

Żurowski, Tadeusz

Elektrokonserwacja

Światowit 20, 500-508

1948 - 1949

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez **Muzeum Historii Polski** w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

ELEKTROKONSERWACJA

(ELECTRO-CONSERVATION)

Dotychczasowe możliwości konserwacji zabytkowych budowli przedhistorycznych, szczególnie drewnianych, praktycznie sprowadzały się do zera. Długie i uciążliwe zabiegi, kosztowne impregnaty a i same metody, sprzeczne z zasadami konserwatorskimi, uniemożliwiały realizowanie nawet najpilniejszych zadań w tej dziedzinie. Rozkopane i nader cenne osiedla przedhistoryczne niszczały od momentu ich odsłonięcia nieomal w oczach. Należało znaleźć jakiś radykalny sposób konserwacji odsłoniętych osad, bez konieczności powtórnego ich zasypywania ziemią i zalewania wodą. Zalewanie wodą, jak stwierdziłem w Biskupinie po odwiedzinach w odstępie prawie jednorocznym, nie jest, jako zabieg konserwacyjny, środkiem nadającym się do stosowania na dłuższą metę. Każde odpompowywanie wody powodowało tam odsłonięcie fragmentu osady i wysychania belek. Belki, schnąc, łuszczyły się i zatracaly powoli najistotniejsze cechy konstrukcyjne, jakimi są zaciosy, czopy i gniazda, nie mówiąc już o powierzchniowej obróbce ciesielskiej, której ślady znikaly często po jednym roku. Odkrywcy i badacze Biskupina zdawali sobie sprawę z niebezpieczeństwa utraty badanego zabytku, tak cennego dla nauki polskiej i czynili energiczne starania celem uzyskania impregnatu zdolnego zabezpieczyć warownię drewnianą przed dalszym niszczeniem. Z artykułu dra Zdzisława Adama Rajewskiego pt. *Jak zachować Biskupin*¹, dowiadujemy się o niektórych wysiłkach konserwatorskich, zmierzających do znalezienia najlepszego impregnatu.

„Połowiczne rozwiązanie sposobu utrwalenia konstrukcyj drewnianych zastosowano w Biskupinie już w r. 1937. Oto wystające ponad poziom wilgotnego podłoża konstrukcje drewniane pociągano barwioną na kolor drzewa parafiną, którą następnie wtapiano. Po kilkakrotnym zabiegu utworzył się na słupie czy bierwionie „pancerz”, który zapobiegał ulatnianiu się wilgoci z drewna. Zabieg ten wymagał częstego powtarzania. Wynik był pozytywny, bo drewno trzymało się wcale dobrze. Wniosek stąd wypływa taki: trzeba stworzyć takie warunki dla drewna, aby wilgoć w nim zawarta nie parowała”. W dalszym ciągu stwierdza Z. A. Rajewski, że sposób ten jest bardzo kosztowny i wymaga licznych i uciążliwych zabiegów. Mnie osobiście wydaje się ten

¹ Dr Zdz. A. Rajewski, *Jak zachować Biskupin*, „Z otchłani wieków”, r. XVII, str. 174 i nast.

sposób nie tylko kosztowny, ale wręcz wątpliwy. Wykonanie koszulki parafinowej na powierzchni bierwiona, które nie powinno utracić wilgoci, wydaje mi się niemożliwe, a przy powierzchniowym obsuszeniu znowu niecelowe, gdyż wysuszona powierzchnia podlega natychmiastowemu złuszczeniu. Przypuszczam, że Z. A. Rajewski wykonał rodzaj bandaża parafinowego dookoła wystającej belki drewnianej. Bandaż taki musiał hermetycznie zamykać możliwości parowania wody.

Koszulka parafinowa pozwalała na wykonanie impregnacji bez wyjmowania belki z podłoża pierwotnego. Inny sposób natomiast umożliwiał impregnację przy pomocy produktów naftowych, olejów, kreozotu i innych, ale tylko po uprzednim wyjęciu z podłoża. „Zakonserwowane tym sposobem drewno — pisze dalej Z. A. Rajewski — przypomina jednak raczej grube kawałki liny smarowanej smołą”. W ten sposób zakonserwowane belki z odrzańskiej wyspy Pasieki w Opolu miał możliwość oglądać Z. A. Rajewski w r. 1938 w Bytomiu, a inne także w r. 1947 na Hradczanach w Pradze. Upodobnienie zakonserwowanego tym sposobem drewna do liny smarowanej smołą spowodowane było procesem suszenia, który musi doprowadzić do głębokiego pęknięcia i łuszczenia. Impregnaty zabezpieczają wprawdzie na dłuższy okres drewno przed zniszczeniem, ale i rozluźnione tkanki drewna nie utrzymują się w należytej spoiowości.

