

Mieczysław Matejak, Adam Skwarek

Badania odkształceń obrazów pod wpływem zmian wilgotności względnej powietrza

Ochrona Zabytków 38/3-4 (150-151), 308-311

1985

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.

BADANIA ODKSZTAŁCEŃ OBRAZÓW POD WPŁYWEM ZMIAN WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ POWIETRZA

Ogólnie znane jest zjawisko, że obrazy olejne na podłożu drewnianym odkształcają się, szczególnie w suchym klimacie, w taki sposób, że część pokryta polichromią staje się wypukła. Lucanus¹ w 1828 r. pisał: „deska obrazu wygina się lekko, czasem jednak bardzo po stronie niemalowanej, jeżeli obraz wisiał wcześniej w zimnym i wilgotnym powietrzu”. Jest to jedna z wad, która staje się pospolita, gdy obrazy, które latami znajdowały się w pomieszczeniu o mniej więcej stałej wilgotności względnej i temperaturze powietrza i były tam płaskie, po przeniesieniu do pomieszczeń o niskiej wilgotności względnej powietrza stają się wypukłe. Wiadomo również że zmiany wilgotności względnej powietrza przy niektórych obrazach powodują stale narastające ich wygięcia.

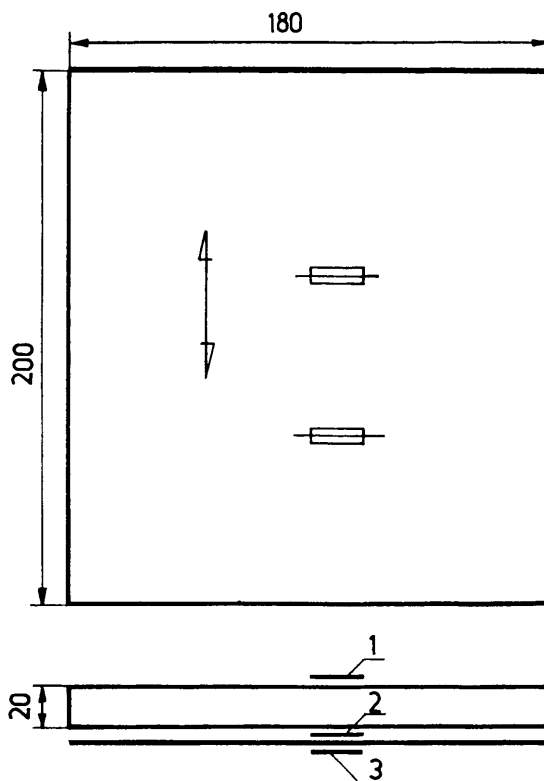
Obecnie według E. Popowskiej i M. Matejaka² w pomieszczeniach muzealnych pozbawionych klimatyzacji w okresie lata wilgotność względna powietrza dochodzi do 80%, czemu przy temperaturze 20°C odpowiada wilgotność drewna wynosząca 16,3%, a w okresie, gdy pomieszczenia są ogrzewane, wilgotność względna spada do 30%, co odpowiada wilgotności drewna w przybliżeniu wynoszącej 5,9%. Oznacza to, że w ciągu roku różnica wilgotności drewna wynosi co najmniej 10,4%.

Według P. J. Bois³ w amerykańskich gospodarstwach domowych wilgotność przedmiotów drewnianych waha się od 5% w czasie ogrzewania do 1% w czasie lata.

Poza dwoma (jesiennym i wiosennym) skrajnymi wilgotnościami deski obrazów narażone są na liczne, często gwałtowne zmiany wilgotności powodowane otwieraniem okien, przepływem dużej liczby zwiedzających przez źle wentylowane pomieszczenia, wentylacją, która wprowadza do wnętrza silnie nawilżone powietrze z zewnątrz itp.

