

**Wojciech Nawrot**  
**Wojskowa Akademia Techniczna**  
**czł. zwycz. Akademii Inżynierskiej w Polsce**

## **Porównanie skuteczności nowoczesnych metod osuszania budowli z wilgoci gruntowej.**

Skuteczność techniczna osuszania budowli z wilgoci podciąganej kapilarnie z gruntu to tylko jedna część oceny stosowanych metod. Zanim przejdę do opisu technicznej sprawności technologii osuszeniowych chciałbym przybliżyć pewne aspekty prawne, które w ostatnich latach odegrały ogromną rolę w ocenie społecznej poszczególnych technologii osuszeniowych i nie respektowanie ich mocno ciążyło na rynkowym zapotrzebowaniu na ich usługi, były też przypadki celowego niezauważania zmian prawnych w celu dyskryminowania niektórych technologii. Pierwszym aktem prawnym zmieniającym utartą praktykę budowlaną było wejście w życie nowej ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz. U. Nr.89 poz.414) według której po 12 stycznia 1995r. nie są wydawane świadectwa dopuszczenia. Dokumentami dopuszczającymi wyroby budowlane do obrotu i stosowania w budownictwie są zgodnie z art.10 w/w ustawy:

- certyfikaty na znak bezpieczeństwa (lista wyrobów podlegających tej certyfikacji jest opublikowana w Monitorze Polskim 39 z 1994r., poz. 335, lub
- deklaracje zgodności albo certyfikaty zgodności z Polską Normą lub Aprobata Techniczną, jeżeli wyroby nie podlegają certyfikacji na znak bezpieczeństwa

Dla nowych wyrobów budowlanych nie objętych Polskimi Normami wydawane są Aprobaty Techniczne w trybie określonym w rozporządzeniu Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z 19 grudnia 1995r. (Dz. U. Nr.10 z 1995r., poz.48). W/w rozporządzenie obowiązuje od 22 lutego 1995r. i zgodnie z jego postanowieniami Aprobaty Techniczne wydawane są tylko dla wyrobów budowlanych. Nie ma w związku z tym podstaw formalno-prawnych do wydawania Aprobat Technicznych dla metod wykorzystywania robót budowlanych, w tym również dla nowych metod osuszeniowych.

W poz.48 rozdz.3§8 ustala się, że aprobacji przez wytypowane jednostki uprawnione podlegają tylko wyroby budowlane będące w wolnym obrocie towarowym. Natomiast nie podlegają aprobacji wyroby stosowane indywidualnie nie będące w wolnym obrocie towarowym.

Ten ostatni przypadek doprecyzowuje Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 1998r.: Dz. U. Nr.107 poz.679 Rozdz.2§4 u.1 i 2 „w sprawie aprobac i kryteriów technicznych oraz jednostkowego stosowania wyrobów budowlanych”.

Kolejnym bardzo ważnym aktem prawnym mającym bardzo duży wpływ na ocenę, tym razem toksykologiczną metod osuszeniowych ma Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996r. (Monitor Polski Nr.19 poz.231) w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. W Zarządzeniu tym w Załączniku Nr.2 podane jest w poz.4, że „nie dopuszczalna jest zawartość w płynach iniekcyjnych do osuszania murów lotnych węglowodorów alifatycznych i aromatycznych lub ich chlorowcopochodnych”. Zarządzenie to weszło w życie 1 rok po jego ogłoszeniu to jest 12 marca 1997r.. W tym miejscu dodam, że wiele technologii osuszeniowych w Polsce znalazło się w bardzo trudnej sytuacji łącznie z zakazem stosowania. Zarządzenie to jest pokątnie łamane przez wykonawców stosujących insekty w postaci żywic silikonowych rozpuszczalnych w zakazanych prawem rozpuszczalnikach.

I wreszcie Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 marca 2004r. (Dz. U. Nr.92/2004 poz.881) i rozporządzenie wykonawcze do tej ustawy określają w art.9 ust.1: aprobaty techniczne mogą być wydawane dla wyrobów objętych mandatami udzielonymi przez Komisję Europejską na opracowanie europejskich norm zharmonizowanych lub wytycznych Europejskich Aprobatach Technicznych (wykaz mandatów zamieszczony jest w obwieszczeniu Ministra Infrastruktury z dnia 5 lipca 2004r. – Monitor Polski Nr.32/2004, poz.571).

