

AUTORSKI PARK TECHNOLOGICZNY

dr inż. Wojciech Nawrot

Autorski Park
Technologiczny
ZAKŁAD GŁÓWNY
00-087 WARSZAWA
ul. Corazkiego 2/13

ODDZIAŁ
05-082 LUBICZÓW
ul. Warszawska 51

tel.:
(0-22) 827-15-41
(0-22) 722-03-78
(0-22) 722-02-04
fax:
(0-22) 722-03-78

e-mail:
biuro@aktywbud.pl
info@iniso.pl

Regon 012755077
NIP 525 124 31 97
ew. 311569

Konto Bankowe
PKO BP XV O/W-WA
66 1020 1156 0000
7402 0049 9640

EKSPERTYZA

dotycząca stanu zawilgocenia i zasolenia murów przyziemia i podpiwniczenia budynku ratusza w Działdowie przy ul. Mickiewicza 43 wraz z wnioskami i zaleceniami dotyczącymi technologii naprawy.

ZLECENIODAWCA: Urząd Miasta w Działdowie

umowa z dnia 28 września 2009r.

WYKONAWCA: Autorski Park Technologiczny

00-087 Warszawa ul. Corazkiego 2/13

AUTORSKI PARK TECHNOLOGICZNY
dr inż. Wojciech Nawrot
Zakład Osuszania Budowli
00-087 Warszawa, ul. Corazkiego 2/13
Regon 012755077, NIP 525-124-31-97

Zespół wykonawczy:

kier. zespołu Dr inż. Wojciech Nawrot

czł. zespołu mgr Maciej Nawrot

czł. zespołu lic. Jarosław Nawrot

dr inż. Wojciech Nawrot
Rzeczoznawca Lic. Nr 455/72
w zakresie ochrony budowlanej przed korozją
Zespołu Rzeczoznawców NOT

Nawrot Wojciech
Nawrot Jarosław

Warszawa, październik 2009r.

SPIS TREŚCI

- 1. PODSTAWA FORMALNA**
- 2. CEL EKSPERTYZY**
- 3. ZAKRES EKSPERTYZY**
- 4. PODSTAWA MERYTORYCZNA**
- 5. OPIS OBIEKTU**
- 6. WYNIKI BADAŃ LABOLATORYJNYCH**
- 7. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ LABOLATORYJNYCH**
- 8. WNIOSKI I ZALECENIA**

Uzasadnienie wyboru metody

Osuszenie budowli metodą iniekcji krystalicznej

EKSPERTYZA

dotycząca stanu zawilgocenia i zasolenia murów przyziemia i podpiwniczenia budynku ratusza w Działdowie przy ul. Mickiewicza 43 wraz z wnioskami i zaleceniami dotyczącymi technologii naprawy.

1. Podstawa formalna

Umowa z dnia 28 września 2009r. zawarta pomiędzy Urzędem Miasta Działdowo,
13-200 Działdowo, ul. Zamkowa 12 a Autorskim Parkiem Technologicznym Zakład Osuszania Budowli, 00-087 Warszawa, ul. Corazziego 2/13

2. Cel ekspertyzy

Celem ekspertyzy jest ustalenie stanu zawilgocenia murów przyziemia i ich zasolenia wraz z określeniem przyczyn nadmiernego zawilgocenia i podaniem sposobu osuszenia.

3. Zakres ekspertyzy

Ekspertyza dotyczy badań nieniszczących zawilgocenia murów in situ na obiekcie ratusza, badań laboratoryjnych próbek zwierniny murów pobranych z reprezentatywnych podpiwniczenia i przyziemia. Ekspertyza nie dotyczy problemu posadowienia obiektu ratusza w Działdowie.

4. Podstawa merytoryczna

Podstawą merytoryczną ekspertyzy jest wizja lokalna obiektu ratusza odbyta 28 września br. w obecności przedstawiciela Inwestora. W czasie wizji lokalnej wykonano badania nieniszczące procentowego zawilgocenia murów w podpiwniczeniu i przyziemiu jak i jego wnętrzu przy użyciu dielektrycznego miernika wilgoci PMW-3 produkcji Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Pobrano też dziesięć próbek murów z reprezentatywnych miejsc podpiwniczenia do badań laboratoryjnych w celu przeprowadzenia w laboratorium badań na zawartość wilgoci metodą suszarkowo – wagową, stanu zasolenia, odczynu pH cieczy kapilarnych i przewodnictwa jonowego wyciągów wodnych z pobranych próbek murów a także składu ilościowego i jakościowego soli rozpuszczalnych w wodzie znajdujących się w próbkach muru.

Wykonano dokumentację fotograficzną widocznych objawów nadmiernego zawilgocenia murów przyziemia z zewnątrz i we wnętrzu obiektu. Wysłuchano też rzeczowych informacji Inwestora o zawilgoceniach murów w ostatnim okresie w zależności od warunków atmosferycznych i stanu wód gruntowych oraz o przeprowadzonych w ostatnich latach doraźnych pracach remontowo naprawczych.

5. OPIS OBIEKTU:

Budynek Ratusza jest centralnie umieszczony na rynku starego miasta. Obecny Ratusz pochodzi z 1796 r., kiedy został odbudowany po wielkim pożarze miasta z 11 lipca 1794 r. (prawie całe Działdowo uległo wtedy spaleni). W późniejszym okresie do budynku Ratusza od strony południowej dobudowano zaplecze i przybudówki.

Ratusz jest murowany, kryty dachówką ceramiczną. Fundamenty murowane są z cegieł ceramicznych. Ściany zewnętrzne wymurowane są z cegieł ceramicznych i obustronnie otynkowane. Wokół budynku ciągnie się opaska chłonna w postaci wysypanego luzem płukanego żwiru.

Budynek Ratusza zbudowany jest, wraz z dobudowaną w późniejszym okresie częścią południową, na planie kwadratu.

Na zdjęciu nr 2 pokazującym fragment elewacji od strony wejścia z podjazdem dla niepełnosprawnych widać wyraźne oznaki zawilgocenia kolumn przy wejściu oraz na elewacji w jej dolnej strefie. Trzeba zauważyć, że pod wpływem wilgoci w dolnej części ściany zewnętrznej, utrwalonej na zdjęciu, powłoka malarska odspaja się od tynku. To zjawisko jest obserwowane na wszystkich ścianach zewnętrznych w różnym natężeniu.

Wysoki poziom zawilgocenia został potwierdzony przez nieniszczące pomiary zawilgocenia, które wskazały odpowiednio po lewej stronie od wejścia 14,6% masowych zawilgocenia i po prawej stronie 14,7% masowych zawilgocenia.

Zdjęcie nr 3 i 4 pokazuje przyporę znajdującą się na rogu budynku Ratusza, w sąsiedztwie podjazdu dla niepełnosprawnych. Widać na niej zacieki wilgoci z wody opadowej oraz ślady zawilgocenia kapilarnego w dolnej części. Nieniszczący pomiar zawilgocenia wykazał 15,3% masowych wilgoci a na ścianie frontowej w jej pobliżu nawet 18% masowych zawilgocenia co stanowi zdecydowanie zbyt wysoki poziom zawilgocenia.