Te zmiany wilgotności względnej powietrza i w rezultacie drewna przyczyniają się do wygięcia deski obrazu. Obrazy, które znajdowały się w galeriach nie ogrzewanych, przed powszechnym wprowadzeniem ogrzewania, miały zwykle wilgotność drewna dużo większą niż obecnie, nie wysychały tak gwałtownie z nadejściem mrozów w ogrzewanych, nie klimatyzowanych galeriach, czasem narażone były jednak również na gwałtowne zmiany wilgotności.

J. Q. Jahn⁴ w 1803 r. pisał: „jeżeli galeria, która przez całą zimę była nie ogrzewana zostaje na wiosnę poddana napływowi wilgotnego ciepłego, wiosennego powietrza, wtedy zimne obrazy pokrywają się rosą”. Zja-



1. Schemat budowy technicznej kopii obrazów i rozmieszczenie na nich tensometrów; 1 – tensometr przyklejony na nie polichromowanej płaszczyźnie obrazu, 2 – tensometr przyklejony pod polichromią, 3 – tensometr przyklejony na polichromii

1. A schematic diagram of a technical construction of the copy of paintings and distribution of tensometers: 1 – tensometer stuck to unpolychromed painting's surface, 2 – tensometer placed under polychromy, 3 – tensometer stuck to polychromy

wisko to powodowało oczywiście silniejsze nawilżenie odwrocia, a mniejsze lica obrazu pokrytego polichromią, i w rezultacie często po latach i wyschnięciu obrazu – jego wygięcie.

W celu określenia zjawisk zachodzących podczas nawilżania i wysychania obrazu z jednostronnie naniesioną polichromią pod wpływem zmian wilgotności względnej powietrza, wykonano badania nad odkształceniami kopii obrazów o polichromii olejnej i temperowej, namalowanych na podobrazdach z drewna świerkowego.

Obie polichromie były werniksowane, czoła desek pokryto naturalnym woskiem. Na każdej desce przyklejano po obu stronach po cztery tensometry, parami naprzeciwko siebie. Po zaizolowaniu tensometrów i całkowitym wyschnięciu kleju na obu obrazach sporządzono identyczne zaprawy kredowo-klejowe, po czym pokryte jednostronnie polichromią. Obie powłoki werniksowano. Izolowane lakierem końcówki tensometrów naklejonych na drewno wyprowadzono ponad powierzchnię polichromii. Po wyschnięciu polichromii, co trwało około 6 miesięcy, naklejono na nich tensometry ponad umieszczonymi wcześniej. W ten sposób powstały obrazy

¹ Lucanus, *Anleitung zur Restauration alter Ölegemalde*, 1828.

² E. Popowska, M. Matejak, *Wpływ klimatu na wilgotność drewna w zbiorach muzealnych*, „Muzealnictwo”, nr 26/27, 1983, s. 128–133.

³ P. J. Bois, *Moisture Content in Homes*, „Forest Products Journal”, 97, 1959, s. 427.

⁴ J. Q. Jahn, *Abhandlung über das Bleichen... der Öle*, 1803.

z tensometrami na polichromii, pod nią oraz na nie polichromowanej powierzchni podobrazia. Wszystkie tensometry umieszczono w kierunku prostopadłym do kierunku przebiegu włókien drewna. Schemat tak przygotowanego podobrazia pokazuje il. 1.

W pierwszej części badania określono zmiany wymiarów deski, która po wyklimatyzowaniu w powietrzu o wilgotności względnej $\varphi = 35\%$ i temperaturze 20°C została przeniesiona do powietrza o wilgotności względnej $\varphi = 75\%$ w tej samej temperaturze. Prędkość powietrza wynosiła ok. $0,5\text{ m/sek}$.