Metody te nie obejmują środków iniekcyjnych stosowanych w metodach osuszenia budowli z wilgoci podciąganej kapilarnie.

W związku z tym Aprobata Techniczna dla tego rodzaju wyrobów, zgodnie z obowiązującymi przepisami, nie jest wymagana.

W świetle oczekiwań na badania porównawcze metod osuszających, czy każdego innych technologii, trzeba wiedzieć, że stosowane technologie nie można badać z pominięciem podstawowych procedur. Naczelna z nich to zgoda autora czy właściciela danej technologii na badania przez podmiot czy osobę chcącą przeprowadzić takie badania. Jest to potrzebne choćby dla uzyskania niezbędnej wiedzy o badanej technologii i otrzymania uwiarygodnionych próbek materiałów do badań laboratoryjnych. Badania poligonowe muszą być poprzedzone również zgodą wykonawcy tych prac i właściciela osuszonego obiektu. Pomijanie tych procedur w przeszłości przez niektórych badaczy a szczególnie obrońców własnych technologii przed konkurencją innych technologii – źle przysłużyło się sprawie obiektywnej oceny. O skutkach takich zachowań i pomijaniu elementarnych procedur w podejmowaniu badań oceniających pisałem w mojej publikacji: „O skuteczności (lub nie) metod osuszeniowych” zamieszczonej w Renowacjach Nr.3/2001 str.82-83.

### Kryteria techniczne

Różni autorzy zajmujący się problematyką porównań skuteczności metod osuszeniowych posługują się bardzo często jednostronną wiedzą podręcznikową, z natury rzeczy dość ogólną i znacznie opóźnioną w stosunku do nowości, które pojawiają się w publikacjach czy referatach wygłaszanych przez specjalistów przed poważnymi gremiami krajowymi czy międzynarodowymi. Intencją tego wywodu jest zaprezentowanie poglądu, że wiele opinii porównawczych prezentowanych jest na podstawie splotu argumentacji merytorycznej pozwalającej na manipulowanie oceną. Jeśli doda się do tego własną interesowność w postaci wykazania wyższości własnej technologii nad konkurencyjną to badacze tacy zbyt łatwo wpisują się w znaną maksymę „cel uświęca środki”. Literatura z tego zakresu dostarcza wiele dowodów na takie podejście nie mające nic wspólnego z obiektywną oceną i nazywana jest terminem „urynkowanie nauki”.

W celu odwrócenia tego trendu i skierowanie go na kryteria parametryczne oceny, pozwolę sobie ten trudny temat przedstawić z uwzględnieniem mojej wiedzy na ten temat zaprezentowanej w wygłoszonym referacie na Sympozjum „Healthy building” w 1995r. w Mediolanie we Włoszech.

Wygłoszenie mojego referatu pt. „Crystalline injection method for driving dampness off building walls” było prezentacją moich odkryć zmieniających dotychczasowe poglądy na znane nam przyczyny zawilgocenia murów na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu. Orientacyjna wysokość podciągania wody z gruntu przez mury budowli zabytkowych wynosi około 4m. nad poziom gruntu, dodam, że jest to dość typowy obraz tego zjawiska w budownictwie.

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 – opisane już dokładnie znanymi nam wszystkim

wzorami fenomologicznymi, w których specyficzna budowa kapilar i ich promień decydują o wysokości podciągania wody przez dany materiał budowlany, z którego wykonana jest budowla.

Prowadzone przeze mnie kilkunastoletnie badania w skali laboratoryjnej i na doświadczalnych murkach – wykazują, że wilgoć może być podciągana kapilarnie w warunkach jednakowej temperatury gruntu, wody i muru, tylko do wysokości nie większej niż 50-100 cm.

Jednakże 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 doby.

W wyniku tych różnic temperatur np. w zimie grunt jest cieplejszy (ma wyższą temperaturę) niż mur powyżej poziomu gruntu, w lecie jest na ogół odwrotnie, powstają w murze specyficzne różnice potencjałów między strefa fundamentów i murem ponad gruntem i między tymi strefami będącymi termoogniwami przepływa prąd elektryczny, powodujący określone skutki w zakresie ruchu wody w kapilarach.