Zdjęcie nr 5 odnosi się do ściany i narożnika usytuowanego na prawo od wejścia frontowego. Na utrwalonym fragmencie elewacji zaobserwowano łuszczenie się powłok malarskich oraz wyraźne oznaki zawilgocenia w dolnej partii muru. Pomiary nieniszczące wykazały ponadnormatywne zawilgocenie: na lewo od wejścia 14,3% masowych, pomiędzy oknami 12,4% a na samej przyporze znajdującej się na rogu 14,4% oraz 12,8%.

Zdjęcie nr 6 odnosi się to wspomnianej wyżej przypory narożnej jednak ujmuje ją od strony ściany wschodniej prostopadłej do frontowej. Na samej przyporze jak i na ścianie będącej w jej sąsiedztwie widoczne są oznaki zawilgocenia w postaci plam wilgoci oraz spuchniętych powłok malarskich. Pomiar wykazał tu 9,8% masowych zawilgocenia.

Zdjęcie nr 7 pokazuje wejście i przypory znajdujące się w jego sąsiedztwie na wspomnianej wyżej ścianie przy narożniku przybudówki. Na zdjęciu tym utrwalono plamy zawilgocenia i

zniszczenia powłok malarskich szczególnie na przyporach. Pomiary wilgoci wykazały 17,8% masowych na lewo od wejścia i 15,2% masowych na prawo od wejścia.

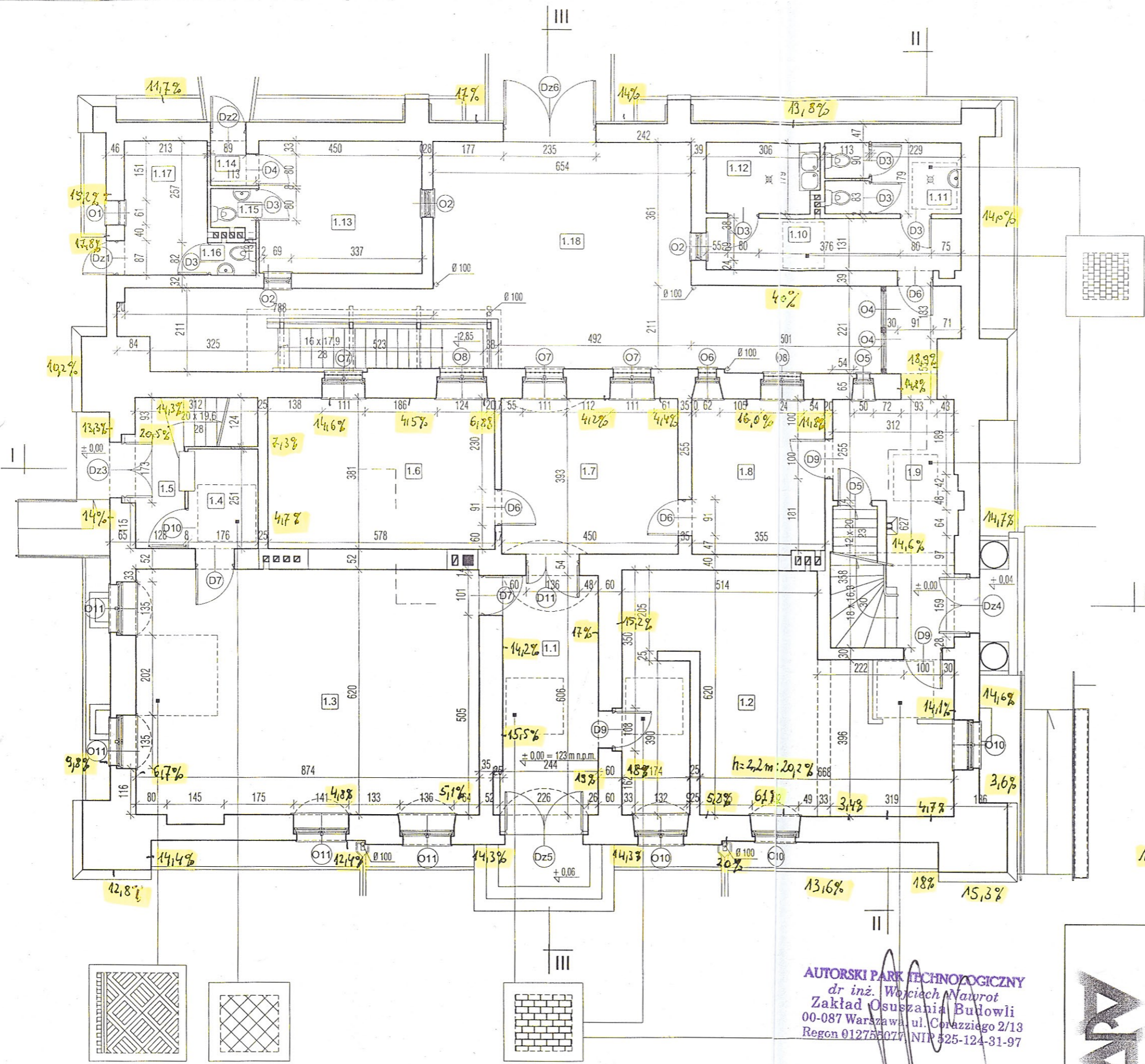
Na zdjęciu nr 8 i 9 widać ścianę przybudówki, z tyłu budynku, wraz z bramą drewnianą. Widoczne tutaj są objawy ponadnormatywnego zawilgocenia obrazowane przez zniszczenia powłok malarskich a także miejscową, w szczególności na przyporach, destrukcję wypraw tynkarskich. Zniszczenia są na tyle poważne, że odsłaniają elementy murowe w postaci cegieł. Zmierzona wilgoć na ścianie na prawo od bramy wyniosła 17% masowych na po lewej stronie 14% masowych, co jest wielkością zdecydowanie za wysoką.

Zdjęcia nr 10-16 odnoszą się do pomieszczeń piwnicznych. Utrwalono na nich zniszczenia dokonane przez nadmierną wilgoć oraz zasolenie murów. Powłoki malarskie uległy odbarwieniom oraz złuszczeniu. Tynki na większej części powierzchni ścian są odspojone od podłoża i odpadają. Zmierzone wartości zawilgocenia są wysokie i kształtują się przedziale od 8,3% masowych do 16% masowych.

W czasie wizji lokalnej, jak już wcześniej podałem, dokonano licznych pomiarów procentowego zawilgocenia metodą nieniszcząca. Wyniki są podane są na rysunku rzutu parteru oraz rzutu piwnic. Zauważa się przy tym, że wyniki zawilgocenia znacznie przewyższają dopuszczalny normatywami poziom do 4% masowych a większość z nich zawiera się w granicach od 10% do 16% masowych.