Kleje, farby, szkło wodne i inne środki chemiczne mogą być stosowane również tylko po uprzednim wyjęciu belek z podłoża i po suszeniu, z tym, że i po zakonserwowaniu nie można belek ułożyć na pierwotnym miejscu.

Jak widzimy, wszystkie wymienione tu i niewymienione sposoby konserwacji drewna sprzeciwiają się zasadniczym warunkom konserwacji zabytków w terenie, gdyż nakazują wrywać belki z podłoża. Belki te z reguły nie mogą być z powrotem ułożone na miejsce, lecz użyte na terenie muzeum, względnie pod dachem i w umiarkowanej temperaturze. Nawet i rzeczywiście dobry zabieg konserwatorski, wykonywany przez Władysława Maciejewskiego na przedmiotach drewnianych z Gniezna, Kłęcka i Biskupina², może służyć tylko niewielkim przedmiotom, przeznaczonym do ekspozycji muzealnej.

Po pierwszym zetknięciu się z badaczami Biskupina zainteresowałem się koniecznością i ewentualnymi możliwościami konserwacji tej, w całości odkrywanej, osady obronnej. Przede wszystkim próbowałem wszelakich środków chemicznych, które są stosowane w budow-

² Tamże.

nictwie. Wszystkie te środki wymagały jednak wyjmowania belek z podłoża i nie zezwalały na ich powtórne ułożenie na pierwotnym miejscu. Zrozumiałem więc, że nie trzeba starać się o rozwiązanie problemu na tej drodze, ale poszukiwać jakichś innych, może na razie nieznanych sposobów konserwacji. Przystudiowałem przeróżne sposoby walki z wilgocią, stosowane w budownictwie i inżynierii. Zwiedziłem szereg firm i instytutów, zajmujących się podobnymi problemami. Wszystkie sposoby były tego samego rodzaju, jak to już wyżej opisałem. Problem stałego zabezpieczenia Biskupina na istniejącym podłożu wydawał się nie do rozwiązania.

Postanowiłem przeprowadzić doświadczenia na terenie Instytutu Badania Budownictwa w Warszawie na własną rękę. Po nawiązaniu łączności z Instytutem przekonałem się, że i tu wszystkie dotychczas znane środki odpowiadają warunkom technicznym sposobów poprzednich; są więc również dla celów konserwatorskich niewystarczające.

W dniu 7 listopada 1948 r. zwróciłem uwagę na krótką wzmiankę pt. *Nowy system wzmacniania fundamentów*, zamieszczoną w „Stolicy”³. Był to reportaż dziennikarski na temat odbudowy czteropiętrowej kamienicy przy ul. Leszno 77 w Warszawie. Uwagę zwróciłem na końcowy ustęp:

„W związku z przeprowadzonymi tam robotami warto wspomnieć o ciekawym eksperymencie budowlanym, który zastosowano przy wzmacnianiu fundamentów tego domu. Nowa metoda, wynik wieloletniej pracy i wielu doświadczeń polskiego uczonego, profesora Politechniki inżyniera Cebertowicza, polega na nasyceniu podłoża przy użyciu sondy specjalnym płynem chemicznym, w którego skład wchodzi m. in. szkło wodne oraz na poddaniu tego płynu działaniu prądu elektrycznego. Pod wpływem tego „elektrycznego zastrzyku” podłoże zmienia się w twardą substancję o dużej wytrzymałości. Metoda ta otrzymała nazwę elektro-endo-osmozy. Zastosowanie metody prof. Cebertowicza przy wzmacnianiu fundamentów odbudowanego gmachu przy ul. Leszno, róg Żelaznej, oszczędziło przedsiębiorstwu zarówno zbytńich kosztów, jak i skróciło wielokrotnie czas pracy”.

