jednostronnie i dwustronnie.

2. Przygotowane otwory iniekcyjne nawilża się przed wprowadzeniem środka iniekcyjnego wodą przez skierowanie do otworu strumienia wody około 0,5 l, który poza nawilżaniem wypłukuje z otworów zwierną stanowiącą przeszkodę w penetracji środka iniekcyjnego. Wodę do otworów można skierować z urządzenia iniekcyjnego pod ciśnieniem grawitacyjnym.



Budynek Dowództwa Marynarki Wojennej w Gdyni osuszony w 1994 r.



Rezydencja Premiera Rządu RP w Warszawie osuszona w 1995 r.



Siedziba Ministra Obrony Narodowej w Warszawie osuszona w 1995/96 r.



Rezydencja Premiera Rządu RP w Warszawie osuszona w 1997 r.



3. W przygotowane otwory iniekcyjne wprowadza się grawitacyjnie, po około 30 minutach od nawilżenia, świeżo przygotowany środek iniekcyjny, składający się z cementu portlandzkiego, aktywatora krzemianowego i wody w odpowiednich proporcjach wagowych. Mieszanka ta w czasie iniekcji powinna mieć konsystencję łatwo samopoziomującą się w naczyniu i łatwo wylewającą się z naczynia przez otwór o średnicy 2 cm. Ilość wprowadzonego grawitacyjnie środka iniekcyjnego równa się objętościowo pojemności otworu iniekcyjnego. Środek iniekcyjny w tej technologii jest jednocześnie środkiem zaslepiającym (flekującym) otwory, które po iniekcji można dodatkowo zaslepić tuż przy wylocie, (przy użyciu szpachelki) tym samym środkiem iniekcyjnym, lecz o gęstszej konsystencji. Czynność ta zwiększa estetykę lica muru w strefie iniekcji.

4. Mieszaninę iniekcyjną przygotowuje się bezpośrednio przed jej użyciem i należy ją zastosować do 30 minut od czasu dodania wody do składników mieszanki. Przeciwwilgociową izolację pionową wyko-

nuje się w następujący sposób: otwory iniekcyjne wierci się w identyczny sposób jak w przypadku izolacji poziomej, natomiast różnica polega na rozmieszczeniu otworów na płaszczyźnie izolowanej ściany od środka budynku. Płaszczyznę muru zewnętrznego nawierca się siatką otworów iniekcyjnych w odległościach w rzędzie i pionie co 20 cm. W wyjątkowych sytuacjach zasolenia muru otwory należy wiercić w odstępach co 15 cm. Geometria rozmieszczenia otworów pokazana jest na rysunku, przedstawiającym widok ściany od strony nawierców oraz na rysunku przedstawiającym przekrój pionowy izolowanej pionowo ściany. Pozostałe czynności są identyczne, jak podczas wykonywania izolacji poziomej tą metodą.

### Skład mieszanki

Składniki mieszanki iniekcyjnej: cement i woda – mają odpowiednie normy państwowe, natomiast aktywator krzemianowy, składający się z polimorficznych form krzemianu i polikrzemianu, nie występuje w wolnym obrocie towarowym i nie można go otrzymać kupując jego składniki w handlu.

Aktywator do mieszaniny iniekcyjnej przygotowuje wyłącznie autor patentu iniekcji krystalicznej i dostarcza go wyłącznie licencjodawcom technologii, po uprzednim zamówieniu, w ilościach potrzebnych do wykonania zadania. Skład samego aktywatora jest uzależniony od rodzaju materiału osuszanego muru oraz jego zasolenia i zawilgocenia. Na tej podstawie przygotowany jest aktywator mający aprobatę materiałową licencjodawcy (Rozp. Ministra G.P. i Budownictwa z dnia 19.12.1994 r. rozdz. 398 – Dz.U. z 1995 r. nr 10 poz. 47) i Rozp. Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 05.08.1998 r. Dz.U. nr 107 poz. 679 Rozdz. 2 § 4 u. 1 i 2. Ponadto technologia ma Atest PZH do stosowania bez ograniczeń higienicznych (Ocena Higieniczna zgodna z Zarządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dn. 12 marca 1996 r. (Monitor Polski Nr 19). Scałony kosztorys na wykonanie prac osuszających metodą iniekcji krystalicznej znajduje się w KNR 4.01. z 2000 r. Od 16.04.2004 r. zgodnie z dyrektywą UE nie wydaje się aprobat na środki iniekcyjne w metodach osuszeniowych (Dz. U. Nr 92/2004 poz. 881 z dn. 16.04.2004 r.).

### Realizacje

W okresie od lipca 1987 r. do chwili obecnej osuszonych zostało w kraju i za granicą ponad siedem tysięcy obiektów, w tym około 100 w zachodniej Europie. Na licencji iniekcji krystalicznej pracują 134 polskie firmy oraz 16 zachodnioeuropejskich. Na zakończenie wspomnę o kilku znaczących obiektach dla kultury polskiej, w których wykonano prace osuszające metodą iniekcji krystalicznej. Są to: Teatr Narodowy w Warszawie, dom urodzenia Chopina w Żelazowej Woli, katedra polowa Wojska Polskiego, Wieczernik na Jasnej Górze, budynek Dowództwa Marynarki Wojennej w Gdyni, różne obiekty w całej Polsce, w tym około 100 w Krakowie, a także liczne obiekty sakralne i pałacowe w zespołach zabytkowych.

Niniejszy biuletyn zawiera zdjęcia wybranych obiektów osuszonych metodą iniekcji krystalicznej przez zespół autorski.



Dworek Urodzenia  
F. Chopina  
w Żelazowej Woli  
osuszony w 1992 r.



# Teoria metody iniekcji krystalicznej



Budynek „Judaicum” na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie osuszony w 1995 r.

Metoda iniekcji krystalicznej – wytwarzania blokad przeciwwilgociowej w murach zawilgoconych na skutek podciągania wody z gruntu – jest metodą osuszania opartą na oryginalnej koncepcji autora, polegającej na wykorzystaniu tak zwanej „mokrej ścieżki”. Metoda ta nie przewiduje w żadnym przypadku wstępnego osuszania ani odsalania murów, a nawet wręcz przeciwnie – zakłada wykorzystanie cieczy kapilarnych jako drogi do penetracji, a następnie krystalizacji uszczelniającej pory i kapilary materiału budowlanego, a w szczególności cegły ceramicznej i zaprawy wapiennej.

Wieloletnie badania laboratoryjne oparte na powyższej, przewrotnej w stosunku do innych znanych metod osuszania, koncepcji wytwarzania poziomej izolacji przeciwwilgociowej w murach istniejących budowli, zostały uwierczone powodzeniem. Zarówno badania laboratoryjne, jak i badania poligonowe na obiektach budowlanych potwierdziły techniczną skuteczność zastosowanego rozwiązania.

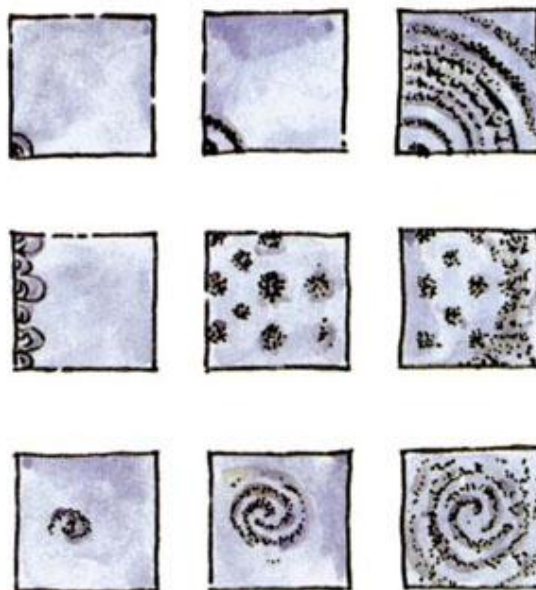
Ogólna zasada stosowania metody iniekcji krystalicznej do osuszania budowli w pierwszej kolejności polega na wywierceniu w osuszonym murze otworów iniekcyjnych, najkorzystniej o średnicy 20 mm i długości równej grubości muru pomniejszonej o 5-10 cm. Otwory wierce się w jednej linii, równoległe do poziomemu podłogi, w odstępach co 10-15 cm, najkorzystniej z jednej strony muru (jeśli pozwala na to odpowiednia długość wiertel) oraz pod kątem 15°-30° do poziomu. Następnie w wywiercone otwory wlewa się około 0,5 l wody dla lepszego zwilżenia muru w strefie zamierzonej iniekcji, a potem możliwie szybko wprowadza się metodą grawitacyjną mieszaninę wody, cementu portlandzkiego i aktywatora krzemianowego w określonych proporcjach wagowych.

Blokadę przeciwwilgociową krystaliczną uzyskuje się praktycznie w czasie siedmiu dni. Uszczelniające działanie środka według wynalazku polega na tym, że jeden ze składników mieszaniny – aktywator krzemianowy, penetruje w promieniu około 7-8 cm od środka otworu iniekcyjnego w murze metodą dyfuzji, a następnie jony wapniowe, pochodzące ze specyficznej dysocjacji portlantydu (minerału będącego składnikiem cementu portlandzkiego), powodują wytrącenie w kapilarach nierozpuszczalnego w wodzie związku najprawdopodobniej typu polikrzemianu wapniowego.