Jest w tym zjawisku pewna analogia do drzew, w których w okresie lata soki podciągane są do wysokości ich koron a w zimie samoczynnie spływają do korzeni – czyli w kierunku gruntu, który w okresie zimy ma wyższą temperaturę niż część nadziemna drzewa.

Moim zdaniem właśnie te warunki temperaturowe i elektryczne powodują, że znane nam wszystkim typowe zjawisko podciągania kapilarnego, ma tylko maksymalnie 20% wpływ na wysokość podciągania wody w murach. Pozostałe 80% podciągania związane jest ze zjawiskiem różnic temperaturowych i powstających termoogniw w murach. W wyniku przepływu prądów elektrycznych rzędu ok. 30mA zachodzą w murach nieprzerwane procesy elektrolizy cieczy kapilarnych i rozpuszczonych w nich soli nieorganicznych. Produkty elektrolizy w postaci gazów – jako lżejsze – dyfundują w górne partie murów i na skutek wytwarzanego podciśnienia, podciągają w górne partie wodę w kapilarach do wysokości nawet sześciu metrów.

Wynikiem elektrolizy jest także zakwaszenie murów w strefie anody (przy fundamentach) tam bowiem wytwarzane są gazy typu  $Cl_2$  i  $SO_4$ . Gazy te dyfundują w górne partie murów i powodują zmianę odczynu cieczy kapilarnych z alkalicznego na kwaśny. Powoduje to dodatkowy ruch cieczy kapilarnych w górę, bowiem woda w tych zmienionych warunkach kwasowości uzyskuje w kapilarach ładunek ujemny.

Według moich spostrzeżeń, w warunkach naturalnych posadowienia budowli układ anoda w strefie fundamentów i katoda w części nadziemnej funkcjonuje tylko wtedy, gdy temperatura gruntu jest niższa niż powietrza w atmosferze i gdy ciecze mają odczyn alkaliczny.

W pozostałych przypadkach układ zostaje zakłócony i wówczas od 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 spełnić warunek wodoszczelności i dlatego tyle jest z nimi kłopotu w praktyce budowlanej.

Kryterium wodoszczelności i gazoszczelności i izolacji elektrycznej spełnia metoda Iniekcji Krystalicznej®, wykorzystująca do wytworzenia przepony przeciwwilgociowej w murach unikalne zjawisko samoorganizacji kryształów w kapilarach materiałów budowlanych.

### Wymagania techniczne dla metod osuszeniowych

Sytuacja rynkowa sprecyzowała swoje wymagania co do oczekiwań od technologii osuszeniowych. Duża wilgotność muru nie może być ograniczeniem dla penetracji środków

iniekcyjnych do blokady przeciwwilgociowej, to jest zwiększenie wilgotności nie może zmniejszać promienia penetracji. Środki iniekcyjne nie mogą być toksyczne a trwałość wytworzonej blokady musi być o wiele dłuższa niż w przypadku iniektów silikonowych. Ponadto technologia nie może szkodzić zabezpieczanemu murowi ani chemicznie ani fizycznie. Nie może też zasolenie murów wpłynąć na zmianę efektywności technicznej zastosowanej metody.

W omawianiu tej kwestii pomijam celowo metody mechaniczne osuszenia murów, które ze względu na swoje niszczące działanie i ograniczenia w stosowaniu stanowią mniejsze zastosowanie na rynku usług w tym zakresie.