Wobec znaczących objawów zasolenia murów piwnicznych w strefie kapilarnego podciągania wody z gruntu, mogących mieć decydujące znaczenie przy wyborze metody osuszania i ustaleniu jej parametrów technicznych przy jednoczesnym wysoce ponadnormatywnym zawilgoceniu, postanowiono wykonać badania laboratoryjne pobranych z murów próbek na zawartość soli rozpuszczalnych w wodzie.

Miejsca pobrania próbek zaznaczono na rysunku rzutu piwnicy odpowiednimi numerami i kolorystycznie wyróżniono. Ponadto wyniki badań laboratoryjnych podano w tablicy badań fizykochemicznych.



ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ			
NR POM.	NAZWA POMIESZCZENIA	POSADZKA	[m ²]
1.1	hall wejściowy	klinkier	18,44
1.2	pomieszczenie biurowe (dowody osobiste)	klinkier+ wykładzina dywanowa	45,80
1.3	sala ślubów	parkiet	54,18
1.4	kasa	płytki ceramiczne	4,82
1.5	komunikacja	płytki ceramiczne	8,33
1.6	archiwum	PCV	22,00
1.7	pokój biurowy	wykładzina dywanowa	18,15
1.8	pokój biurowy	wykładzina dywanowa	14,00
1.9	komunikacja	płytki ceramiczne	21,24
1.10	korytarz	płytki ceramiczne	8,72
1.11	węzeł sanitarny	płytki ceramiczne	6,30
1.12	pomieszczenie socjalne	płytki ceramiczne	5,42
1.13	pomieszczenie Straży Miejskiej	płytki ceramiczne	13,90
1.14	przedsiónek	płytki ceramiczne	1,70
1.15	wc	płytki ceramiczne	1,25
1.16	wc	płytki ceramiczne	0,90
1.17	pomieszczenie Towarzystwa Wędkarskiego	płytki ceramiczne	7,62
RAZEM			244,25

28 WRZESIEŃ 2009 r

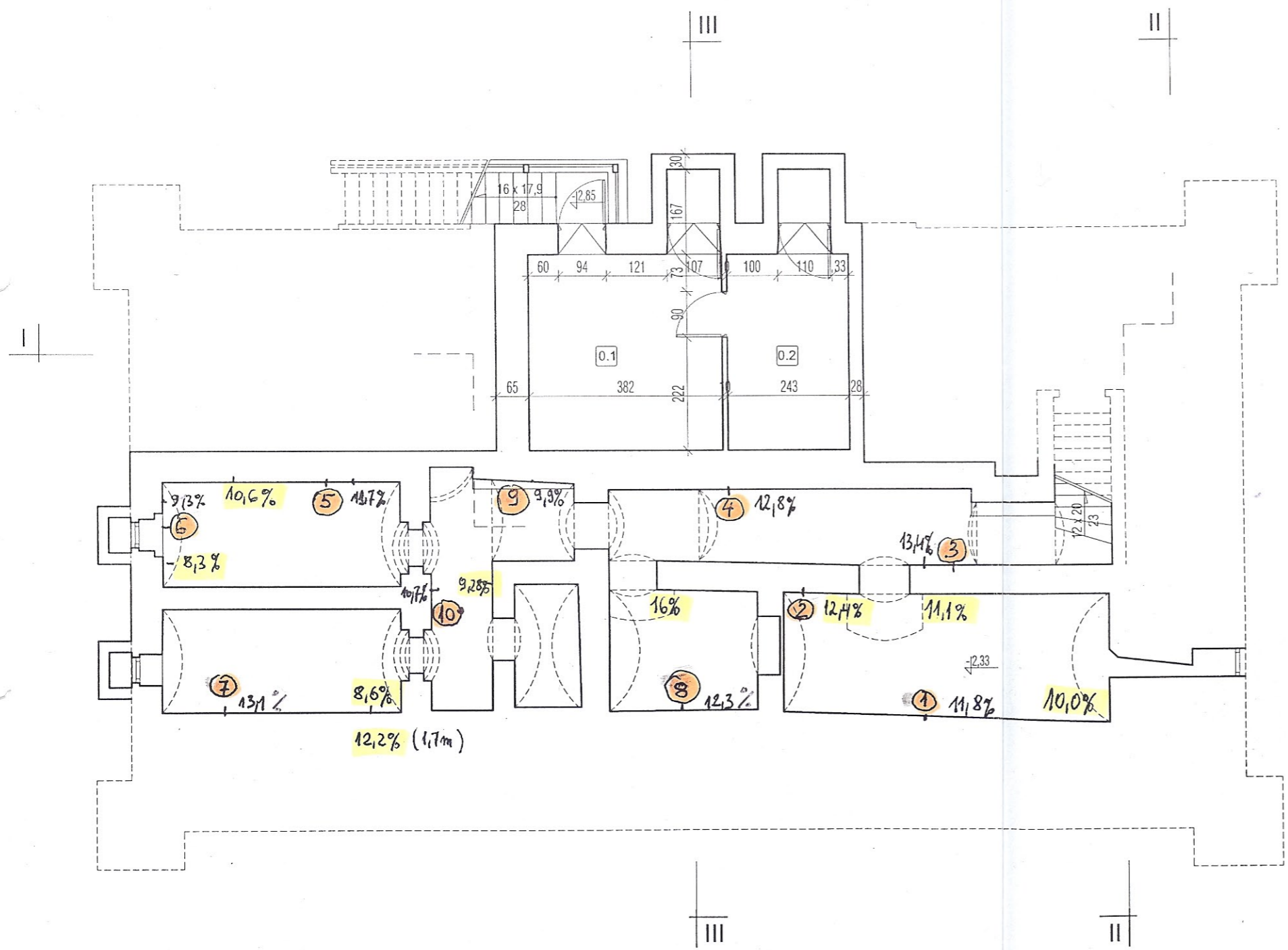
14,6% - wyniki pomiarów niemierzących procentowego zawilgożenia ptu wzdłuż metrika PMW-3 (mod. WAT)

AUTORSKI PARK TECHNOLOGICZNY
 dr inż. Wojciech Nawrot
 Zakład Osuszania Budowli
 00-087 Warszawa, ul. Corazziego 2/13
 Regon 012758077 NIP 525-124-31-97



Temat:	REMONT BUDYNKU RATUSZA MIEJSKIEGO W DZIAŁDOWIE	
Lokalizacja:	DZIAŁKA NR 1158/1 W DZIAŁDOWIE PRZY UL. MICKIEWICZA 43	
Nazwa rysunku:	RZUT PARTERU	Skala: 1:100
Projektant:	mgr inż. arch. Mirosław Frąszczak upr. nr 1740/Gd/84	Projekt: budowlany
Sprawdził:	mgr inż. arch. Małgorzata Opiola upr. nr 2154/Gd/85	Data: wrzesień 2009
Opracowanie:	mgr inż. arch. Bartłomiej Jacewicz mgr inż. arch. Marta Paradowicz	Numer rysunku: 13