Graficzny model krystalizacji produktów iniekcji w metodzie iniekcji krystalicznej (wycinek koła)

Charakterystyczną cechą wytrąconych związków jest to, że ich wytrącenie na początku kapilary nie blokuje penetracji w jej głębszych częściach, tak jak ma to miejsce podczas stosowania na przykład mieszaniny szkła wodnego z różnymi dodatkami typu chlorku wapnia czy innymi, gdzie promień penetracji, a zatem i blokady przeciwwilgociowej jest bardzo mały i technicznie bez znaczenia. Podobne mankamenty występują często podczas stosowania metod polegających na utwardzaniu szkła wodnego za pomocą estrów organicznych.



Symulacyjne obrazy prawdopodobieństwa rozkładu produktów reakcji dyssypatywnych (falowych)

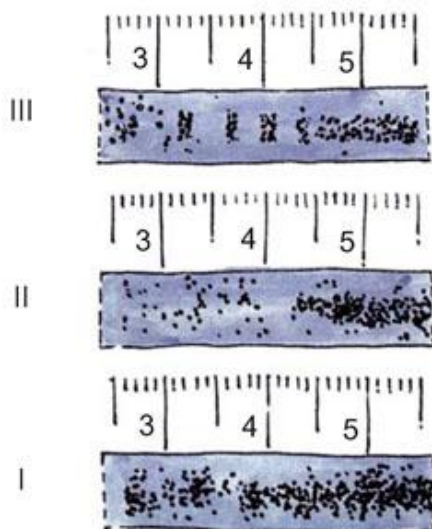


Jak wykazały badania laboratoryjne podczas iniekcji przeciwwilgociowej sposobem według wynalazku, produkty krystalizacji układają się wokół otworu iniekcyjnego w postaci pierścieni odległych od siebie początkowo o kilka milimetrów, a dalej odległości te systematycznie wzrastają do około 1 cm na odcinku 6-8 cm od środka otworu iniekcyjnego w materiale budowlanym o strukturze kapilarno-porowatej.

Zjawisko to przypomina mechanizm tworzenia się pierścieni Liesganga w roztworach koloidalnych. Prawdopodobnie kinetyka tej reakcji z użyciem środka według wynalazku przebiega w sposób charakterystyczny dla tego lub innego zjawiska polegającego najpierw na krystalizacji z utworzeniem bardzo drobnych kryształów w całym obszarze, w którym penetracja odbywa się na drodze dyfuzji na skutek występującej różnicy stężeń, a następnie na samorzutnym procesie tak zwanego nieliniowego starzenia



Pałac w Teresinie koło Warszawy osuszony w 1994 r.



Obraz doświadczalny krystalizacji produktów reakcji falowej (dyssypatywnej) w rurce szklanej w trzech różnych fazach po 3,2 dniach (I); 5,1 dniach (II) i 5,8 dniach (III)



Dawna siedziba Dowództwa Wojsk Lądowych „Krzyż” w Warszawie osuszona w 2006 r.

kryształów. W naukowej literaturze amerykańskiej proces ten określany jest mianem „periodic precipitation processes” lub „aging sol” oraz „self organization”. Proces ten zachodzi w czasie około siedmiu dni i po tym okresie obserwuje się skuteczność blokady przeciwwilgociowej wytworzonej w zawilgoconych murach.

Na podstawie przedstawionych badań oraz innych wyników nie opisanych w niniejszej pracy odtworzono na zamieszczonym rysunku graficzny model krystalizacji produktów iniekcji środka według wynalazku w rzucie na płaszczyznę. Obraz ten stanowi szereg okręgów o wspólnym środku i coraz większych promieniach, przy czym promienie tych okręgów mają coraz większe różnice w miarę oddalania się od środka iniekcji. Model ten znajduje potwierdzenie w teoretycznych pracach P.J. Ortovela, w których można spotkać symulacyjne obrazy komputerowe układania się prawdopodobieństwa rozkładu produktów reakcji ogólnie znanych pod nazwą dyssypatywnych. W publikacji przedstawiam rysunki omawianych obrazów symulacyjnych, przewidywanych jako teoretyczne.

Moim zdaniem, od metody iniekcji krystalicznej można oczekiwać bezterminowej trwałości jako izolacji poziomej wytworzonej w zawilgoconych murach obiektów budowlanych. Ta cecha korzystnie wyróżnia metodę iniekcji krystalicznej na tle innych stosowanych metod osuszania, w których (na przykład w metodzie elektroiniekcji) trwałość wytworzonej przepony przeciwwilgociowej uzależniona jest od rodzaju iniektu, a w tym przypadku od żywicy silikonowej, której trwałość szacuje się na 10-15 lat. O takim przedziale trwałości w czasie informują opracowania pochodzące z koncernu Wackera, najbardziej wyspecjalizowanej w świecie firmy produkującej związki silikonowe. Wymieniona trwałość w czasie jest dodatkowo obniżana w środowisku murów do około 8 lat na skutek oddziaływania soli zawartych w cieczach kapilarnych. Metody elektroosmotyczne, pomijając ich ograniczoną przydatność, stosowane w osuszaniu murów są co najmniej trzykrotnie mniej trwałe od metod elektroiniekcyjnych.

Technologia iniekcji krystalicznej w okresie od 1988 do 1998 roku została poddana ostrej weryfikacji technicznej na licznych zawilgoconych budynkach w całej Polsce. Sam Instytut Budownictwa WAT wdrożył metodę na ponad trzystu obiektach, uzyskując za każdym razem pozytywne wyniki osuszenia.



# Modyfikacja metody iniekcji krystalicznej



Synagoga w Tykocinie osuszona w 1992 r. Brak śladów zawilgoceń murów w przyziemiu (12.10.1997)

Od pierwszego wdrożenia w skali technicznej w lipcu 1987 roku w pałacu w Łowiczu technologia iniekcji krystalicznej poddana została bacznej obserwacji autorskiej oraz inwestorskiej, a także konkurencji. Wszelkie pozytywne i negatywne oceny autor technologii poddawał głębokiej analizie i wyciągał z nich wnioski mające na celu eliminację zauważonych wad i utrwalanie pozytywów.

Największą nauką było wdrażanie metody iniekcji krystalicznej przez zespół autorski, bowiem tutaj następowało sprzężenie teorii i praktyki, tutaj też można było prowadzić obszernie badania laboratoryjne. Wiele interesujących opinii o technologii przekazywali coraz liczniejsi licencjohobircy metody, wielu z nich przyczyniło się też do autentycznego udoskonalenia technologii.

Pierwszym problemem, z którym zetknęła się technologia, były zbyt małe odległości między otworami iniekcyjnymi w wykonywanej wówczas tylko izolacji poziomej (10 cm). Wpływało to na podrożenie technologii oraz na osłabienie muru w strefie iniekcji, chociaż współczynniki bezpieczeństwa nigdy nie były przekraczane.

Drugim problemem była przedwczesna unifikacja metody, na szczęście wcześniej dostrzeżona, co pozwoliło w konsekwencji na jej optymalizację do różnych warunków budowlanych. Pierwotna wersja

technologii iniekcji krystalicznej obliczona na standardowe warunki muru, to znaczy zbudowanego z cegły czerwonej ceramicznej i zaprawy przede wszystkim wapiennej, musiała też coraz częściej uwzględniać inne materiały budowlane, a mianowicie: kamień wapienny, piaskowiec, różne rodzaje cegły, jak np. suszonej w słońcu, rudę darniową oraz wiele rodzajów spoiwa budowlanego. Pojawiły się też coraz liczniejsze rodzaje współczesnych materiałów, które również ulegały niszcącemu działaniu

*Wnętrze Synagogi – ślady korozji tynków po wysoleniach na wysokości wykonanej izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej*





kapilarnego podciągania wody z gruntu. Z kolei te przypadki materiałowe murów były wewnętrznie dzielone w zależności od stopnia zasolenia oraz wstępnego zawilgocenia.

Trzecim problemem było ograniczenie stosowania technologii do wytwarzania tylko izolacji poziomej. Wobec powszechnego wprost zagospodarowania pomieszczeń piwnicznych na różne cele użytkowe, powstawało zapotrzebowanie na wykonywanie izolacji pionowych od środka pomieszczeń piwnicznych, bez odkopywania murów zewnętrznych.

Czwartym problemem było tak zwane zjawisko wysalania objawiające się białymi wykwitami solnymi wokół otworów iniekcyjnych. Zjawisko to występowało nie zawsze i nie wszędzie, przy czym pojawiało się w zróżnicowanej intensywności. Oponenti technologii iniekcji krystalicznej, a w szczególności konkurencja technologiczna, nadała temu zjawisku wiodącą rolę w warunkach rynkowych. Niektórzy z nich pisują nawet powierzchowne bardzo artykuły na ten temat. Zanim problem ten został „zauważony”, autor wielokrotnie w różnych formach pisanych i referatowych podejmował ten temat w czasie licznych konferencji naukowych i spotkaniach z inwestorami.

Zjawisko wysalania nie jest adekwatne do tego, co się dzieje po iniekcji krystalicznej na powierzchni murów wokół otworów iniekcyjnych. Głównym składnikiem wykwitów solnych w tym przypadku jest węgiel sodowy, a więc związek chemiczny nie występujący w składzie iniektu, jak również w murach izolowanych budowli. Węgiel sodowy tworzy się w tym przypadku wyłącznie na powierzchni muru w czasie reakcji chemicznej dyfundującego ku powierzchni muru wolnego wodorotlenku sodowego z dwutlenkiem węgla z otaczającej atmosfery. Zjawisko to w bardzo łatwy sposób można wyeliminować, uszczelniając lico otworu przed infiltracją dwutlenku węgla z atmosfery.