Od momentu umieszczenia desek w powietrzu o wilgotności względnej 75% rozpoczęto pomiary tensometryczne. Odczyty wykonywano co 2 godziny przez 60 godzin. Uzyskane wyniki ukazano na il. 2 i 3. Na il. 2 przedstawiono przebieg odkształceń deski obrazu z polichromią temperową. Na podstawie tej ilustracji można stwierdzić szybkie pęcznienie warstw drewna nie polichromowanej strony obrazu powodowane adsorpcją pary wodnej i dyfuzją wody w głąb obrazu. W połączeniu z ograniczonym strumieniem dyfuzji przez warstwy malarskie powoduje to efekt ściskania warstw drewna, których wilgotność pod polichromią jest mniejsza niż wilgotność warstw zewnętrznych. Pęcznieniu nie polichromowanych części drewna przeszkadzają warstwy bliskie polichromii o mniejszej wilgotności, mniej lub w ogóle nie spęczniałe. Towarzyszą temu powstające naprężenia ściskające. Powodują one hamowanie pęcznienia, które jest największe w najwilgotniejszych zewnętrznych warstwach obrazu. Wraz z upływem czasu para wodna dyfunduje od strony nie polichromowanej w kierunku położonych głębiej warstw drewna i w rezultacie dochodzi do wyrównania wilgotności na przekroju deski, co prowadzi do pęcznienia warstw przy polichromii. Pewna ilość pary wodnej jest absorbowana przez polichromię i również nawilża znajdujące się pod nią drewno. Obserwując krzywą odkształceń poli-

chromii widać, że odkształca się ona proporcjonalnie wraz z warstwami drewna, na które jest naniesiona. Świadczy to o jej dobrym związaniu z podłożem i o jej elastyczności.

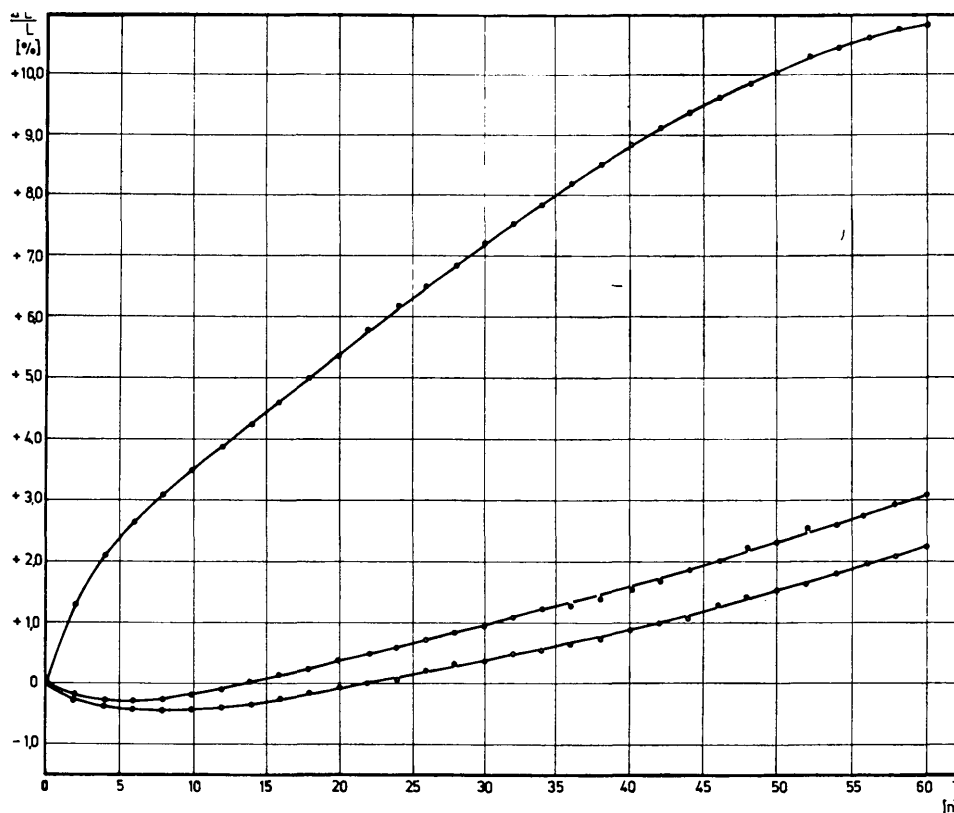
Fakt, że w początkowym etapie nawilżania polichromia jest ściskana, spowodowany jest jej większą odległością od warstwy obojętnej wyginanej adsorbowaną wodą deski, niż warstw deski drewna znajdujących się pod nią. W dalszym ciągu nawilżania, gdy deska obrazu uzyskuje stałe wypaczenie, krzywa 3 przebiega tak samo, jak deska pod zaprawą. Gdyby proces nawilżania prowadzić dłużej niż pokazano na il. 2, odkształcenia warstw przy polichromii osiągnęłyby w przybliżeniu tę samą wartość, co nie polichromowanej strony obrazu i obraz wyprostowałby się.