ZESTAWIENIE POMIESZCZEŃ			
NR POM.	NAZWA POMIESZCZENIA	POSADZKA	[m ²]
0.1	pomieszczenie kotłowni	posadzka cementowa	15,80
0.2	pomieszczenie kotłowni	posadzka cementowa	10,30
	pozostałe pomieszczenia	posadzka cementowa	69,70
		RAZEM	95,80



28 WRZESIEŃ 2009 r

① MIEJSCA POBRANIA PRÓBEK DO BADAŃ LABORATORYJNYCH (1m nad posadzką)

10,6% WYNIKI POMIARÓW NIENISZCZĄCYCH PROCENTOWEGO ZAWILGOCENIA MURÓW. (Miernik PMW-3 prod. WAT-Warszawa)

AUTORSKI PARK TECHNOLOGICZNY
dr inż. Wojciech Nawrot
Zakład Osuszania Budowli
00-087 Warszawa, ul. Corazziego 2/13
Regon 012755077, NIP 525-124-31-97

APA	Temat:	REMONT BUDYNKU RATUSZA MIEJSKIEGO W DZIAŁDOWIE
	Lokalizacja:	DZIAŁKA NR 1158/1 W DZIAŁDOWIE PRZY UL. MICKIEWICZA 43
	Nazwa rysunku:	RZUT PIWNIC
	Projektant:	mgr inż. arch. Mirosław Frąszczak upr. nr 1740/Gd/84
	Sprawdził:	mgr inż. arch. Małgorzata Opiola upr. nr 2154/Gd/85
Opracowanie:	mgr inż. arch. Bartłomiej Jacewicz mgr inż. arch. Marta Paradowicz	
Skala:	1:100	
Projekt:	budowlany	
Data:	wrzesień 2009	
Numer rysunku:	12	

Tablica badań fizykochemicznych:

Wyniki badań fizykochemicznych próbek murów pobranych z podpiwniczenia budynku Ratusza Miejskiego w Działdowie przy ul. Mickiewicza 43

lp	% wilgoci metodą suszarkowo-wagową	% wilgoci metodą nieniszczącą	% soli metodą wagową	Przewodnictwo jonowe [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Odczyn pH	Mur	Uwagi
1	10,03	11,8	0,67	750	8,7	zew.	*
2	10,2	12,3	0,41	450	9,8	wew.	*
3	11,3	13,4	0,38	415	10,7	wew.	*
4	11,6	12,8	0,35	405	10,8	wew.	*
5	9,9	11,7	0,48	510	9,9	wew.	*
6	8,6	9,3	0,71	860	8,6	zew.	*
7	9,9	13,1	0,58	640	9,1	zew.	*
8	10,7	12,3	0,68	780	8,6	zew.	*
9	8,5	9,9	0,27	315	11,1	wew.	*
10	8,9	10,7	0,29	935	10,9	wew.	*

*- We wszystkich 10 zbadanych próbkach murów pobranych z wysokości ca 100cm nad posadzkami wykryto siarczan i chlorek sodu oraz w mniejszych ilościach azotany i fosforany sodu i potasu oraz jon HCO_3^- , Fe^{2+} i Fe^{3+} oraz Ca^{2+} .

Chlorki i siarczany sodu stanowią 97,5% wagowo wszystkich soli rozpuszczalnych w wodzie.

6.7. Analiza wyników badań laboratoryjnych

Z zamieszczonych w tablicy wyników badań laboratoryjnych można wyciągnąć następujące wnioski.

Wszystkie zbadane próbki w liczbie dziesięciu wykazują ponadnormatywne zawilgocenie powyżej 4% masowych. Wszystkie próbki zbadane laboratoryjnie mają wilgotność trzykrotnie przekraczającą normę i zawierają się w granicach od 8,5% do 11,6% mierzone metodą suszarkowo - wagową. Miejsca pobrania próbek mają wyższą wilgotność mierzona metodą nieniszczącą o około 1,5% masowego. Wyniki nieniszczące są obarczone metodycznie obecnością soli w murach. Sole mają stała dielektryczną znacznie większą od wody (liczba niemianowana 81) i w zależności od rodzaju soli rozpuszczalnej w wodzie stała taka może nawet wynosić 280 w przypadku gipsu. Miernik nie rozróżnia pochodzenia stałej dielektrycznej i wszystkie stałe wraz z ilością nalicza na procentową zawartość wody, której jest najwięcej a przewyższanie wyników pochodzi od zawartości soli w murze.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wyborze i trwałości metody osuszania jest problem zasolenia murów, tak często pomijany i nie uwzględniany przez specjalistów z tego zakresu wiedzy stosowanej. Próbkę pobierano z warstwy licowej nie naruszając głębiej struktury muru w danym miejscu, wykorzystano naturalną destrukcję.

Zasolenie murów w podanej populacji pobranych próbek zawiera się w granicach od 0,27% do 0,71%. W pozostałych próbkach zasolenie jest bardziej zbliżone do wartości najwyższej tego zakresu. Z punktu widzenia technicznego poziom zasolenia murów omawianego ratusza w podpiwniczeniu należy określić jako średnio wysoki, mający bardzo istotny wpływ na wybór technologii osuszania i trwałość w czasie zastosowanej technologii. Stan zasolenia murów jest uzależniony od kapilarnego podciągania. Woda ta następnie wyparowuje z murów i pozostawia w murach coraz więcej soli rozpuszczalnych w wodzie, które już więcej nie opuszczają tego środowiska, powodując w następstwie jego degradację techniczną, szczególnie w strefie przypowierzchniowej (tynki, wymalowania). Czas jest tutaj czynnikiem zwiększającym stężenie soli w zawilgoconych murach na skutek ciągłego procesu kapilarnego podciągania wody i następnie wyparowywania. Na ten mechanizm narażone są głównie budowle zabytkowe o coraz większej długowieczności.

Parametrami pochodnymi od stężenia soli rozpuszczalnych w wodzie są: przewodnictwo jonowe cieczy kapilarnych uzależnione od stężenia jonów soli (przewodnik drugiego rodzaju) oraz zmiana odczynu pH (zakwaszenie) tak decydujące w skuteczności metod osuszania z użyciem prądu elektrycznego np. metodach elektroosmotycznych lub elektrofizycznych gdzie wykorzystuje się oddziaływanie pola elektromagnetycznego (tzw. atenki). Nawet najstaranniejsze zastosowanie wymienionych metod w istniejących warunkach zasolenia murów musiałyby zakończyć się niepowodzeniem technicznym. To właśnie zasolenie murów przyczyniło się w przeszłości do dyskwalifikacji metody elektroosmotycznej z powodu ustania działania instalacji i odwrócenia strumienia elektrokapilarnego ku górze, który dodawał się z naturalnym strumieniem wilgoci z gruntu i w efekcie następowało po trzech lub czterech latach w zależności od stężenia soli w cieczach kapilarnych zwiększenie zawilgocenia murów. A przecież nie o to chodzi w stosowaniu metod osuszeniowych. W strefie tych niebezpieczeństw pozostają metody elektrofizyczne posługujące się emitorami fal elektromagnetycznych.