*Cerkiew w Sławatyczach osuszona w 2004 r.*



*Wydział Rzeźby Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie osuszony w 1995 r.*



*Wydział Wzornictwa Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie osuszony w 1995 r.*



*Kościół seminaryjny przy ul. Mehoffera w Warszawie osuszony w 2003 r.*



*Kościół w Rzecznowie osuszony w 2006 r.*



*Katedra Polowa WP osuszona w latach 1993/94 – Warszawa*



*Kościół w Sieciechowie osuszony w 2006 r.*



*Budynek Dowództwa Wojsk Lądowych w Cytadeli Warszawskiej osuszony w 2003 r.*

W wyniku wieloletnich badań laboratoryjnych i doświadczeń poligonowych – prowadzonych nieprzerwanie do dnia dzisiejszego, udało się poprzez pełniejsze opanowanie procesu samoorganizacji kryształów oraz niezbędne korekty w recepturze środka iniekcyjnego uzyskać zwiększenie promienia penetracji w standardowych warunkach o 50%. Skutkiem tych osiągnięć jest zwiększenie odległości między otworami iniekcyjnymi w murach z 10 cm do 15 cm.

Ponadto okazało się, że zjawiska samoorganizacji kryształów nie zachodzą jednakowo skutecznie w różnych materiałach budowlanych. W technologii iniek-



*Katedra Prawosławna w Lublinie osuszona w 2005 r.*

Trzeba jednak dodać w tym miejscu, że uzyskanie w ten sposób efektu estetycznego będzie miało pewien negatywny wpływ na mechanizm opuszczania środowiska muru przez związki, które nie biorą już udziału w tworzeniu blokady przeciwwilgociowej. Powstrzymane też zostanie zjawisko korzystnej migracji soli zawartych w murze ku licu muru, bowiem wodorotlenek sodowy sprzyja temu procesowi.

Stwierdzono bowiem, że wśród tzw. wykwitów solnych na licu muru wokół otworów iniekcyjnych, poza wspomnianym już węglanem sodowym, znajdują się także inne sole rozpuszczalne w wodzie nie będące w żadnym przypadku składnikami środka iniekcyjnego. Jest to dowód, że tworzenie blokady przeciwwilgociowej poprzez wykorzystanie do tego celu zjawiska samoorganizacji kryształów, prowadzi także – nieoczekiwanie pozytywnie – do odsalania muru w strefie iniekcji.

*Basteja austriacka na Wawelu osuszona w 2005 r.*





*Cerkiew w Terespolu osuszona w 2004 r.*

cji krystalicznej za skuteczność w tej kwestii odpowiedzialny jest aktywator. Woda i cement portlandzki odgrywają tutaj mniejszą rolę, chociaż niektóre dodatki do cementu portlandzkiego mogą skutecznie zakłócić ten proces. Aby temu zapobiec, zaleca się stosowanie cementu portlandzkiego bez dodatków. Ze względu na duże rozpoznanie wpływu aktywatora na przebieg zjawiska samoorganizacji kryształów w różnych porowatych materiałach budowlanych opracowano już osiem wersji recepturowych aktywatora dla różnych wersji materiałowych murów. Ponadto aktywator w danej grupie materiałowej może być dalej dostosowywany w zależności od stopnia zasolenia i zawilgocenia muru. Stwierdzono także, że aktywator ma swój czas ważności określany na kilkanaście dni. W związku z tym w dalszym ciągu nie będzie on występował w wolnym obrocie handlowym, a wyspecjalizowane firmy działające na podstawie udzielonej licencji muszą zastosować otrzymany wyłącznie od licencjodawcy aktywator najkorzystniej w ciągu siedmiu dni.

Ważnym osiągnięciem technologii iniekcji krystalicznej jest możliwość zastosowania jej do nowej funkcji, a mianowicie do wytwarzania izolacji przeciwwilgociowej pionowej od wnętrza budynku. Stało się to możliwe dzięki opanowaniu mechanizmu samoorganizacji kryształów w kierunku rozproszonych domen krystalicznych. W dotychczasowych doświadczeniach do wykonania izolacji poziomych miały zastosowanie zjawiska samoorganizacji, w wyniku których tworzyły się koncentryczne pierścienie o różnych średnicach i wspólnym środku.

Wszystkie wyżej wymienione prace i badania przyczyniły się do zwiększonej efektywności osuszania budowli z wilgoci podciąganej z gruntu.

*Mały Dziedziniec na terenie Uniwersytetu Warszawskiego osuszony w 2006 r.*



*Cerkiew w Hrubieszowie osuszona w 2005 r.*



*Neobarokowy budynek szpitala w Pułtusku osuszony w 2005 r.*

inż. Stanisław Krzykowski  
Dyrekcja Odbudowy Teatru Narodowego w Warszawie



## Rozwiązanie problemów wodnych i wilgotnościowych w odbudowywanym budynku Teatru Narodowego w Warszawie



*Teatr Narodowy w Warszawie osuszony w latach 1990-93*

Już po niespełna trzech kwartałach od rozpoczęcia prac osuszających, prowadzonych przez Wojskową Akademię Techniczną, uzyskano bardzo obiecujące efekty schnięcia murów. Obecnie prace te dobiegają końca na całym obiekcie.

Dla zobrazowania skali prac izolacyjnych podaje, że na obiekcie Teatru Narodowego należało wykonać zabiegi techniczne osuszania na długości około dwóch i pół kilometra murów zewnętrznych i wewnętrznych.

Skuteczność metody iniekcji krystalicznej została poddana bardzo ostrej weryfikacji technicznej na obiekcie murów czerpni powietrza, gdzie terminy technologiczne innych prac wykończeniowych wymagały uzyskania możliwie jak najszybciej efektów w postaci suchego podłoża.

W murach czerpni, we wrześniu 1991 r. i następnie w lutym 1992 r. wykonano dwa rzędy blokady przeciwwilgociowej. Natomiast w marcu i czerwcu 1992 r. wykonano pomiary sprawdzające wilgotność murów poniżej i powyżej blokady. Wyniki tych badań podano w tablicy i obrazowo przedstawiono na rysunku. Są one bardzo korzystne dla oceny zastosowanej metody osuszania murów. Po okresie 10 miesięcy uzyskano już wilgotność zbliżoną do oczekiwanej,

tj. około 4% na głębokości 20 cm, a po dalszych sześciu miesiącach, w styczniu 1993 r., pomiary wykazały, że wilgotność w murach lewego i prawego toku czerpni obniżyła się we wszystkich miejscach nad wykonaną izolacją poziomą poniżej 4% masowych. Wyniki podano w tablicy i na wykresie.



*Zabytkowa kaplica na cmentarzu w Wilanowie w Warszawie osuszona w 1998 r.*

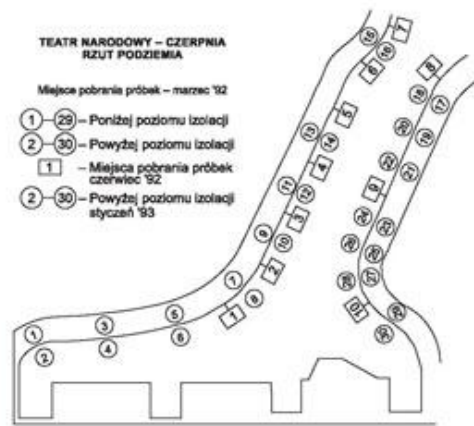
INIEKCJA KRYSZALICZNA®



Próbki o numerach parzystych od 2 do 30 pobrano w linii pionowej nad izolacją poziomą i odpowiednimi numerami nieparzystymi próbek. Izolację założono we wrześniu 1991 r., próbki od 1 do 30 pobrano w marcu 1992 r. Kolejny pomiar kontrolny w miejscach o podwyższonej wilgotności powyżej blokady przeciwwilgociowej przeprowadzono w czerwcu 1992 r. Miejsca pobrania próbek naniesiono na rysunek rzutu poziomego czerpni. Próbkę do badań pobierano z głębokości do 20 cm i wysokości 30 cm i 100 cm nad poziomem posadzki czerpni (marzec 1992 r.) oraz 100 cm nad poziomem podłogi (w czerwcu 1992 r. i styczniu 1993 r.).

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wilgotności można stwierdzić z pełną odpowiedzialnością, że mury czerpni powietrza zostały w ciągu półtora roku osuszone do oczekiwanego poziomu poniżej 4% masowych.

W innych fragmentach murów podpiwniczenia Teatru Narodowego proces schnięcia również przebiega zgodnie z oczekiwaniami.



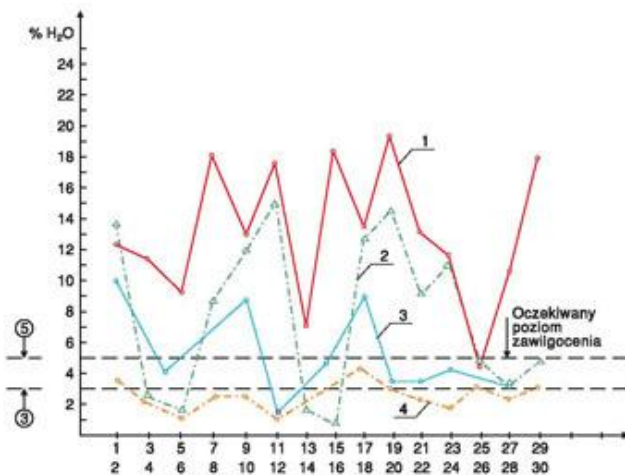
Rzut poziomy murów czerpni Teatru Narodowego z zaznaczonymi miejscami pobrania próbek do badań w różnych terminach



Hotel Royal w Krakowie osuszony w 1991/92 r.