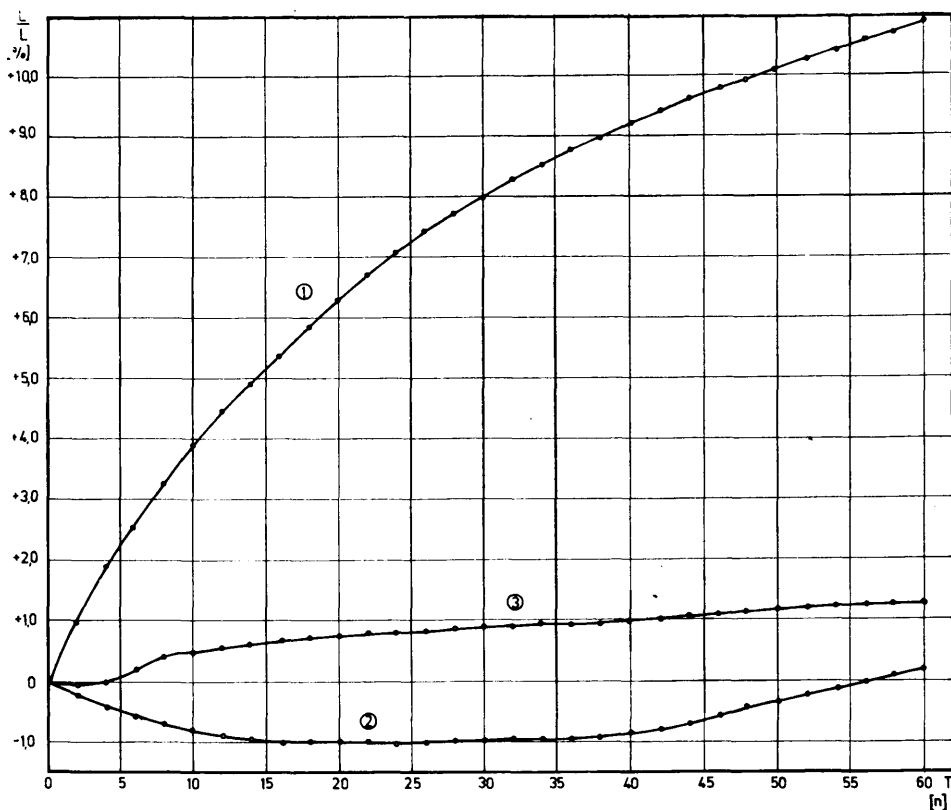
Przy obrazie z polichromią olejną krzywa pęcznienia mierzona tensometrem 1 na drewnie miała podobny przebieg jak w wypadku polichromii temperowej, natomiast warstwy pod polichromią wykazały znacznie silniejszy i dłużej trwający efekt ściskania, będący następstwem wypaczenia sorpcyjnego deski. Zjawisko to świadczy o większym gradiencie wilgotności na przekroju deski podobrazia, spowodowanym większym oporem dyfuzyjnym polichromii olejnej niż temperowej. Wniosek ten jest zgodny z wynikami badań oporów dyfuzyjnych powłok malarskich. Według A. Szyrak⁵ współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej dla polichromii olejnej na bibule filtracyjnej wynosi 998, zaś dla polichromii temperowej na bibule filtracyjnej 363. Odmienne ukształtowała się krzywa odkształcenia samej polichromii przez wyginające się podobrazia. Polichromia wykazała pewne spęcznienie, które osiągnęło

⁵ A. Szyrak, *Badanie współczynnika oporu dyfuzyjnego powłok malarskich*, maszynopis, Wydział Technologii Drewna SGGW-AR, Warszawa 1975.