Zarówno wyniki przewodnictwa jonowego podane w tablicy jak, również

wyniki odczynu pH uzależnione wprost od stężenia występujących soli w cieczach kapilarnych, potwierdzają w całej rozciągłości regułę: większe stężenie soli – wyższe przewodnictwo jonowe i bardziej kwasowy charakter odczynu pH a dokładniej zmniejszanie alkaliczności w kierunku obojętności roztworu – czyli $\text{pH} = 7$.

Wśród wykrytych soli w 97,5% przeważa chlorek i siarczan sodu. Stwierdzono też obecność azotanów, fosforanów oraz obecność jonów potasowych i żelazowych oraz jonów kwaśnych węglanów.

Na marginesie dyskusji nad możliwością stosowania innych jeszcze metod osuszania np. z użyciem rozpuszczalników organicznych w iniektach silikonowych, to przypomina się, Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 roku (Monitor Polski Nr. 19 poz. 231) zabrania się używania tych iniektów w metodach osuszeniowych, ze względu na toksyczność tych środków iniekcyjnych. A ponadto występuje przy dużych zawilgoceniach murów mała penetracja hydrofobowych preparatów blokujących kapilarne podciąganie wody z gruntu w kapilarach materiałów budowlanych.

8. Wnioski i zalecenia

Na podstawie przeprowadzonych badań na obiekcie oraz po analizie wyników badań laboratoryjnych próbek pobranych z murów ratusza w Działdowie można wyciągnąć następujące wnioski.

a) Mury zewnętrzne ratusza w strefie przyziemia są nadmiernie zawilgocone, wielokrotnie przewyższając dopuszczalną normą dla mikroklimatu zawilgocenie do 4% masowych, zawilgocenie osiąga najwyższe wartości możliwe dla kapilarnego podciągania wody z gruntu – powyżej 12% masowych do 15%. Mury podpiwniczenia wykazują podobnie wysoki poziom zawilgocenia od 9,35 do 13,1%.

b) Dużemu zawilgoceniu murów towarzyszy duże zasolenie w granicach od 0,27% do 0,71% masowych mające wiodące znaczenie przy wyborze metody osuszenia i jej trwałości w czasie.

c) Analiza wyników badań zawilgocenia na różnych wysokościach nad poziomem gruntu wskazuje, że przyczyną zawilgocenia murów jest brak skutecznie działającej izolacji poziomej, co umożliwia kapilarne podciąganie wody z gruntu przez mury zbudowane z materiałów kapilarno-porowatych. W murach zewnętrznych podpiwniczenia nadmierne zawilgocenie pochodzi z braku skutecznej izolacji poziomej i pionowej. W murach działowych wilgoć występuje z powodu braku izolacji poziomej.

d) W celu osuszenia murów ratusza należy wykonać nową izolację poziomą we wszystkich przekrojach murów przyziemia na wysokości ca 5cm nad posadzkami, oraz we wszystkich przekrojach murów podpiwniczenia.

e) Do wykonania izolacji poziomej w murach ratusza w Działdowie należy zastosować metodę, która spełnia następujące wymagania techniczne i higieniczne a także konserwatorskie.

- jest technologią, której materiały mają aktualny atest higieniczny bez żadnych ograniczeń,
- w której duże i bardzo duże zawilgocenie nie ogranicza penetracji iniektu

- tworzącej blokadę przeciwwilgociową w murach,
- w której trwałość w czasie wytworzonej blokady przeciwwilgociowej jest wielopokoleniowa i nie podlega degradacji w czasie pod wpływem dużych ilości soli w cieczkach kapilarnych muru,
 - w której iniekt (środek blokujący podciąganie kapilarne) jest roztworem wodnym i powinien być stosowany wyłącznie metoda grawitacyjną bezciśnieniowo,
 - wyklucza się metody osuszeniowe posługujące się insektami hydrofobowymi w roztworach związków organicznych ze względów higienicznych, p. poz. a także ze względu na powodowanie osłabienia zapraw wapiennych i cementowo – wapiennych (spoiw) w murach na skutek ich dehydratacji powodowanej wpływem nadmiaru rozpuszczalników organicznych na uwodnione hydraty spoiw (tzw. efekt pulweryzacji),
 - zastosowana technologia osuszeniowa powinna w swoich cechach wewnętrznych uwzględniać indywidualny charakter budynku i jego murów w aspekcie morfologii i fizykochemii materiału i cieczy kapilarnych,
 - powyższe generalne wymagania nie mogą szkodzić obiektowi ani użytkownikom.

f) Optymalnym rozwiązaniem technicznym byłoby zastosowanie technologii posługującej się iniektami wodnymi roztworów nieorganicznych (mineralnych) typu polimorficznych krzemianów mających zdolność do wytwarzania blokady przeciwwilgociowej na drodze samoorganizacji kryształów nierozpuszczalnych w wodzie i tym skuteczniejszej im bardziej zawilgocony jest mur i mającej znaczące rekomendacje techniczne, konserwatorskie i naukowe.

g) Wyżej wymienione wymagania może spełniać metoda „iniekcji krystalicznej®” autorstwa dr inż. Wojciecha Nawrota z Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

Opis technologii iniekcji krystalicznej® i uzasadnienie wyboru metody osuszania są dokładnie opisane w oddzielnych rozdziałach ekspertyzy.

h) Po wykonaniu prac izolacyjnych polegających na wykonaniu izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej® należy w podpiwniczeniu zbić wszystkie stare tynki i następnie rozważyć możliwość nie nakładania nowych tynków renowacyjnych a tylko oczyścić lico ceglanego muru i starannie wyfugowanie spoin odpowiednią zaprawą, poprzedzając tą czynność oczyszczeniem starych zmurowanych spoin i ich wysoleń przez wymalowanie środkiem zamieniającym sole rozpuszczalne w wodzie na sole nierozpuszczalne.

i) W murach przyziemia należy zbić stare tynki do wysokości 1m nad gruntem, a w uzasadnionych przypadkach i wyżej (w zależności od destrukcji) i przeprowadzić czynność oczyszczenia starych spoin a następnie nałożenie nowych tynków wyłącznie renowacyjnych.

Osuszanie budowli metodą iniekcji krystalicznej.

Technologia „iniekcji krystalicznej” przeznaczona jest do osuszania budowli z wilgoci podciąganej z gruntu. Przy zastosowaniu tej technologii można wytwarzać izolacje przeciwwilgociowe poziome oraz pionowe od wnętrza budynku bez potrzeby odkopywania murów zewnętrznych. Izolacja typu pionowego w ograniczony sposób spełnia oczekiwania w przypadku występowania wód naporowych.

Technologię iniekcji krystalicznej można stosować do osuszania budowli bez względu na rodzaj użytego materiału do budowy murów (cegła, wapień, piaskowiec, beton itp.), bez względu na grubość murów, stopień ich zawilgocenia i zasolenia.