Próbę zmierzenia się z eliminacją wad metod iniekcyjnych, o których pisałem wyżej, jest pomysł stosowania iniektów blokujących wilgoć pod ciśnieniem, przez tzw. pakery. Oczywiście te sposoby nie eliminują wad samego środka iniekcyjnego i podlegają tym samym ograniczeniom jak wyżej opisane, lecz samo ciśnienie nie zwiększa w sposób zadowalający promienia penetracji iniektu. To że zużywa się go więcej niż podczas stosowania metodą grawitacyjną, nie jest wystarczającym dowodem na zwiększenie penetracji w kapilarach odpowiedzialnych za kapilarne podciąganie wody. Zwiększenie użycia środka iniekcyjnego, w tym i całej palety stosowanych ostatnio mikro-emulsji silikonowych, wynika z faktu, że iniekt pakowany jest w grubsze kapilary i pory i tak nie biorące udziału w transporcie wilgoci oraz w szczeliny i rozwarstwienia murów. Tym ograniczeniom podlega także metoda parafinowa stosująca pod ciśnieniem rozgrzaną do temperatury 160°C parafinę lub wosk często w połączeniu ze wstępnym podgrzaniem muru w celu usunięcia nadmiaru wilgoci z przestrzeni iniektowanej. O metodzie tej stara się dobrze pisać tylko jej autor z ATR z Olsztyna. Krytyka tej metody pod wieloma aspektami zawarta jest w książce niemieckiego autora Franka Frosnela. Mnie też nie udało się stwierdzić pozytywnych rezultatów tej technologii.

W tym miejscu pojawia się pytanie, czy istnieje na rynku lub w programach rozwojowych, technologia osuszeniowa, która byłaby w stanie sprostać oczekiwaniom rynku budowlanego i konserwatorskiego eliminująca w części lub w dużej mierze wady wyżej opisanych metod osuszeniowych?

Jakie to były problemy? W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku w Polsce w tym i w Europie stosowana była technologia iniekcyjna angielskiego autora Patera Cox'a, zwana chemicznym procesem impregnacji murów. Iniekt w postaci silikonianu sodowego (PCM-8) w wodnym roztworze był podawany grawitacyjnie w wywiercone otwory w murze przez system zbiorniczków zamontowanych w otworach osuszanego muru. Słabość tej technologii polegała na ograniczonej penetracji środka iniekcyjnego w zbyt mocno zawilgoconych murach. Powyżej 8-9% wilgotności promień penetracji na tyle się zmniejszał, że czynił metodę nieskuteczną w takich przypadkach. Trzeba dodać, że uciążliwa dla murów wilgotność zaczyna się powyżej tej granicy.

W moich publikacjach oraz na licznych konferencjach naukowych w kraju i za granicą przedstawiane były wielokrotnie na czytelnym diagramie przyczyny ograniczonej skuteczności wielu rozwiązań impregnujących w tym i metody angielskiej. Z diagramu tego jasno też wynikały kierunki rozwojowe dla metod osuszeniowych, wytwarzających w zawilgoconych murach bariery przeciwwilgociowe.

W tym czasie w technice obserwuje się kryzys metod elektroosmotycznych, których zawodność jest już powszechnie dostrzegana. Szczególnie porażające są przykłady zwiększonego zawilgocenia murów zaledwie kilka lat od zainstalowania systemu elektroosmotycznego.

Wbrew logice i uzyskiwanym wynikom środowisko konserwatorskie w Polsce preferowało w tym czasie i w latach następnych tą technologię, w pracach konserwatorskich aż do czasu samooceny, kiedy uznano, że należy skończyć ze stosowaniem tej technologii.

Nic to nowego, gdy H Massari znacznie wcześniej, bo 20 lat temu zdyskredytował metodę elektroosmotyczną wraz z metodą Knapera. Jako generalny konserwator Włoch kazał wyrzucić te metody z Włoch.

Aby uwzględnić ograniczenia metod iniekcyjnych w mocno zawilgoconych i nadmierne zasolonych murach, w Polsce w Politechnice Warszawskiej powstała koncepcja połączenia metod iniekcyjnych i elektroosmotycznych w jedną technologię. Tak zrealizowała się metoda elektroosmozy z hydrofobizacją i jej rozwojowe wersje w postaci metody elektroiniekcyjnej i metody elektroiniekcji dynamicznej. Metody te stawały się coraz droższe w stosowaniu ale i jak pokazała praktyka budowlana ich skuteczność techniczna była często loterią pomiędzy zaletami teoretycznymi a praktyką wykonawczą. Ocena tych metod znalazła się w publikacjach różnych autorów polskich.