Centrum Kultury Żydowskiej w Krakowie osuszone w 1993 r.



Wykres zmian wilgotności murów czerpni Teatru Narodowego po założeniu izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej we wrześniu 1991 r. (pierwszy rząd izolacji) i w lutym 1992 r. (drugi rząd). Termin badania: 1 - 03.1992 r. pod izolacją, 2 - 03.1992 r. nad izolacją, 3 - 06.1992 r. nad izolacją, 4 - 01.1993 r. nad izolacją

Wyniki pomiarów wilgotności masowej próbek zwieryciny pobranych z różnych miejsc murów czerpni powietrza Teatru Narodowego w Warszawie

Marzec 1992 r.															
nr	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
% H <sub>2</sub> O	12,2	11,4	9,0	18	13	17,6	7,0	18,3	13,4	19,3	13,0	11,6	4,2	10,5	17,9
nr	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
% H <sub>2</sub> O	13,7	2,6	1,7	8,8	12,1	15,3	1,3	0,4	12,8	14,7	9,0	11,2	4,3	3,1	4,8
Czerwiec 1992 r.															
nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
% H <sub>2</sub> O	9,9	4,5	7,1	8,4	1,3	5,4	9,1	3,6	3,4	4,0					
Styczeń 1993 r.															
nr	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
% H <sub>2</sub> O	3,8	2,5	1,3	2,5	4,5	1,2	2,2	3,3	4,5	3,1	2,4	1,7	3,1	2,3	3,1



## Raport z prac osuszających Szkoła des Fins w Annecy

Annecy, 12.05.1997

do Pana Mera Annecy  
(na ręce p. Dumollard)  
Hotel de Ville  
74000 Annecy

**Protokół nr 1 z pomiarów kontrolnych stanu zawilgocenia murów szkoły des Fins w Annecy (Górna Sabaudia, Francja) po pracach osuszających wykonanych w okresie od 19 do 22 lutego 1997 r. metodą iniekcji krystalicznej autorstwa dr inż. Wojciecha Nawrota.**

1. *Prace osuszające metodą iniekcji krystalicznej wykonano promocyjnie w obecności i współudziale autora technologii dr inż. Wojciecha Nawrota oraz pana Huberta Pawłowskiego upoważnionego przez autora do stosowania tej technologii na terenie Francji.*
2. *Obiekt do przeprowadzenia wdrożenia promocyjnego został wskazany przez służby techniczne Merostwa Annecy, w szczególności uzgodniony z panami: dyr. Miltgen i Dumollard. Zakres i forma wdrożenia została przedstawiona na spotkaniu w Merostwie 19 lutego w obecności zainteresowanych stron.*
3. *Prace osuszające wyżej wymienioną metodą wykonano na długości około 68 mb. w murach przybudówki dwóch klas przedszkolnych grupy „starszaków”.*
4. *Stan zawilgocenia obiektu przed wykonaniem prac, według wykonanych pomiarów, wskazywał na bardzo duże zawilgocenie murów zawierające się w przedziale 12–15% masowych. Objawiało się to zmurszeniem tynku w strefie przyziemia i podłóg oraz rozprzestrzenieniem się zapachu stęchlizny wewnątrz pomieszczeń klasowych. Obiekt będący przedmiotem prac osuszających został zbudowany w okresie wczesnopowojennym o przypadkowych rozwiązaniach konstrukcyjnych i z materiałów różnorodnych: w strefie przyziemia z bloczków betonowych pełnych (lub wylewki betonowej), natomiast w wyższych partiach z pustaków betonowych.*



*Pomiary wilgotności ścianprzewodzone w trakcie wykonywania izolacji metodą iniekcji krystalicznej – (21.02.1997)*





Wiercenie otworów iniekcyjnych

5. W dniu 11 maja 1997 r. przeprowadzono kontrolne badania stanu zawilgocenia murów metodą nie niszczącą, przy użyciu dialektycznego miernika wilgotności PWM-3, oraz pobrano do badań laboratoryjnych 10 próbek z charakterystycznych punktów muru tego obiektu. Próbkę pobrano w postaci zawierciny z głębokości do 10 cm od lica muru (...) W pobliżu tych samych miejsc, dokonano pomiarów nieniszczących wilgotności. Wyniki badań laboratoryjnych wykonanych w Instytucie Budownictwa Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, zostaną przesłane do pana Huberta Pawłowskiego w przeciągu 14 dni. Badania laboratoryjne będą wykonane metodą suszarkowo-wagową (jest to najbardziej wiarygodna metoda pomiaru zawilgocenia murów, wykazująca w sposób bezpośredni stan zawartości wody niezwiązanej w badanej próbce). Na podstawie oceny wizualnej osuszonych murów, oraz na podstawie przeprowadzonych badań nieniszczących stanu zawilgocenia murów, można już obecnie stwierdzić, że proces suszenia murów w ciągu trzech miesięcy od chwili wykonania izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej postępuje prawidłowo i że wilgotność murów obniżyła się znacząco, z początkowej od 12-15% do około 4-8% w chwili obecnej. Postęp suszenia murów ocenia się jako bardzo dobry i można oczekiwać, że w ciągu następnych trzech miesięcy wilgotność osuszanych murów osiągnie normatywny poziom poniżej 4%, a jej ustabilizowanie się na poziomie ca 2% nastąpi w okresie późniejszym.

6. Całkowite osuszenie murów nastąpi w ciągu dziewięciu miesięcy od daty zakończenia prac osuszających na obiekcie szkoły.

7. Użytkownik obiektu w okresie suszenia murów powinien współdziałać z wykonawcą w zakresie intensywnego wietrzenia i wentylacji pomieszczeń, oraz w zakresie prac rewaloryzacyjnych wykonywanych po osuszeniu murów.

Użytkownik obiektu nie może dokonywać napraw tynków przy użyciu szpachlówek gipsowych i zapraw cementowych w strefie dawnego zawilgocenia murów, oraz nie powinien dokonywać w tej strefie prac malarskich przy użyciu farb uszczelniających.

arch. Hubert Pawłowski

Przybudówka dwóch klas przedszkolnych poddawana osuszaniu





Warszawa, 12.06.1997

do Pana Mera Ancey  
(na ręce p. Dumollard)  
Hotel de Ville  
74000 Ancey



W nawiązaniu do zobowiązań podanych w punkcie 5 protokołu nr 1 z dnia 12.05.1997 r. sporządzonego w Ancey, przedstawiam poniżej wyniki badań laboratoryjnych próbek pobranych z murów w celu stwierdzenia stanu ich zawilgocenia po okresie trzech miesięcy od wykonania promocyjnego osuszenia metodą iniekcji krystalicznej w budynku szkoły des Fins w Ancey. Metoda laboratoryjna ustalania aktualnego poziomu zawilgocenia murów polegająca na wagowym ustaleniu ilości wody zawartej w pobranych próbkach zawierciny murów w różnych miejscach – nazwana metodą ustalania procentowego zawilgocenia materiałów budowlanych.

Z murów szkoły pobrano 12 maja br. 10 próbek muru z różnych miejsc, w każdym przypadku ponad wytworzoną blokadą przeciwilgociową.

W razie konieczności  
otwory iniekcyjne wykonuje  
się od zewnątrz  
i od wewnątrz budynku

Wyniki badań zawilgocenia  
przedstawiają się następująco:

nr próbki	% zawilgocenia
1.	2,15 %
2.	0,93 %
3.	2,15 %
4.	3,75 %
5.	4,68 %
6.	0,82 %
7.	4,50 %
8.	2,13 %
9.	3,64 %
10.	2,33 %



Powyższe wyniki zawilgocenia próbek należy uznać za bardzo korzystne z punktu widzenia efektywności procesu suszenia murów po założeniu poziomej izolacji przeciwilgociowej. Jeśli przypomnę, że początkowa wilgotność murów w tych samych miejscach przed osuszeniem wynosiła przeciętnie od 12-15% – to wynik suszenia w ciągu trzech miesięcy jest bardzo dobry i zmierza do oczekiwanego poziomu około 2% wilgoci.

dr inż. Wojciech Nawrot

Hotel d'Ville Ancey  
osuszony w 1999 r.



W wykonane otwory wprowadza się  
przygotowany świeżo środek iniekcyjny



INIEKCJA KRystaliczna®



## Wybrane opinie o skuteczności metody iniekcji krystalicznej



Pałac Stanisława Kłickiego  
– generała w Powstaniu Listopadowym  
(Łowicz) – osuszony w 1987 r.

### Zespół pałacowy gen. Kłickiego w Łowiczu ul. Pałacowa 6 – termin wykonywania prac: lipiec 1987

My niżej podpisani, właściciele zabytkowego zespołu pałacowego gen. Stanisława Kłickiego (zamek, kaplica, dom ogrodnika), stwierdzamy, że w lecie w okresie od lipca 1987 dr inż. Wojciech Nawrot prowadził osuszanie naszych dziewiętnastowiecznych budynków (1823-24) metodą iniekcji krystalicznej. Z pracy tej wywiązał się znakomicie. Dom nasz poważnie – do wysokości 2,5 m na parterze – nasiąknięty wodą, został osuszony, nie nosi żadnych oznak wilgoci do dziś dnia (04.02.1993). Tak samo kaplica i domek ogrodnika. Był to sukces! (...)

**Zofia i Roman Antymowscy**

Roman Antymowski – artysta, malarz i grafik, absolwent krakowskiej Akademii Sztuk Pięknych, profesor i b. rektor Państwowej Wyższej Szkoły Sztuk Plastycznych w Łodzi, profesor i b. rektor Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie oraz profesor kontraktowy Akademii Sztuk Pięknych w Bagdadzie.