W przeciwieństwie do wszystkich innych znanych technologii osuszania murów iniekcja krystaliczna daje tym lepsze efekty osuszania, im bardziej zawilgocone są mury. Nie wymaga więc wstępnego osuszania muru w strefie planowanej iniekcji, tak jak ma to miejsce w innych znanych technologiach osuszania (np. termoiniekcja). Wprost przeciwnie przed iniekcją strefę muru dodatkowo nawilża się wodą, aby uzyskać korzystne efekty do dyfuzji składników jonowych mieszaniny iniekcyjnej tworzących izolację.

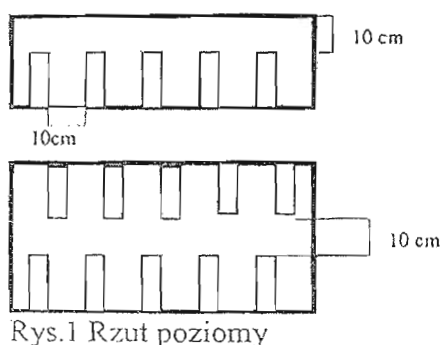
Utworzona blokada przeciwwilgociowa jest absolutnie ekologiczna, ma wielopokoleniową trwałość w czasie i nie powoduje osłabienia muru w strefie iniekcji w czasie wieloletniego funkcjonowania. Nie stwierdza się przy tym pulweryzacji spoiwa murów, charakterystycznej przy oddziaływaniu rozpuszczalników organicznych zawartych w płynach iniekcyjnych innych technologii typu hydrofobowego.

Technologia iniekcji krystalicznej jest praktycznie rozwinięciem prac naukowych Ilii Prigogina – profesora Uniwersytetu Brukselskiego, odnoszących się do zjawiska samoorganizacji kryształów w warunkach dalekich od równowagi termodynamicznej. Za termodynamiczne uzasadnienie tego zjawiska w postaci uogólnionego równania matematycznego prof. I. Prigogin otrzymał w 1977 roku Nagrodę Nobla.

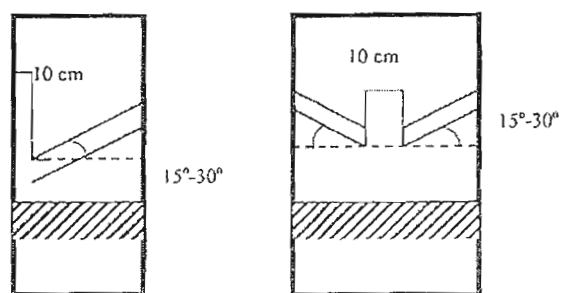
W technologii iniekcji krystalicznej w 1987 roku po raz pierwszy wykorzystano w skali technicznej zjawisko, które do tego czasu było jedynie przewidywane w symulacjach komputerowych równania I. Prigogina, otrzymanych przez uczonych z Indiana University w USA. Utworzona w ten sposób struktura krystaliczna w ciałach kapilarno – porowatych jest podobna do wąskoszczelinowych pierścieni, które można praktycznie spotkać w naturze w systemach geologicznych (tzw. pierścienie Lieseganga).

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

1. Najpierw wierce się w murze w jednej linii, na wybranym poziomie, równoległe do poziomu posadzki w podpiwniczeniu lub przyziemiu, otwory iniekcyjne. Otwory o średnicy najkorzystniejszej 20mm wykonuje się przy użyciu młotów udarowo – obrotowych w odstępach co 10cm – 15cm 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 10cm. W przypadku minimalnego zasolenia poniżej 0,3% otwory iniekcyjne można wiercić co 15cm. Stwierdzono bowiem, że podobnie jak w innych technologiach zasolenie murów wpływa na zmniejszenia promienia penetracji iniektu. Otwory iniekcyjne wierce się na głębokość muru minus 5cm – 10cm, oraz pod kątem 15° – 30° do poziomu. Sposób wiercenia otworów ilustrują rysunki przekroju poziomego i pionowego murów wierconych jednostronnie i dwustronnie.



Rys.1 Rzut poziomy

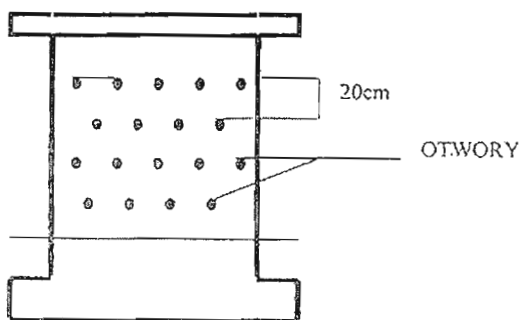


Rys.2 Rzut pionowy

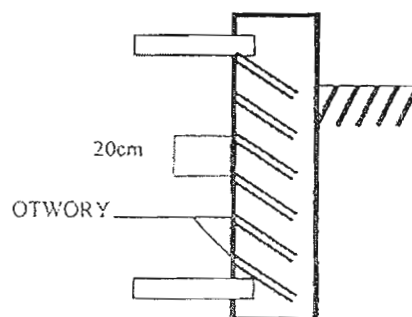
2. Przygotowane otwory iniekcyjne wg pkt.1 przed wprowadzeniem środka iniekcyjnego nawilża się wodą poprzez skierowanie do otworu strumienia wody około 0,5 litra, który poza nawilżaniem wypłukuje z otworów zwiarcinę stanowiącą przeszkodę w penetracji środka iniekcyjnego. Wodę do otworów można skierować z urządzenia iniekcyjnego pod ciśnieniem grawitacyjnym.
3. W przygotowane otwory iniekcyjne wg punktów 1 i 2 wprowadza się po 30 minutach od nawilżania, grawitacyjnie, przygotowany świeżo środek iniekcyjny składający się z cementu portlandzkiego, aktywatora krzemianowego i wody w odpowiednich proporcjach
4. wagowych (8:1:4). Mieszanina ta w czasie iniekcji powinna mieć konsystencję łatwo samopoziomującą się w naczyniu i łatwo wlewającą się przez otwór o średnicy 2cm.

Ilość wprowadzonego grawitacyjnie środka iniekcyjnego równa się objętościowo pojemności otworu iniekcyjnego w danym murze. Nadmieniamy, że środek iniekcyjny w tej technologii jest jednocześnie środkiem zaślepiającym (flekującym) otwory. Otwory po iniekcji można dodatkowo zaślepić przy wlocie otworu przy użyciu szpachelki tym samym środkiem iniekcyjnym lecz o gęstszej konsystencji. Czynność ta zwiększa estetykę lica muru w strefie iniekcji.

Przeciwwilgociową izolację pionową wykonuje się w następujący sposób: otwory iniekcyjne wierce 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 20cm. w wyjątkowych warunkach zasolenia murów otwory należy wiercić w odstępach co 15cm. Geometria rozmieszczenia otworów pokazana na Rys.3 przedstawiającym widok ściany od strony nawiertów, oraz na Rys.4 przedstawiającym przekrój pionowy izolowanej pionowo ściany. Pozostałe czynności są identyczne jak podczas wykonywania izolacji poziomej tą metodą.