Ostatecznej oceny tej grupie metod dokonały oceny toksykologiczne stosowanych środków iniekcyjnych. Podobny los oceny higienicznej dotknął także następczyni tych metod a mianowicie metody termoiniekcyjnej. A stało się to dnia 12 marca 1996r. (6), w którym nastąpił całkowity zakaz stosowania lotnych benzyn w płynach iniekcyjnych do osuszania murów budynków. Skończył się tym samym okres epidemii toksykologicznych z tego powodu i ustały dwuznaczne sytuacje co do szkodliwości stosowanych środków iniekcyjnych tego rodzaju w przeszłości i aktualnie.

Tak więc problemy stosowania coraz droższych sposobów podsuszania strefy murów przed iniekcją środków blokujących wilgoć a następnie wtórne problemy związane z toksycznością stosowanych iniektów sprawiły łącznie, że rynek skurczył się dla tego typu technologii w bardzo znaczący sposób do eliminacji niektórych z nich włącznie.

Obrońcy tych metod nie wiele zdziałali bowiem rynek dokonał oceny niekorzystnej. Autorowi artykułu niezręcznie jest pisać o własnej technologii Iniekcji Krystalicznej® - wykorzystującej do blokady przeciwwilgociowej unikalne zjawisko samoorganizacji kryształów, ale ze względu na liczne weryfikacje międzynarodowe w postaci siedmiu złotych medali z wyróżnieniem na Kontynentalnych Wystawach Wynalazczości, tysiące zastosowań i ostatnie wielkie wyróżnienie w postaci „Człowiek Roku 2006” w American Biographical Institute U.S. i wyróżnień uniwersytetu Cambridge w Angli – podtrzymują trend sukcesów tej technologii, oraz liczne krajowe wyróżnienia, nieosiągalne przez inne technologie, pozwalają na rekapitulację, że technologia Iniekcji Krystalicznej® w dużej mierze spełnia oczekiwania rynku – a o to przecież chodzi.

### Istota metody Iniekcji Krystalicznej®

Metoda Iniekcji Krystalicznej® wytwarzania blokady przeciwwilgociowej w murach zawilgoconych na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu, jest metodą osuszania budowli opierająca się na oryginalnej koncepcji autora, polegającej na wykorzystaniu tzw. mokrej ścieżki (wet way). 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 i w tym celu dla zwiększenia efektywności metody mur przed iniekcją nawilża się obligatoryjnie dodatkowo wodą (8),(9).

Metoda Iniekcji Krystalicznej® dr inż. Wojciecha Nawrota pracownika naukowego Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie jest chroniona patentami polskimi i patentem europejskim zastrzeżonym w dziesięciu krajach Europy Zachodniej. Warstwa izolacyjna tworzy się przez krystalizację nierozpuszczalnych w wodzie minerałów w kapilarach materiału budowlanego. Krystalizacja wstrzykniętej substancji w roztworze wodnym zachodzi według zjawiska, które w literaturze naukowej określane jest jako

„periodic precipitation process” lub „aging sol”. Podczas tej specyficznej krystalizacji następuje tzw. samouporządkowanie kryształów przy wyjściu ze stanu chaosu, określane w literaturze amerykańskiej mianem „self organisation”. Jest to również odpowiednio termodynamicznie uzasadnione. Utworzona w ten sposób struktura jest podobna do wąskoszczelinowych pierścieni, które można praktycznie spotkać w naturze w systemach geologicznych (tzw. pierścienie Liesegang). W technologii Iniekcji Krystalicznej® po raz pierwszy wykorzystano w skali technicznej zjawisko, które do tej pory było tylko teoretycznie przewidywane na podstawie symulacji fizycznej równania ogólnego Noblisty z 1977 roku Ilii Prigożina wykonanej przeze mnie metodą elementów skończonych i metodą Lorentza i następnie dwa lata później metodą numeryczną w symulacji komputerowej przez uczonych amerykańskich z Indiana University ze Stanów Zjednoczonych. Fizyczne obrazy tych symulacji zostały przedstawione przeze mnie w roku 1986 na Międzynarodowej Konferencji Naukowej w Primorsku w Bułgarii oraz w postaci publikacji i wygłoszonego referatu w Mediolanie we Włoszech we wrześniu 1995 roku na międzynarodowej konferencji „Healthy Buildings ‘95” i w kilku wcześniejszych publikacjach krajowych.