Zabytkowy budynek  
„Laboratorium” w Zamku  
Ujazdowskim w Warszawie  
osuszony w 1993 r.

Budynek „Sauny”  
w Obozie Koncentracyjnym  
w Brzezince osuszony w 1998 r.



### Obiekty zespołu bankowego przy ul. Traugutta 7/9, Warszawa – czas trwania prac: czerwiec – wrzesień 1989

(...) Przed przystąpieniem do prac w 1989 r. mury obiektu były mocno zawilgocone w strefie przyziemia na łącznej długości ca 400 mb. Zmurszałe tynki, zawilgocona atmosfera pomieszczeń użytkowych stwarzały fatalne warunki pracy i wpływały niekorzystnie na przechowywany sprzęt oraz materiały bankowe.

Po upływie roku od czasu wykonania prac osuszających metodą iniekcji krystalicznej do chwili obecnej (06.12.1990) stwierdzamy całkowite wyschnięcie murów w podziemiach i korytarzach. Ustąpiły też rozległe obszary zawilgoceń w strefie przyziemia.(...)

**Bank PEKAO S.A. Oddział w Warszawie**  
Z-ca Dyrektora Oddziału – mgr Dariusz Młynarski

**Willa Struwego – ul. Piękna 44a, Warszawa**  
– termin wykonywania prac: wrzesień 1989

(...) Przed przystąpieniem do prac osuszających w pomieszczeniach piwnicznych mury przyziemia były silnie zawilgocone, a atmosfera przesycona była nadmierną wilgocią. Występowały stałe objawy niedogrzanania budynku. W pomieszczeniach piwnicznych przeznaczonych głównie do celów wystawowych i do przechowywania materiałów archiwalnych – stale panował niezdrowy mikroklimat. Niszczeniu ulegały ekspozycje i przechowywane materiały. Przesycony wilgocią mikroklimat porażał także pomieszczenia parterowe, pogarszając bardzo warunki pracy ludzi na tej kondygnacji. Po wykonaniu we wrześniu 1989 r. prac osuszających, polegających na założeniu izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej, zmieniły się diametralnie warunki pracy i mikroklimat we wszystkich pomieszczeniach willi Struwego. Poprawiły się również odczuwalnie warunki ciepłno-wilgotnościowe w obiekcie.(...)

**Towarzystwo Opieki nad Zabytkami w Warszawie**  
Dyrektor – mgr Ewa Siurawska

**Teatr Narodowy w Warszawie**  
– czas trwania prac: 1990 – 1992

(...) Problem zawilgocenia murów podpiwniczenia stanowił bardzo ważny element odbudowy i rewitalizacji obiektu. Mokre, zmruszone tynki i mury w strefie przyziemia nie pozwalały na prawidłowe wykorzystanie pomieszczeń podpiwniczenia na cele związane z funkcjonowaniem i obsługą Teatru.

Ponadto osuszanie murów poprzez zakładanie izolacji poziomej mogło odbywać się jedynie w warunkach bardzo dużych trudności związanych z jednoczesnym wykonywaniem innych prac budowlanych, takich jak rozbiórki, podbijanie fundamentów, rekonstrukcje itp. Po licznych konsultacjach ze środowiskami technicznymi wybrana została do osuszenia Teatru Narodowego w Warszawie metoda iniekcji krystalicznej, jako optymalna dla opisanych warunków oraz bardzo dużego zawilgocenia (15-20%) i zasolenia (ok. 1%). Zastosowanie nowej technologii musiało także uwzględniać fakt, że przed kilku laty w budynku Teatru zastosowano bez powodzenia inną metodę z użyciem prądu elektrycznego z hydrofobizacją.

Po trzech latach obserwacji skutków technicznych zastosowania metody iniekcji krystalicznej w murach o łącznej długości ca 2,5 km i grubości od 51 cm do 160 cm, możemy potwierdzić, że metoda iniekcji krystalicznej sprawdziła się całkowicie pod względem skuteczności. Nastąpiło oczekiwane obniżenie zawilgocenia murów powyżej założonej blokady do poziomu około 2%. Szczególnie reprezentatywnym osiągnięciem metody iniekcji krystalicznej w Teatrze Narodowym było osuszenie murów tzw. czerpni powietrza. Obiekt ten o murach grubości 110 cm ma spełniać ważną funkcję związaną ze sterowaniem sceną. Wymagania stawiane przez firmę niemiecką odnośnie mikroklimatu w tym obiekcie były bardzo rygorystyczne. Wilgotność murów musiała być obniżona w krótkim czasie poniżej 4%, aby można było wykonać prace wykończeniowe i instalacyjne. Z tego względu prowadzono systematyczne badania wilgotności murów czerpni po wykonaniu izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej. Mogę z satysfakcją stwierdzić, że w ciągu około jednego roku wilgotność we wszystkich murach czerpni obniżyła się z około 15% do oczekiwanej poniżej 4%. Umożliwiło to przystąpienie do dalszych prac. W wyniku naszych doświadczeń mogę stwierdzić, że metoda iniekcji krystalicznej całkowicie sprawdziła się w obiekcie Teatru Narodowego w Warszawie.

**Dyrekcja Odbudowy Teatru Narodowego**  
w Warszawie  
inż. Stanisław Krzypkowski



Towarzystwo Opieki nad Zabytkami – Zarząd Główny – Izw. Willa Struwego w Warszawie, osuszona w 1990 r.



Budynek Inżynierii Łądowej Politechniki Krakowskiej w Krakowie osuszony w 1996 r.



Teatr Narodowy w Warszawie – stan z kwietnia 1984 r.



Stan z sierpnia 1998 r.



Klasztor Sióstr Rodziny Maryi  
w Warszawie – widok po osuszeniu  
w 1991 r.



Stan przed osuszeniem

**Dom Generalny ss. Rodziny Maryi  
w Warszawie, ul. Żelazna 87  
– czas trwania prac:  
kwiecień – czerwiec 1991**

(...) Prace osuszające prowadzone były w murach podziemia i przyziemia zabytkowego budynku głównego i dwóch zabytkowych oficyn – lewej i prawej oraz w przyziemiu budynku gospodarczego. Izolację poziomą tą metodą założono w murach o łącznej długości 1020 m. (...) Przed przystąpieniem do prac osuszających wymienione budynki były mocno zawilgocone w granicach od ok. 8% do 16%. W piwnicach huszczyły się wymalowania i tynki, a powietrze nasycone było wilgocią i stęchlizną.

W murach przyziemia do wysokości dwóch metrów powyżej gruntu widoczne były ciemne plamy wilgoci i przebarwienia tynków spowodowane wysoleniami na ich powierzchni. Zjawisku temu towarzyszyły objawy zmuśnienia oraz daleko postępującej korozji wystroju budynków w strefie przyziemia. Szczególnie widoczne to było w murach zewnętrznych budynków klasztornych od strony ulicy Żytniej, Żelaznej i od podwórka w stronie południowej.

Dokonywane w przeszłości reparacje tynków i wymalowań nie starczały na długo. Już po okresie jednego roku, a najdłużej po dwóch latach, ponownie uwidaczniały się poprzednie dolegliwości.

Po wykonanych pracach osuszających metodą iniekcji krystalicznej Pana Wojciecha Nawrota obserwowaliśmy pilnie postępy w osuszaniu murów. Od wyników tych uzależnialiśmy przystąpienie do prac remontowych na elewacjach zewnętrznych i wewnątrz budynku.

Z satysfakcją możemy podać, że praktycznie już po roku wszystkie mury naszego klasztoru osiągnęły obniżony poziom zawilgoconia umożliwiający rozpoczęcie nakładania nowych tynków i świeżych wymalowań na elewacjach zewnętrznych. Aktualnie już drugi rok prowadzimy prace rewaloryzacyjne w klasztorze i mamy świadomość, że ich rozpoczęcie i kontynuacja są możliwe dzięki skuteczności zastosowanej metody osuszania (...).

*Zgromadzenie S. S. Franciszkanek Rodziny Maryi  
s. Anna Miśkowiec*

Sztab generalny WP w Warszawie  
osuszony w 1998 r.



Budynek Sądu Wojewódzkiego w Gdańsku  
osuszony w 1996 r.



Budynek Recepcyjny Szeffa URM  
w Klarysewice osuszony w 1996 r.



Budynek Sądu Apelacyjnego  
w Gdańsku osuszony w 1996/97 r.

**Dom Kultury w Płocku, ul. Tumska 9**  
– termin wykonywania prac: 1992 r.

(...) we wszystkich ścianach fundamentowych budynku (zewnątrznych i wewnętrznych) wykonano izolację poziomą na wysokości około 20 cm nad posadzką piwnicy metodą iniekcji krystalicznej. (...) Stwierdzono, że izolacja pozioma ścian fundamentowych, wykonana metodą iniekcji krystalicznej, spełnia swoje zadania w sposób bardzo dobry: ściany nad izolacją są suche (...).