Po odczytaniu tej wzmianki już miałem przed sobą wizję ocalenia od zagłady Biskupina i całego szeregu innych drewnianych grodów i osad, które na tysiąclecie istnienia państwowości polskiej zostaną po odsłonięciu zakonserwowane i udostępnione zwiedzającym.

³ Stolica. „Warszawski Tygodnik Ilustrowany” 7 listopad 1948, nr 45/104. r. III. — Pik, *Nowy system wzmacniania fundamentów*, str. 2, z jedną ilustracją wskazującą, jak piaszczyste podłoże pod wpływem zastrzyku zmienia się w twardą substancję.

Dotarcie do znakomitego wynalazcy nie było łatwe. Na miejscu jego pierwszych prób przekonałem się, że wzmianka nie jest kaczka dziennikarską. Z fundamentów udało mi się wyłuskać fragmenty rozmaitych części organicznych, a także i drobnych kawałków drewna, zamienionych w kamień. Druga próba odbyła się w domu przy ul. Aleja Róż 10. W styczniu 1949 r. udało mi się nareszcie zetknąć z prof. inż. Romualdem Cebertowiczem na jego wykładzie w Warszawie. Po wykładzie odbyłem dłuższą rozmowę z profesorem, przedstawiłem mu wszystkie zagadnienia konserwatorskie i poprosiłem o odpowiedź w tym względzie. Zagadnienia te dotyczyły problemów konserwatorskich, przydatnych nie tylko już dla prehistoryków i archeologów, ale także i dla konserwacji zabytków architektury i rzeźby.

Pod koniec kwietnia, przy realizacji projektu budowy trasy W—Z odcięto znaczną masę ziemi u podnóża gotyckiego kościoła św. Anny. Woda uchodziła gwałtownie z warstw wodonośnych wraz z lekkim piaskami. Podłoże rozluźniało się a na murach i poprzez teren pojawiły się groźne rysy. Na komisji konserwatorskiej⁴, w której brałem czynny udział, zapadła decyzja wykonania zabezpieczenia metodą prof. Cebertowicza. Innego rozwiązania nikt nie umiał znaleźć spośród dwudziestu paru najlepszych w kraju statyków, którzy byli sprowadzeni na tę komisję. Należało działać błyskawicznie, gdyż każdej chwili mógł budynek runąć.

Praca odbywała się dniem i nocą. Przy pomocy prądu stałego 110 V i 18 A udało się odpływ wody powstrzymać, a wreszcie i zeskalic podłoże. Kościół zabytkowy, będący prawdziwą ozdobą trasy W—Z, został ocalony.

Próby adaptacji wynalazku prof. Cebertowicza dla celów konserwatorskich w laboratorium i w terenie dowiodły, że wynalazek ten zasługuje na zastosowanie go w praktyce. Na razie laboratoryjnie udało się zmienić w skałę, czyli dokonać procesu petryfikacji ziemi torfiastej. Doświadczenie to ma doniosłe znaczenie szczególnie dla osad bagiennych, jak na przykład w Biskupinie. Świeży i stary pręt lub kawał drewna grubszego poddany prądowi elektrycznemu zachował się jak sikawka, wytryskując obustronnie fontannę wody. Przykłady te wskazują wyraźnie, że stanęliśmy nareszcie na właściwej drodze, wiodącej do szczęśliwego rozwiązania konserwacji wyrobów i konstrukcyj drewnianych.

⁴ Komisja była zwołana przez Urząd Konserwatorski na miasto stołeczne Warszawę.