2. Odkształcenia podobrazia z polichromią temperową podczas pobierania wilgoci; oznaczenie numerów tensometrów jak na il. 1

2. Deformation of the underpainting with distemper polychromy during moisture in-take; denotation of nos of tensometers as on ill. 1





3. Odształcenia podobrazia z polichromią olejną podczas pobierania wilgoci; oznaczenie tensometrów jak na il. 1

3. Distortions of the underpainting with oil polychromy during moisture in-take, denotation of tensometers as on ill. 1

„nasylenie” na niewysokim poziomie powyżej stanu zerowego. Zjawisko to można wytłumaczyć słabą spójnością polichromii olejnej z podłożem i jej kruchością. Na skutek spaczenia się podobrazia polichromia w miejscu badanym odwarstwiła się od podłoża i jako substancja o pewnej higroskopijności (klej glutynowy w zaprawie kredowej) osiągnęła wilgotność równowagą, pęczniąc przy tym w pewnym stopniu.

Uzyskane krzywe odształceń w czasie przebiegu procesu wysychania obrazów do wilgotności początkowej mają identyczny charakter, jak podczas adsorpcji. Potwierdza to wyniki uzyskane wcześniej i ich interpretację.

W uzupełnieniu powyższych rozważań należy zauważyć, że obserwowane różnice właściwości obu polichromii były w dużej części wynikiem dłuższego okresu starzenia się polichromii temperowej – okres 6 miesięcy nie pozwala na jej pełne utwardzenie. Różnice właściwości starych polichromii byłyby prawdopodobnie mniejsze.

Jak wynika z badań, zarówno w wypadku obrazu z polichromią olejną, jak i temperową pęcznieniu zewnętrznych nie polichromowanych warstw podobrazia przeciwdziałają suchsze, nie pęczniące w danym czasie warstwy drewna pod polichromią.

Jeżeli pęcznieniu drewna przeciwdziałają siły zewnętrzne, tak jak w wypadku wyżej opisanym zachodzi w

nim tego rodzaju zmiana właściwości tkanki, że po następnym wysuszeniu drewna do wilgotności wyjściowej stwierdza się zmniejszenie jego wymiarów, a więc powstanie trwałego skurczu. Zjawisko takie zachodzi w czasie nawilżania obrazów. Pęcznienie utrudnione przez leżące po drugiej płaszczyźnie deski warstwy polichromii powoduje trwały skurcz pęczniejącej warstwy drewna i w rezultacie po wysuszeniu trwałe wygięcie obrazu.

Rozciąganie warstw drewna nie polichromowanego w czasie wysychania obrazu nie usuwa powstałego przy nawilżaniu trwałego skurczu drewna.

Zjawisku wyginania obrazu pod wpływem nawilżania i wysychania drewna podobrazia można zapobiec, nanosząc na przeciwległą polichromii płaszczyznę materiał o takim współczynniku oporu dyfuzyjnego, jak polichromia. Powoduje to w rezultacie taką samą szybkość nawilżania obu płaszczyzn obrazu, co nie pozwoli na powstanie naprężeń powodujących stopniowo coraz większą wypukłość polichromii. W wypadku, gdy zjawisko takie już zaszło, naniesienie na deskę materiału utrudniającego dyfuzję pary wodnej nie zmieni kształtu podobrazia.

dr inż. Mieczysław Matejak
mgr inż. Adam Skwarek
Wydział Technologii Drewna
SGGW-AR w Warszawie