**Instytut Budownictwa Politechniki Warszawskiej**  
w Płocku  
Dyrektor Instytutu Budownictwa  
dr inż. Marek Kapela

**Obiekt nr 1 SPEDCARGO Co. Ltd w Mszczonowie**  
– czas trwania prac: luty – marzec 1997

(...) Zastosowanie iniekcji krystalicznej do osuszania murów obiektu nr 1 SPEDCARGO Co.Ltd. w Mszczonowie należy uznać za skuteczne, gdyż w okresie około dwóch miesięcy od przeprowadzenia zabiegu iniekcji wyraźnie obniżyło się zawilgocenie murów. Przed przeprowadzeniem zabiegu iniekcji krystalicznej wilgotność względna murów zawierała się w granicach od 6 do 15%, a oznaczona w trakcie przeprowadzania niniejszej oceny zawierała się w granicach 2,9 do 9,5%. Z dostępnych danych o metodzie iniekcji krystalicznej wynika, że proces osuszania murów powinien postępować nadal, aż do osiągnięcia, w okresie około jednego roku od zastosowania iniekcji krystalicznej, wartości wilgotności względnej od 2 do 4% (...).

**Instytut Techniki Budowlanej**  
w Warszawie  
Kierownik Zakładu Badań Strukturalnych  
doc. dr Róża Krzywobłocka-Laurów

Budynek Muzeum Marii Konopnickiej  
w Żarnowcu osuszony w 2002 r.



Budynek Ambasady Watykanu  
w Warszawie osuszony w 2001 r.



Budynek Kierbedzia  
Główniej Biblioteki  
M.St. Warszawy  
osuszony w 1995/97 r.



Wieczernik na Jasnej  
Górze w Częstochowie  
osuszony w 1996 r.



Pałac Królowej Marysiełki  
w Gniewie, osuszony w 1991 r.



Królewska Akademia Hiszpańska  
w Rzymie osuszona w 2005 r.



Kościół w Jasieńcu k/Grójca  
osuszony w 2004 r.



Ratusz w Rawie Mazowieckiej osuszony w 2006 r.

**Zabytkowa synagoga w Tykocinie  
– osuszona w 1991 r.**

Zakład Iniekcji Krystalicznej i Usług Budowlanych w Łomży w roku 1991 wykonał izolację poziomą murów zabytkowej synagogi w Tykocinie. Obiekt ten był mocno zawilgocony, szczególnie w partiach ścian wschodnich i północnych. Izolacji dokonano metodą iniekcji krystalicznej opracowanej przez inż. Nawrota z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

Zakład Iniekcji Krystalicznej i Usług Budowlanych stosował się ściśle do zalecanych reżimów technologicznych jak też w sposób wysoce profesjonalny traktował zabytkową substancję XVII-wiecznego obiektu.

Wykonane prace oceniane są wysoko i Państwowe Muzeum w Białymstoku usatysfakcjonowane jest ze współpracy. (...)

**Państwowe Muzeum w Białymstoku  
Dyrektor Muzeum – mgr Andrzej Lechowski**

Cerkiew w Tomaszowie Lubelskim osuszona w 2005 r.



Cerkiew we Włodawie osuszona w 2005 r.



Ambasada Hiszpańska w Rzymie osuszona w lutym 2005 r.

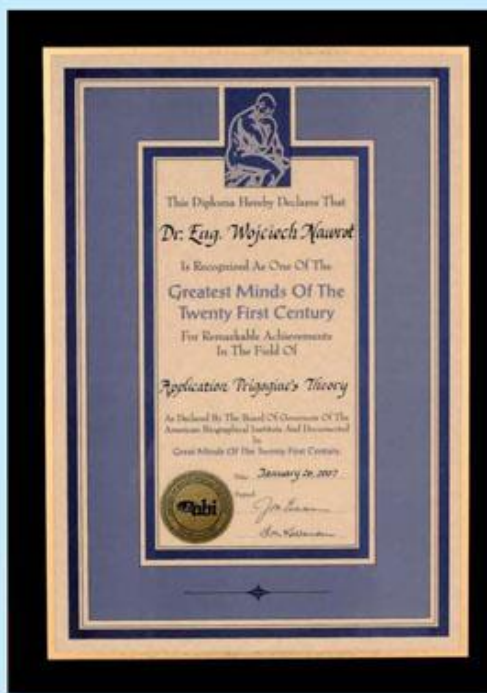
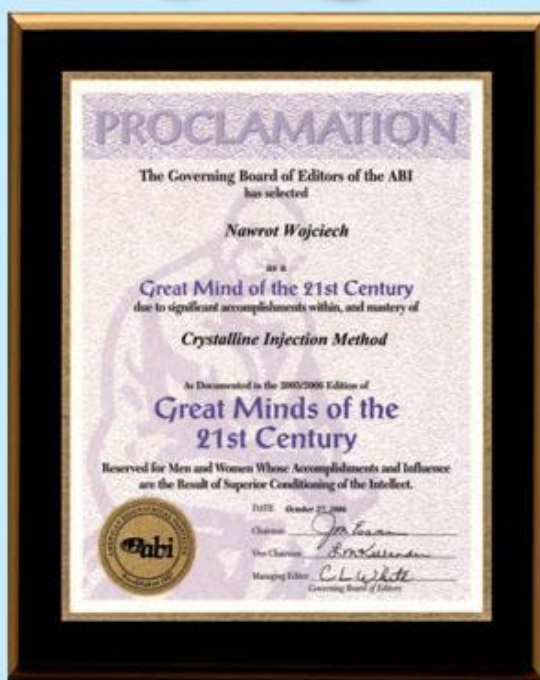
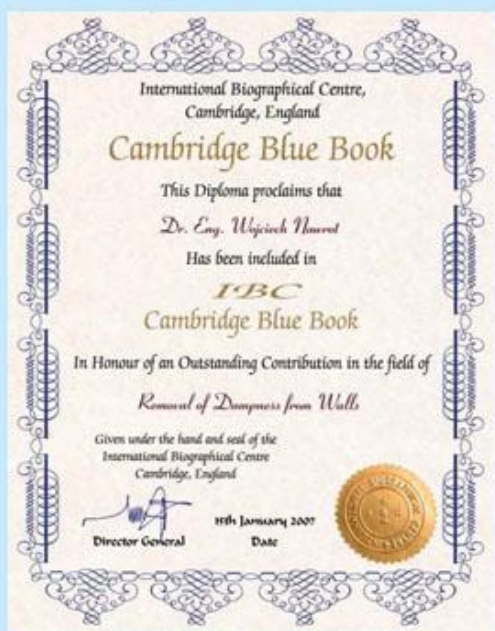


Audytorium Maximum Uniwersytetu Warszawskiego osuszone w 2006 r.



Kościół w Bończy osuszony w 2006 r.

# Najnowsze wyróżnienia



7 złotych medali przyznanych  
na największych  
Światowych Wystawach Wynalazczości



Bruksela '93



Genewa '95



Pittsburgh '96



Pekin '96



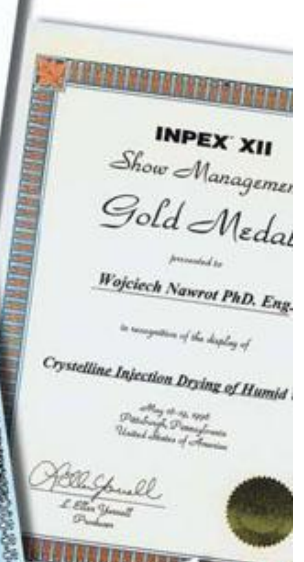
Casablanca '97



Norymberga '97



Moskwa '01



Krzyż Kawalerski  
od króla Belgii

Krzyż Oficerski  
od króla Belgii



# Nagrody i wyróżnienia na świecie

Na 42 Światowej Wystawie Wynalazczości w Brukseli w listopadzie 1993 r. technologia iniekcji krystalicznej reprezentująca polskie wynalazki została nagrodzona złotym medalem ze specjalnym wyróżnieniem jury, medalem burmistrza Brukseli i nagrodą ambasadora RP w Belgii. W roku 1995 technologia iniekcji krystalicznej została zgłoszona do reprezentowania Polski na Światowej Wystawie Własności Intelektualnej w Genewie w Szwajcarii i została wyróżniona złotym medalem. W maju 1996 roku technologia była prezentowana na Światowej Wystawie Wynalazczości w Pittsburgu w USA i została także wyróżniona złotym medalem oraz nagrodą specjalną Rosyjskiej Akademii Nauk.

We wrześniu 1996 roku technologia iniekcji krystalicznej była wystawiana na Światowej Wystawie Wynalazczości w Pekinie w Chinach i tutaj też została nagrodzona w głównym konkursie złotym medalem oraz nagrodą towarzyszącą w postaci złotego medalu i certyfikatu od orga-

nizatorów Światowej Wystawy w Casablance w Maroku – jako najlepszy wynalazek prezentowany na wystawie pekińskiej. W lipcu 1997 r. wynalazek iniekcji krystalicznej przedstawiono na Światowej Wystawie Wynalazczości w Casablance w Maroku i tam również został nagrodzony złotym medalem z wyróżnieniem. W listopadzie 1997 r. wynalazek był wystawiony na Światowej Wystawie Wynalazczości w Norymberdze w Niemczech i także został uhonorowany złotym medalem. W lutym 2001 r. wynalazek był prezentowany na światowej Wystawie Wynalazczości w Moskwie i został wyróżniony także złotym medalem.

W sumie wynalazek iniekcji krystalicznej został nagrodzony siedmioma złotymi medalami na wszystkich światowych wystawach wynalazczości. Ten swój rekord został zauważony przez Światową Organizację Wynalazców i na jej wniosek autor technologii został odznaczony przez króla Belgii Krzyżem Kawalerskim w 1997 r., a następnie Krzyżem Oficerskim w 2001 r.