PODSTAWY TEORETYCZNE ELEKTROKONSERWACJI

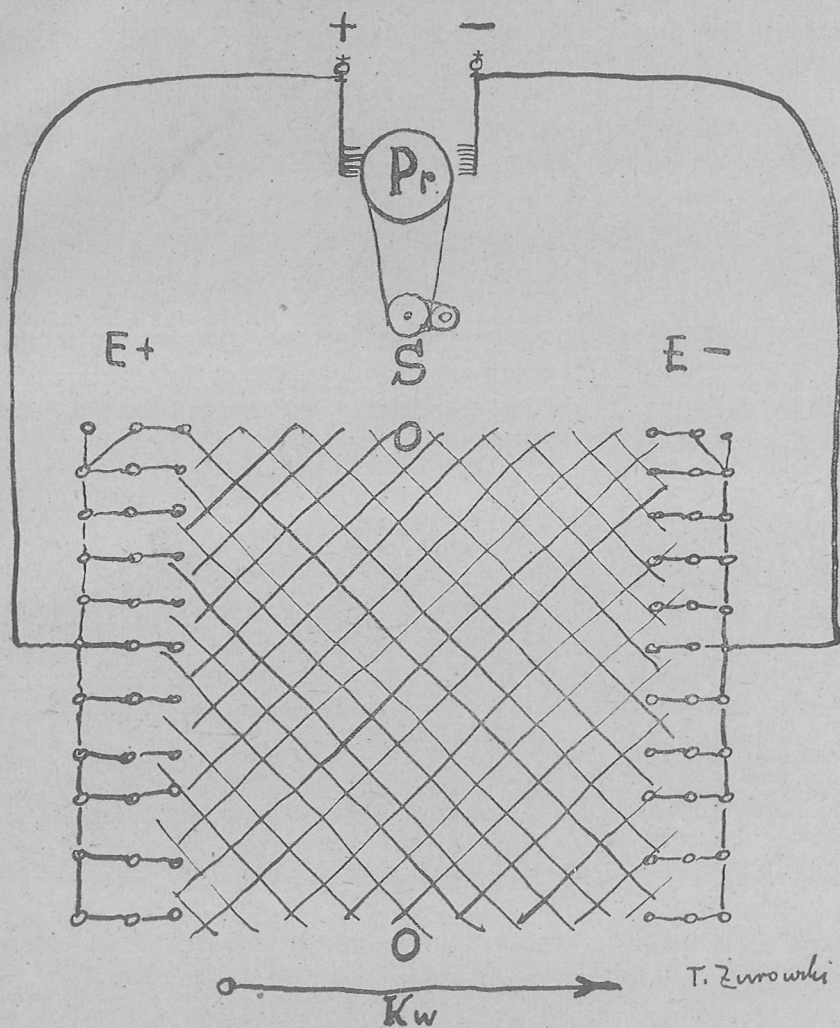
Wynalazek prof. inż. Romualda Cebertowicza powstał na drodze wieloletnich doświadczeń i naukowych rozważań w zakresie chemii fizycznej. A jest to jedyny wynalazek tego uczonego. Wielokrotne a różnorodne doświadczenia stworzyły dwie drogi zastosowania wynalazku w praktyce. Pierwsza droga polega na przepuszczeniu prądu elektrycznego przez teren lub przedmiot, zawierający wodę. Woda przepływać będzie natychmiast w kierunku od elektrody dodatniej do ujemnej. W wyniku uzyskamy osuszenie terenu lub przedmiotu, w ogóle obiektu doświadczeń. Próby wykazały, że w niektórych warunkach przy odpowiednim składzie chemicznym obiektu osuszanego występuje równocześnie proces petryfikacji, czyli zamiana niespoistego obiektu w skałę twardą. Stopień twardości zależał w każdym wypadku od składu chemicznego danego tworzywa.

W drugim wypadku działalność elektrokinetyczna takiego samego prądu stałego i w ten sam sposób przypominający działanie pompy ssąco-tłoczącej, przy dodaniu płynów-elektrolitów, zamieni dany obiekt w skałę. Drugi ten sposób umożliwia stwarzanie odpowiednio dogodnych warunków przy pomocy dobranego składu chemicznego płynu, który, w połączeniu z tkankami obiektu, petryfikuje go.

W obu wypadkach obowiązują prawa elektrokinetyki. Przy pomocy prądu stałego woda wykonuje ruch od elektrody dodatniej do ujemnej. Podobnie zachowuje się specyficzny płyn, którym podlewamy poblizko elektrody dodatniej. Płyn ten zajmuje wszystkie szczeliny, pory i wszelkie naczynka włoskowate drogą osmozy, nie dopuszczając do jakichkolwiek odkształceń petryfikowanego przedmiotu. Tym samym petryfikowana belka drewniana nie będzie przy osuszaniu mogła się złuszczyć, bowiem miejsce wody zajmie natychmiast płyn odpowiednio dobrany jakościowo i ilościowo.