Rys.3 Widok ściany od wnętrza



Rys.4 Przekrój pionowy muru z izolacją pionową

Składniki mieszanki iniekcyjnej – cement portlandzki i woda mają odpowiednie normy państwowe, natomiast aktywator krzemianowy, składający się z polimorficznych form krzemianu i polikrzemianu sodowego 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 Licencjobiorcom technologii po uprzednim zamówieniu oraz w ilościach potrzebnych do realizacji zlecenia. Przygotowanie samego aktywatora do użycia

odbywa się przez Licencjobiorcę poza terenem budowy w specjalnych warunkach określonych przez Licencjodawcę.

Skład samego aktywatora uzależniony jest od rodzaju materiału osuszanego muru oraz od jego zasolenia. Firmy stosujące technologię iniekcji krystalicznej udzielają dziesięcioletniej gwarancji skuteczności blokady przeciwwilgociowej.

W okresie od lipca 1987 roku to jest od pierwszego wdrożenia technologii w zespole pałacowym w Łowiczu, do chwili obecnej zostało osuszonych w kraju i za granicą już ponad 6500 obiektów budowlanych zawilgoconych na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu. Wśród nich znajdują się obiekty o najwyższej randze zabytkowej.

Technologia posiada atest Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie nr 1654/b-1238/92/93 z dnia 1993.02.25 do zastosowania w budownictwie bez ograniczeń higienicznych.

Technologia iniekcji krystalicznej osuszania budowli została nagrodzona licznymi wyróżnieniami krajowymi i zagranicznymi na światowych wystawach wynalazczości, a mianowicie:

- Nagrodą rektorską Wojskowej Akademii Technicznej,
 - Dyplomem uznania Przewodniczącego KNR – sześciokrotnie,
 - Dyplomem Ministra Przemysłu i Handlu,
 - Tytułem Wynalazcy Roku Wojska Polskiego,
 - Medalem Ministra Kultury i Sztuki,
 - Dyplomem Ministra Obrony Narodowej,
 - Medalem Cztery Wieki Warszawy od Prezydenta Warszawy
- oraz
- Złotym medalem z wyróżnieniem na Światowej Wystawie Wynalazczości w Brukseli w 1993r. i tamże nagrodą Burmistrza Brukseli i honorowym wyróżnieniem Ambasadora Polski w Belgii,
 - Złotym medalem na Światowej Wystawie Wynalazczości w Genewie w 1995r.,
 - Złotym medalem na Światowej wystawie Wynalazczości w Pittsburgu w USA w 1996r., technologia otrzymała tam także nagrodę specjalną Rosyjskiej Akademii Nauk za wdrożenie do praktyki unikalnego zjawiska samoorganizacji kryształów,
 - Złotym medalem na Światowej Wystawie Wynalazczości w Pekinie w Chinach w roku 1996 i drugim złotym medalem dla najlepszego wynalazku tej wystawy,

- Złotym medalem z wyróżnieniem na Światowej wystawie Wynalazczości w Casablance w 1997 roku,
- Złotym medalem na Światowej Wystawie Wynalazczości w Norymberdze w 1997r.
- Złotym medalem na Światowej Wystawie Wynalazczości w Moskwie w 2001r.
- Na przełomie roku 2006/2007, po złożeniu notki biograficznej, American Biographical Institute of USA wybrał mnie spośród 1000 uczonych z całego świata: Man of the Year 2006 a technologia została zakwalifikowana do prestiżowego wydawnictw: „Great Minds of the 21st Century”.
- W podobnej procedurze International Biographical Centre, Cambridge, England, zostałem wpisany wraz z technologią do „Cambridge Blue Book 2005/2006”.

W sumie wynalazek iniekcji krystalicznej został odznaczony siedmioma złotymi medalami na wszystkich najbardziej prestiżowych kontynentalnych Światowych Wystawach Wynalazczości.

Za ten swoisty wyczyn twórca technologii iniekcji krystalicznej został odznaczony przez króla Belgii – Krzyżem Kawalerskim w dniu 11 listopada 1997r. i Krzyżem Oficerskim w dniu 11 listopada 2001r.

Uzasadnienie wyboru metody osuszania.

Duży, a miejscami bardzo duży stopień zawilgocenia murów przyziemia i podpiwniczenia budynku ratuszu w Działdowie przy ul. Mickiewicza 43 wynoszący około 12% - 13%, a także miejscami, bardzo duże zasolenie do 0,71%, uzasadniają wykonanie izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej wykorzystującej do wytwarzania blokady przeciwwilgociowej unikalne zjawisko samoorganizacji kryształów nierozpuszczalnych w wodzie. Również względy higieniczne predestynują tą metodę do zastosowania w omawianych warunkach. Metoda ta ma atest PZH pozwalający na stosowanie w budownictwie bez żadnych ograniczeń w czasie prowadzonych prac osuszających jak również po ich zakończeniu.

W świetle aktualnych wymagań higienicznych zastosowanie w przyziemiu a szczególnie w podpiwniczeniu budynku ratuszu w Działdowie metod elektro iniekcyjnych lub termoiniekcji, w których używa się toksycznych i łatwopalnych rozpuszczalników w iniekcji hydrofobowej takich jak benzeny lub alkohole byłoby błędem technicznym, który w warunkach słabej wentylacji pomieszczeń piwnicznych nabrałby specyficznej ostrości. Dla zobrazowania skutków zdrowotnych i bezpieczeństwa pożarowego w osuszanych murach omawianego obiektu metodami iniekcji hydrofobowej z użyciem żywic silikonowych w rozpuszczalnikach organicznych, po elektroosmotycznym lub termicznym wstępnym podsuszeniu murów, niech posłuży informacja, że do wytworzenia izolacji poziomej i ewentualnie pionowej, trzeba by było użyć kilka ton np. benzyny lakowej lub innych toksycznych rozpuszczalników organicznych wraz z żywicami silikonowymi.

Wymieniona ilość rozpuszczalników po iniekcji musi wydyfundować z murów, a w tym przypadku wyłącznie do środka pomieszczeń z istoty o niewystarczającej wentylacji lub częściowo na zewnątrz. Sytuacja taka wytworzyłaby trudną do opisaną atmosferę toksyczną i palną na długi okres, aż do zaniku zapachu. Zjawisko to na podstawie licznych doświadczeń mogłoby być odczuwalne nawet przez kilka lat. W praktyce zalecenia sanepidu sprowadzają się w podobnych przypadkach do sezonowania budynku, co oznacza przerwę w eksploatacji osuszanego obiektu przez długi okres, a dopuszczenie budynku do ponownego użytkowania następuje każdorazowo po badaniach analitycznych stwierdzających, że stężenie substancji toksycznych w atmosferze powietrza pomieszczeń spadło poniżej dopuszczalnych norm.

Aspekt skuteczności zastosowanych metod osuszania murów o dużym zawilgoceniu i znacznym zasoleniu także przemawia za zastosowaniem metody iniekcji krystalicznej do osuszania murów piwnic i przyziemia budynku ratusza. Metoda ta bowiem w przeciwieństwie do wszystkich innych znanych i stosowanych metod osuszania w kraju i za granicą jest tym

skuteczniejsza im mury są bardziej zawilgocone aż do pełnego kapilarnego zalania wodą włącznie.