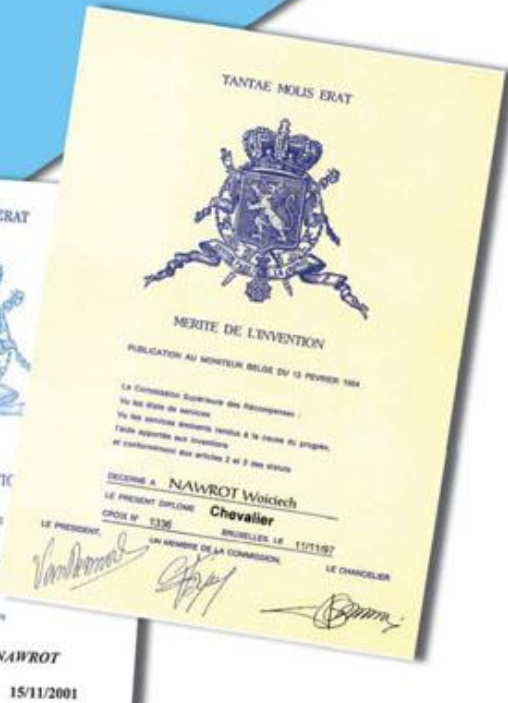
Medal Organizatorów Światowej Wystawy w Casablance '96



Medal Rosyjskiej Akademii Nauk '96



Medal Burmistrza Brukseli '93



medal  
Cztery Wiek Stołeczności  
Warszawy



medal  
od ministra kultury i sztuki



## Nagrody i wyróżnienia w Polsce



Polski Krzyż  
Kawalerski '99

Licznym nagrodom międzynarodowym towarzyszą także liczne wyróżnienia krajowe od ministra kultury i sztuki, przewodniczącego KBN, ministra przemysłu i handlu oraz ministra obrony narodowej. Ostatnio autor technologii otrzymał od prezydenta Warszawy medal – Cztery Wiek Stołeczności Warszawy oraz od Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów medal Marii Curie-Skłodowskiej. Ponadto autorowi iniekcji krystalicznej został nadany, w wyniku plebiscytu, tytuł Wynalazcy Roku Wojska Polskiego.



W dniu 9 marca 2000 r. w siedzibie „Media Corporation” w Warszawie, Przewodniczący Komitetu Badań Naukowych prof. Andrzej Wiszniewski wręczył po raz pierwszy nagrody PROTONA wynalazcom, których wynalazki, jak powiedział, sprawdziły się społecznie w praktyce i reprezentują dobrą naukę bez rozróżniania na podstawową czy stosowaną. Wśród dziesięciu osiągnięć wyróżnionych przez Radę Naukową Programu Telewizyjnego PROTON, znalazł się wynalazek „iniekcji krystalicznej” osuszania budowli – autorstwa Wojciecha Nawrota z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.



# Metoda iniekcji krystalicznej



Osuszanie budowli z wilgoci podciąganej z gruntu na skutek braku izolacji poziomej w budynkach niepodpiwniczonych oraz braku izolacji zarówno poziomej, jak i pionowej w budynkach podpiwniczonych pozostaje najważniejszym problemem technicznym podczas prac remontowych obiektów budowlanych. Ogromne nasilenie tych problemów wystąpiło w Polsce na obszarach objętych powodzią 1997 r.

Pomocne przy osuszaniu budowli okazało się rozwiązanie dr Wojciecha Nawrota z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Wynalazek, wielokrotnie nagradzany na najważniejszych światowych wystawach wynalazczości, dotyczy właśnie metody osuszania budowli, które uległy zawilgoceniu wskutek podciągania kapilarnego wód gruntowych. Zgodnie z istotą rozwiązania warstwa izolacyjna pozioma i pionowa tworzy się przez krystalizację nierozpuszczalnych w wodzie minerałów w porach i kapilarach materiału budowlanego.

Technologia iniekcji krystalicznej ma wiele zalet – jest zdecydowanie najtańszą technologią osuszania budowli stosowaną w Polsce, jest ekologiczna, bardzo prosta w stosowaniu, do wytwarzania blokady przeciwwilgociowej stosuje mineralne preparaty całkowicie wytwarzane w Polsce i z polskich surowców, daje tym lepsze efekty, im bardziej mur jest zawilgocony. Dlatego też przed iniekcją dodatkowo nawilża się otwory iniekcyjne w murze. Wytworzona blokada przeciwwilgociowa typu mineralnego, wykorzystująca do tego celu unikalne zjawisko samoorganizacji kryształów, jest praktycznie bezterminowo trwała.

Technologię iniekcji krystalicznej można stosować do wytwarzania izolacji przeciwwilgociowej poziomej i pionowej od wnętrza obiektów bez odkopywania murów zewnętrznych. Można ją stosować do osuszania zawilgoconych obiektów bez względu na rodzaj materiału użytego do budowy murów oraz bez względu na ich grubość i stopień zawilgocenia i zasolenia.

Przeciwwilgociową izolację poziomą metodą iniekcji krystalicznej wykonuje się w następujący sposób:

1. Wiercenie otworów iniekcyjnych w murze wykonuje się w jednej linii na wybranym poziomie, równoległe do poziomu posadzki w podpiwniczeniu lub przyziemiu w zależności od tego, czy budynek jest podpiwniczony, czy też nie.

Otwory o średnicy 20 mm wykonuje się przy użyciu młotów udarowo-obrotowych w odstępach co 10-15 cm w zależności od stanu zasolenia murów.

2. Przygotowane otwory iniekcyjne nawilża się przed wprowadzeniem środka iniekcyjnego wodą – przez skierowanie do otworu strumienia wody około 0,5 l, który poza nawilżaniem wypłukuje z otworów wiercnicę stanowiącą przeszkodę w penetracji środka iniekcyjnego. Wodę do otworów można skierować z urządzenia iniekcyjnego pod ciśnieniem.

3. W przygotowane otwory iniekcyjne wprowadza się grawitacyjnie, po około 30 min. od nawilżenia, świeżo przygotowany środek iniekcyjny, składający się z cementu portlandzkiego, aktywatora krzemianowego i wody w odpowiednich proporcjach wagowych. Mieszanina ta w czasie iniekcji powinna mieć konsystencję łatwo samopoziomują-

cą się w naczyniu i łatwo wylewającą się z naczynia przez otwór o średnicy 2 cm, ilość wprowadzonego grawitacyjnie środka iniekcyjnego równa się objętościowi pojemności otworu iniekcyjnego. Środek iniekcyjny w tej technologii jest jednocześnie środkiem zaślepiającym (flekującym) otwory. Otwory po iniekcji można dodatkowo zaślepić przy wylocie otworu, przy użyciu szpachelki, tym samym środkiem iniekcyjnym, lecz o gęstszej konsystencji.

4. Mieszaninę iniekcijną przygotowuje się bezpośrednio przed jej użyciem i należy ją zastosować w ciągu 30 min. od czasu dodania wody do składników mieszanki.

Przeciwwilgociową izolację pionową wykonuje się podobnie. Otwory iniekcyjne wierce się w identyczny sposób jak w przypadku izolacji poziomej, różnica polega jedynie na rozmieszczeniu otworów na płaszczyźnie izolowanej ściany od środka budynku. Płaszczyznę muru zewnętrznego nawierca się siatką otworów iniekcyjnych w odległościach w rzędzie i pionie co 20 cm. W wyjątkowych sytuacjach zasolenia muru otwory należy wierceć w odstępach co 15 cm.

Aktywator do mieszaniny iniekcyjnej przygotowuje autor patentu iniekcji krystalicznej. Skład samego aktywatora uzależniony jest od rodzaju materiału osuszanego muru oraz jego zasolenia.

W okresie od lipca 1987 r. osuszonych zostało w kraju i za granicą ponad 14 tysięcy obiektów. Na licencji iniekcji krystalicznej pracuje 217 polskich firm oraz 20 zachodnioeuropejskich. Prace osuszające metodą iniekcji krystalicznej wykonano między innymi w Teatrze Narodowym w Warszawie, domu urodzenia Chopina w Żelazowej Woli, Katedrze Polowej Wojska Polskiego, Wieczerniku na Jasnej Górze, budynku Dowództwa Marynarki Wojennej w Gdyni.

Technologia iniekcji krystalicznej została nagrodzona siedmioma złotymi medalami na światowych wystawach wynalazczości w Brukseli, Genewie, Pittsburghu, Pekinie, Casablance oraz w Norymberdze i Moskwie. Ten swoisty rekord został zauważony przez Światową Organizację Wynalazców i na jej wniosek autor technologii został odznaczony przez króla Belgów Krzyżem Kawalerskim, w dniu święta narodowego Polski 11 listopada 1997 r. w Brukseli i Krzyżem Oficerskim w 2001 r.

Licznym nagrodom międzynarodowym towarzyszą także wyróżnienia krajowe: Ministra Kultury i Sztuki, przewodniczącego Komitetu Badań Naukowych, Ministra Obrony Narodowej oraz Prezydenta Warszawy – medal Cztery Wiekі Stołeczności Warszawy.

W 2006 r. American Biographical Institute U.S. wybrał dr. inż. Wojciecha Nawrota „Człowiekiem Roku 2006” (Man of the Year 2006). W tym samym roku 2006 International Biographical Centre, Cambridge, England, zakwalifikował osiągnięcia autora iniekcji krystalicznej do wpisu do księgi zasług „Cambridge Blue Book 2005/2006”.





Dehumidification of buildings and the lack of vertical and horizontal insulation in buildings with basements have always been the most important technological problems during renovation work. These problems have become even more ailing after last year's floods.