Czynność pierwszego lub drugiego tu wymienionego zabiegu przebiega w sposób mniej więcej jednakowy. W poblizko obiektu, który mamy zamiar osuszyć lub zamienić w skałę, ustawiamy prądnicę prądu stałego o napięciu zależnym od rozmiarów obiektu. W wypadku niezbyt wielkich rozmiarów lub dobrego przewodnika prądu możemy użyć zwykłą baterijkę do latarki kieszonkowej. Przy zabezpieczaniu ogromnego terenu kościoła św. Anny i klasztoru bernardynów w Warszawie zastosowano prądnicę o napięciu 110 volt i natężeniu 18 amperów. Dla osuszenia domu wystarczy ogniwo Leclanche'a. Najlepszymi elektrodami są druty, o grubości około 10 mm, wykonane z aluminium.

Dla należytego zrozumienia sposobów doświadczonego już postępowania podam dalszy opis przykładowo-imaginatywnie. Stawiamy



Osuszanie lub petryfikacja elektrokinetyczna.

Oznaczenia: Pr — Prądnicą prądu stałego.

S — Silnik.

E+ — Elektrody dodatnie. Pręty aluminiowe.

E- — Elektrody ujemne.

O — Obiekt osuszany lub petryfikowany.

Kw — Kierunek przepływu wód od elektrod dodatnich do elektrod ujemnych.

Według teorii inż. Romualda Cebertowicza, rys. Tadeusz Żurowski.

sobie np. zadanie spetryfikowania od razu całego terenu najstarszej osady kultury łużyckiej w Biskupinie. Na terenie obozu ustawiamy prądnicę z jakimś silnikiem (napędem). Na skraju południowym osady wbijamy w wywiercone sondą otwory liczne pręty aluminiowe i łączymy je z końcówką dodatnią przy pomocy drutu miedzianego. Wszystkie pręty łączymy szeregowo. Po północnej stronie wyspy również w wykonane sondą otwory włożymy pręty aluminiowe i złączymy je między sobą drutem miedzianym, a następnie drut podłączymy z końcówką ujemną. Teraz uruchomimy prądnicę. Pod wpływem prądu elektrycznego woda rozpocznie szybko przepływać w kierunku północnym czyli od znaku dodatniego do znaku ujemnego. Po pewnym czasie zauważymy stopniowy spadek napięcia i natężenia prądu, i możemy doprowadzić do tak znacznego naładowania energią elektryczną półwyspu biskupińskiego, że stworzymy z niego akumulator. Będzie to coś w rodzaju ogromnego kondensatora prądu stałego o olbrzymiej pojemności. Taki stan otrzymamy wówczas, gdy teren wraz z belkami zacznie się zmieniać w skałę.

W rzeczywistości nie zamienilibyśmy terenu Biskupina jeszcze tym pierwszym sposobem w skałę, ale osuszylibyśmy go dokładnie. Aby w przyszłości woda nie wróciła, należałoby spetryfikować teren całkowicie, albo też dookoła Biskupina wykonać szczelną ściankę dębową. Taka ścianka szczelna zabezpiecza przed przenikaniem wody z jednej strony na drugą. Jest to robota trudna i bardzo kosztowna.

Należy więc pomyśleć o całkowitej petryfikacji osady, albo jej odkopanej części, aby nie utrudnić badań na terenach jeszcze nierozkopanych.

Do zastosowania nadaje się drugi sposób. W miejsce wszystkich porów i naczyń włoskowatych muszą wejść drobinki cieczy o potrzebnym składzie chemicznym. Droga analizy laboratoryjnej stwierdzimy nie tylko skład chemiczny ziemi i drewna osady, ale i ustalimy ilość porów, wypełnionych wodą i pustych. Ustalimy zatem tak zwane pory absolutne. W drodze obliczeń ustalimy wilgotność i porowatość obiektu, a drogą doświadczeń laboratoryjnych otrzymamy szybkość przepływu wody w centymetrach na sekundę. Będzie to tzw. szybkość normalna według Darcy'ego K przy 10^0 C. Teraz ustalimy koncentrację, a wreszcie przesiąkliwość prądu elektrycznego $K_e = K \cdot 10^0 \text{ C} \times 100$. Nie koniec na tym. Możemy już z góry obliczyć czas, jaki będzie potrzebny dla przeprowadzenia całej reakcji, oraz odległość ustawienia elektrod, owych prętów aluminiowych z wzoru $K_e = \frac{d}{K} = \text{czas}$, gdzie d jest odległością.