Stosowanie rozpuszczalników organicznych w iniekcji ma jeszcze jeden negatywny aspekt – powodują one bowiem pulweryzację spoiwa na skutek jego dehydratacji, co w efekcie prowadzi do osłabienia konstrukcji murów w strefie iniekcji

Należy także podkreślić, że duże zasolenie powyżej 0,5% masowych, w przypadku metod z użyciem prądu elektrycznego stałego (np. elektroosmozy) prowadzi bądź natychmiast, bądź po upływie pierwszych kilku lat do ustania blokady przeciwwilgociowej, a następnie do odwrócenia strumienia elektrokapilarnego w przestrzeni międzyelektrodowej, co w praktyce sprowadza się do odwrotnych niż zamierzone skutków technicznych. Zamiast osuszenia następuje dodatkowe zawilgocenie murów. W praktyce budowlanej znane są bardzo liczne tego rodzaju przypadki potwierdzające powyższą zależność. Klasycznym przypadkiem nieuzasadnionego zastosowania metody elektroosmotycznej aktywnej w warunkach znacznego zasolenia murów w strefie kapilarnego podciągania wody z gruntu są obiekty w zespole Cytadeli Warszawskiej. Po okresie niespełna dwóch lat od momentu założenia instalacji elektroosmotycznej widoczne już były wzrokowo objawy podwyższenia zawilgocenia do pierwszego piętra, to jest blisko dwa metry w stosunku do poziomu przed założeniem blokady osuszającej mury. Na niektórych odcinkach murów, gdzie lokalnie zasolenie było największe, proces podwyższania poziomu zawilgocenia rozpoczął się już po kilku tygodniach.

Duże zasolenie może stać się przyczyną ponownego zwiększenia zawilgocenia murów podczas stosowania do osuszania metod nieingerencyjnych z użyciem do tego celu pola elektromagnetycznego (tzw. metody antenowe z zasilaniem i bez zasilania).

Ważnym parametrem technologicznym wszystkich metod osuszania jest trwałość w czasie wytworzonych przez nie blokad przeciwwilgociowych. Metody elektroosmotyczne są już, zawodne w pierwszym okresie stosowania i osuszają tylko kwalifikowany procent względny, stąd też problem mocno zawilgoconych murów znacznie powyżej 10% aż do 15% jest dla tych metod (różne warianty metody elektroosmotycznej) progiem nie do przebycia.

Metody elektroiniekcyjne i termoiniekcyjne w zależności od stanu zasolenia murów mają również trwałość przepony izolacyjnej hydrofobowej od 6 do 12 lat w tym czasie ustaje funkcja hydrofobowa użytych iniektów silikonowych na skutek obiektywnego prawa degradacji wielkocząsteczkowych związków organicznych do krzemionki i wody. Metody iniekcyjne typu hydrofobowego mają te same ograniczenia, co wyżej opisane metody elektro i termo – iniekcyjne. Natomiast pozioma izolacja przeciwwilgociowa wykonana metodą

iniekcji krystalicznej na bazie wodnych roztworów związków mineralnych jest praktycznie bezterminowo trwała w czasie. Metodą tą osuszono od 1987r. do 2006r. ponad 14000 zawilgoconych obiektów murowanych, uzyskując za każdym razem pozytywne wyniki. Zaletą tej metody jest jej skuteczność przede wszystkim w przypadkach bardzo dużych zawilgoceń oraz w przypadkach równoczesnych wysokich stężeń soli. Te ostatnie cechy korzystnie wyróżniają metodę iniekcji krystalicznej spośród innych znanych technologii osuszania.

Sposób wykonania blokady przeciwwilgociowej metodą iniekcji krystalicznej polega na wykonaniu izolacji poziomej w murach na wybranym poziomie w pełnym przekroju minus 5cm – 10cm. Najkorzystniej tuż nad posadzką w piwnicach lub nad opaską wokół budynku. Ciekawostką tej metody jest również możliwość wykonania przy jej pomocy izolacji pionowej murów od środka budynku bez potrzeby odkopywania, oraz możliwość uszczelnień posadzek w piwnicach.

W przypadku wykonania klasycznej izolacji poziomej metodą iniekcji krystalicznej - otwory iniekcyjne należy wiercić przy użyciu młotów udarowo – obrotowych i wiertel o średnicy 20mm w jednej linii i pod kątem 15° – 30° w stosunku do poziomu podłóg. Otwory wierce się na pełną grubość minus 5cm (tzn. nie przewiercając murów w danym miejscu na wylot). Odległość między sąsiednimi otworami w rzędzie wynosi od 10cm do 15 cm w zależności od stanu zasolenia. Przy dużych zasoleniach odległości są najmniejsze bowiem sole zawarte w cieczach kapilarnych zmniejszają promień penetracji środka blokującego wilgoć. Przy małych zasoleniach (poniżej 0,3%) otwory iniekcyjne można wiercić co 15cm.

Środek iniekcyjny w metodzie iniekcji krystalicznej będący wodnym roztworem cementu portlandzkiego i specjalnego aktywatora krzemianowego powinien być wprowadzony do wywierconych otworów po ich uprzednim dodatkowym nawilżeniu wodą w ilości ca 0,25l na jeden otwór. Czynność ta jest bardzo ważna bowiem promień penetracji w metodzie iniekcji krystalicznej jest tym większy im większe jest zawilgocenie materiału kapilarno – porowatego. Po wykonaniu iniekcji otwory należy dodatkowo zaślepić tą samą mieszaniną iniekcyjną lecz o gęstszej konsystencji, tak aby można było uzyskać dobre zrównanie z licem zabezpieczanego muru w danym miejscu. Zabieg ten ma przede wszystkim znaczenie estetyczne dla wystroju muru osuszanych murów. W miarę wysychania murów po założeniu blokady przeciwwilgociowej w okresie co najmniej jednego roku mogą wystąpić objawy wysoleń powyżej założonej izolacji poziomej. Zjawisko to będzie naturalnym procesem schnięcia murów a miejscowe uszkodzenia tynków, czy wymalowań w postaci powierzchniowych złuszczeń czy odparzeń trzeba będzie na bieżąco uzupełniać

najkorzystniej czystą zaprawą wapienną z niewielkim tylko dodatkiem cementu. Lica murów nieotynkowanych należy przed nałożeniem nowych tynków przeszczotkować stalową szczotką w celu mechanicznego usunięcia wykwitów solnych. Zwraca się także uwagę, aby nie dokonywać żadnych wymalowań olejnych lub emulsyjnych w strefie obecnego kapilarnego podciągania wody z gruntu. Korzystnie jest aby tynki dotychczas skorodowane usunąć po założeniu blokady przeciwwilgociowej, czynność ta ułatwi proces wysychania murów. Nowe tynki można nałożyć dopiero po obniżeniu zawilgocenia murów poniżej 4%. W przypadku braku możliwości na odczekanie do pełnego osuszenia murów należy stosować wyłącznie tynki renowacyjne.