The method of buildings' dehumidification, worked out by PhD Wojciech Nawrot from the Military Academy of Technology in Warszawa is very useful in solving the problem. The invention, winner of numerous awards

at the world's most important exhibitions of inventions, precisely concerns the dehumidification of buildings, which got damp when ground waters went up. Wojciech Nawrot's solution boils down to the creation of vertical and horizontal insulation by injecting, into the building material (brickwork), water-insoluble crystallised minerals.

This technology has a number of strong points - it is the cheapest technology of building dehumidification in Poland, is ecology-oriented, the insulation can be made of mineral preparations made in

Poland and from Polish substances. And the damper the brickwork is, the more efficient the method proves to be. That is why injection openings in the brickwork are additionally humidified before injection. The blockade made this way is long lasting one as is based on the unique in the nature phenomena of self-organisation of crystals.

The technology can be used to make vertical and horizontal insulation from the inside of the buildings without disclosing external brickwork. It can be used to the dehumidification of any type of brickwork, irrespective of their width, and degree of humidity and salinity.

Following is the way of preparing horizontal insulation:

1. Injection openings are drilled horizontally at the same level of the brickwork in parallel to the level of the floor in the basement, irrespective of whether the building has the basement or not. 20-millimetre-diameter openings are made by percussive-rotary hammers in the distance ranging between 10-15 centimetres, depending on the degree of salinity.

2. Injection openings prepared this way are damped with water containing the injection agent with 0.5 litre-water-stream under pressure, which, apart from additionally wetting the opening, removes any obstacles from the way of the injection agent.

3. About 30 minutes after the wetting of the openings, injection agent consisting of respective proportions of Portland cement, silicate activator and water, is introduced gravitationally. During the injection, the mixture should easily pour out by a 2 centimetre-diameter opening. In this technology, the injection agent is at the same time the agent blanking the openings. After the injection, the openings can be additionally blanked with the same, but denser, injection agent.

4. The injection mixture should be prepared directly before its use and used within 30 minutes after adding water to the mixture components.

Vertical insulation is made in the same way. Injection openings are made in the way they were made in the case of horizontal insulation. The difference consists in the spacing of openings inside the building. In the external wall, openings are made horizontally and vertically each 20 centimetres. In cases of exceptionally high degree of salinity, the openings should be made each 15 centimetres.

The author of the patent PhD Wojciech Nawrot prepares the activator for the injection mixture. The composition of the activator depends on the type of material of which the brickwork is made and the degree of salinity.

Since July 1987 over 14 thousand buildings have been dehumidified in Poland and abroad. 217 home and 20 western-European firms have used the license of crystalline injection.

The method helped to restore the National Theatre in Warszawa, F. Chopin house in Żelazowa Wola, the Field Cathedral of the Polish Army, Last Supper Chapel at Jasna Góra Holly Mary Shrine and the headquarters of the Polish Navy in Gdynia.

The technology won six gold medals at innovations exhibitions in Brussels, Geneva, Pittsburgh, Beijing, Casablanca, and Nuremberg. This fact was noticed by the World Organisation of Inventors and, following its motion, the author of the technology was awarded with the Commander's Cross. The ceremony took place in Brussels on November 11, 1997, which marks Poland's national day.

Polish honourable accompanies numerous foreign awards mentions: that of minister of culture and arts, chairman of the Committee for Scientific Research and that granted by the president of Warszawa - the medal of marking the four hundredth anniversary of Warszawa.

In 2006 the American Biographical Institute in the USA selected Dr. Eng. Wojciech Nawrot "Man of the Year 2006".

In the same year the International Biographical Centre Cambridge, England, nominated the author of the "crystalline injection method" to the "Cambridge Blue Book 2005/2006".



Die Beseitigung der in die Mauerwerke nach dem Kapillarprinzip eindringenden Grundfeuchtigkeit, was auf das Fehlen der waagerechter Isolation in nicht unterkellerten Gebäuden und der waage- und senkrechten Isolation in unterkellerten Gebäuden zurückzuführen ist, bleibt das wichtigste technische Problem bei der Renovierung von Bauobjekten. Besonders stark ist dieses Problem auf Landesgebieten hervorgetreten, die 1997 durch Überschwemmungen heimgesucht wurden.

Eine Abhilfe bei der Trocknung von Bauwerken bietet die Lösung von Dr. Wojciech Nawrot von der Technischen Militärakademie in Warszawa. Diese auf den wichtigsten Weltausstellungen für Innovationen mehrmals ausgezeichnete Erfindung betrifft genau dieses Problem. Ihr Wesen besteht in der Bildung einer Isolierschicht durch Kristallisierung wasserunlöslicher Mineralien in den Poren und Kapillaren des Baumaterials.

Das Kristallinjektionsverfahren hat mehrere Vorteile: es ist zweifellos die preiswerteste Methode der Mauertrocknung, die in Polen angewandt wird, umweltfreundlich und sehr einfach in Anwendung. Sie basiert auf Mineralpräparaten, die hierzulande aus hiesigen Rohstoffen hergestellt werden, und bringt um so bessere Effekte, je feuchter die Mauer ist. Deshalb werden unmittelbar vor der Einspritzung des Mittels die Injektionsöffnungen in der Mauer zusätzlich befeuchtet. Die auf diese Weise gebildete mineralische Feuchtigkeitssperre ist praktisch zeitlich unbegrenzt haltbar; der Bildung dieser Sperre liegt die seltsame Erscheinung der Selbstorganisation der Kristalle zugrunde.

Das Kristallinjektionsverfahren kann man zur Bildung senk- und waagerechter Isolierschichten von der Innenseite der Gebäude verwenden, ohne die Außenmauern freiräumen zu müssen. Es ist für alle Objekte geeignet, unabhängig von der Art des Baumaterials, der Mauerstärke, dem Feuchtigkeits- und dem Versalzungsgrad.

Waagerechte Isolierschichten stellt man folgendermaßen her:

2. Vor der Einspritzung des Injektionsmittels werden die Injektionsöffnungen mit Wasser befeuchtet. Zu diesem Zweck richtet man in die Öffnung einen Wasserstrahl, der außer Befeuchtung die nach der Bohrung gebliebenen Reste des Mauermaterials wegspült, die die Penetration des Injektionsmittels verhindern könnten. Das Wasser kann von einer Injektionspumpe unter Druck eingespritzt werden.

3. Nach etwa 30 Minuten nach der Befeuchtung wird in die Öffnungen das Injektionsmittel gravitativ eingeführt. Das Mittel besteht aus Portlandzement, einem Siliziumaktivator und Wasser in entsprechenden Proportionen. Während der Injektion soll diese Mischung eine Konsistenz haben, die Selbstnivellierung ermöglicht, und sich aus dem Gefäß in Loch von 2 cm Durchmesser leicht einfüllen lassen. Die einzuführende Menge entspricht jeweils dem Fassungsvermögen der Öffnung. In diesem Verfahren dient das Injektionsmittel zugleich zur Schließung der Öffnungen. Nach der Injektion kann man die Öffnungen zusätzlich abschließen, und zwar mit demselben Mittel, jedoch mit dichterem Konsistenz.

4. Die Injektionsmischung wird direkt vor dem Gebrauch zubereitet; die Bearbeitungszeit beträgt 30 Minuten nach Wasserzugabe.

Die vertikale Isolation wird ähnlich ausgeführt. Die Injektionsöffnungen bohrt man auf gleiche Weise wie bei der waagerechten Isolation; der Unterschied besteht darin, daß die Öffnungen auf der Höhe der zu isolierenden Wand verteilt werden. In der Außenmauer wird ein Netz von Öffnungen in Abständen von 20 cm vertikal und horizontal gebohrt. Bei einer überdurchschnittlich großen Versalzung der Mauer sollen die Abstände 15 cm betragen.

Den Aktivator für die Injektionsmischung bereitet der Autor des Patents Dr. Wojciech Nawrot zu. Die Zusammensetzung des Aktivators hängt von der Mauermaterial und -versalzung ab.

Seit Juli 1987 wurden in Polen und im Ausland mehr als 14 000 Objekte getrocknet. Auf Grund von Patenlizenzen arbeiten 217 polnische und 20 ausländische Firmen. Das Verfahren wurde u.a. im Nationaltheater in Warszawa, dem Geburtshaus Chopins in Żelazowa Wola, der Feldkathedrale der polnischen Armee und dem Gebäude des Oberkommandos der Kriegsmarine in Gdynia eingesetzt.

Die Kristallinjektionsmethode wurde auf den Weltausstellungen für Erfindungen in Brüssel, Genf, Pittsburg, Peking, Casablanca und Nürnberg mit sechs Goldmedaillen ausgezeichnet. Die Weltorganisation der Erfinder hat diese Bestleistung wahrgenommen; auf ihren Antrag wurde der Autor des Verfahrens vom König der Belgier mit einem Ritterkreuz dekoriert. Die Feierlichkeit fand am polnischen Nationalfeiertag am 11. November 1997 in Brüssel statt.

Unabhängig von den zahlreichen internationalen Auszeichnungen sind dem Schöpfer einheimische Preise zuerkannt worden: des Ministers für Kultur und Kunst, des Vorsitzenden des Komitees für Wissenschaftliche Forschungen, des Verteidigungsministers und des Präsidenten von Warschau (die Medaille zum 400. Jahrestag der Hauptstadt Warszawa).

Im Jahre 2006 hat das American Biographical Institute U.S.A. den Herrn Dr. Ing. Wojciech Nawrot zum "Mann des Jahres" ernannt.

Im selben Jahr 2006 hat das International Biographical Center Cambridge, England den Autoren der Kristallinjektion, Herrn Dr. Ing. Wojciech Nawrot in das Weltverdienstbuch "Cambridge BlueBook 2005/2006" aufgenommen.