Teraz po przepuszczeniu prądu elektrycznego nastąpi petryfikacja łącznie z koagulacją chemiczną gruntu i części organicznych stałych. Jest rzeczą oczywistą, że koagulacja, osadzanie wprowadzonych roztworów, będzie poprzedzana odpływem wód, soków i kwasów bagiennych pod wpływem natężenia prądu a dopiero później rozpocznie się właściwa petryfikacja czyli zeskalanie. Musimy dodać, że koagulacja będzie szła w parze z kohezją (z spójnością), dzięki własnościom kapilarnym drewna i podłoża (włoskowatością).

* * *

Z powyższych wywodów możemy wnosić, że przy pomocy elektrokonserwacji możemy przeprowadzić skutecznie:

1. osuszanie obiektów takich, jak: osady, belki w zespole i pojedynczo, domy drewniane i murowane, piece, cmentarzyska, nawet pomniki itp.,

2. petryfikowanie powyższych obiektów przy użyciu odpowiednio dobranych płynów,

3. napawanie niektórymi płynami impregnującymi, bez zniekształcenia i strat, fragmentów obiektu (drewniane belki nie staną się liną smołowaną, ale zachowają naturalny kształt belki).

Doniosłe znaczenie dla archeologii tego wynalazku potęguje jeszcze nieodwracalność wykonanych procesów elektrochemicznych; skała już nie wróci do postaci drewna. Dalsza więc konserwacja może się już odbywać nie jak dla drewna, ale jak dla kamienia. Drugą ważną cechą tego wynalazku jest jego prosty sposób realizacji i niezwykle mały koszt. W budownictwie na przykład tam, gdzie podbicie fundamentów miało kosztować 7 milionów złotych, przy zastosowaniu wynalazku prof. R. Cebertowicza koszt wynosił tylko 24 tysiące złotych.

Szerokie zastosowanie w praktyce elektrokonserwacji będzie poprzedzone jeszcze krótkim okresem analiz i prób laboratoryjnych. Pierwsze próby zostaną zapewne wykonane w Biskupinie ze względu na dogodny teren i dlatego, że zachęte do poszukiwań idealnego impregnatu otrzymałem od badaczy tej osady.

Warszawa, 15 maja 1949 r.

Tadeusz Żurowski

RÉSUMÉ

L'auteur de l'article *Electro-conservation* qui de profession s'occupe de conservation des monuments, était depuis longtemps en quête de quelque matière d'imprégnation idéale, propre à servir de protection aux habitations pré- et protohistoriques, construites en bois, contre le procès de destruction. Ce procès suit presque toujours et irrévocablement la découverte des monuments en bois. Les matières d'imprégnation préparées de paraffine, d'huile, de pétrole, et d'autres divers remèdes chimiques, appliqués dans l'architecture, exigent l'introduction de l'action préalable, consistant en dessèchement des objets en bois. Cette action fait cependant le bois s'écailler et perdre les traces caractéristiques de charpenterie. L'action de couvrir d'une cuirasse de paraffine les poutres en bois qui saillaient au dessus de la surface de l'eau est très difficile et très coûteuse.

En automne 1948 l'auteur s'est mis à étudier l'invention du savant polonais, ingénieur Romuald Cebertowicz, professeur à l'École Polytechnique de Varsovie. On s'est servi de cette invention pour pétrifier le sol peu solide sous les fondements des édifices ainsi que pour dessécher les bâtiments et les terrains à Varsovie. Le travail de conservation est exécuté à l'aide du courant électrique ou bien à l'aide du courant électrique et des liquides additionnels qui aident à faire pétrifier les objets en question. Le procédé électro-conservateur est très facile à exécuter, très simple et, surtout, n'exigeant que peu de frais. L'invention du professeur Cebertowicz, appliquée dans la conservation va causer une complète révolution dans ce domaine. Nous pouvons nous servir de cette méthode pour la conservation des monuments pré- et protohistoriques construits en bois et en terre, ainsi que pour celle des monuments historiques. Les objets conservés par cette méthode ne perdent rien de leur forme ni de leur structure et ils deviennent durcis contre l'action des influences atmosphériques comme des pierres.

On veut appliquer le premier essai de cette méthode de conservation aux constructions en bois découvertes au village fortifié du premier Age du fer, à Biskupin.