STUDIES ON THE DISTORTIONS OF PAINTINGS UNDER THE EFFECT OF CHANGES IN RELATIVE HUMIDITY OF THE AIR

The aim of this work was to examine distortions of paintings during their dampening and drying. Examinations were made on copies of paintings with oil and distemper polychromy. On both sides of under-paintings made of spruce wood four tensometers were stuck, in two opposite pairs. Identical chalk and glue mortars, covered with polychromy, were then prepared. The coatings were varnished. En-

dings of the tensometers stuck to wood were then taken out above the surface of polychromy. After near 6 months tensometers were glued onto polychromies over those put direct on the board. Thus, we got paintings with tensometers on polychromy, under the mortar and an unpolychromed surface of the underpainting. Distortions of paintings, conditioned out in the air with re-

lative humidity of 35% at temp. 20°C., after their transfer to the air with relative humidity of 75% at the same temperature, are shown on illustrations 2 and 3. Illustration no 2 (distemper polychromy) reveals a rapid bulging of wooden layers of unpolychromed side of the painting caused by the adsorption of water vapour and diffusion of water into the painting. This brings about the pressing of wood layers, the humidity of which under polychromy is smaller than the humidity of outside layers. With the time water diffuses towards polychromy and it comes to levelling the humidity of the layers near polychromy. As can be seen from ill. 2 polychromy gets deformed proportionally to layers of the wood, on which it has been put. This proves its flexibility and fine binding with the base.

The course of a curve of bulging measured by a tensometer placed on the board of the painting with oil polychromy is similar to that of distemper polychromy, while the layers under polychromy have shown a stronger and more permanent effect of pressing due to board deformation. This results from a flow of a smaller amount of water through oil polychromy when compared to distemper one. A curve of the deformation of polychromy had a different

shape because of a poor cohesion with the groundwork and fragility. Curves of the deformation during the drying of paintings have an identical character to that during adsorption, which confirms results and their interpretation.

The work done shows that the bulging of unpolychromed layers of the underpaintings is counteracted by underpolychromy layers that do not swell at that time. This brings about reducing dimensions of the layers that had become worst deformed and then, after a subsequent drying of the wood, to its initial humidity it leads to permanent shrinking and permanent bulging of the polychromy.

The phenomenon of paintings' distortion under the effect of dampening and drying of the underpainting can be prevented by putting on the opposite plane of polychromy the material with exactly the same permeability of water vapour as polychromy, which results in the same speed of humidifying the two surfaces of the painting. In the case, when the painting has got already distorted, putting the material that would hinder diffusion of water vapour on the board will not change a shape of the under-painting.

DOMINIK MACZYŃSKI

ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA GAMMA W DZIEDZINIE KONSERWACJI ZABYTKÓW

Od kilkunastu lat prowadzi się na świecie próby wykorzystania promieniowania radioaktywnego do konserwacji dzieł sztuki. Próby te przeprowadza się w laboratoriach jądrowych lub w wydzielonych częściach elektrowni atomowych, tam, gdzie na co dzień obcuje się z kontrolowanym promieniowaniem gamma.

Powstała nowa gałąź nauki. Utworzono liczne instytuty i centra badawcze. Jednym z nich jest aktywnie działające centrum francuskie CEA (Centre d'Etudes Nucleaires) w Grenoble. Ośrodek ten dysponuje siłownią jądrową wyłączoną z sieci i zamienioną w laboratorium. Prowadzi się tam badania bezpośrednio związane z konserwacją dzieł sztuki, a między innymi opracowuje się: 1) nowy sposób dezynfekcji przedmiotów zabytkowych promieniami gamma, 2) metody wzmacniania struktur wewnętrznych materiałów przy zastosowaniu radiopolimeryzacji żywic syntetycznych.

Dezynfekcja promieniami gamma

Często zdarza się, że dzieło sztuki zaatakowane jest przez mikroorganizmy, pleśń, grzyby lub insekty. W tradycyjnych metodach dezynfekcji stosowano gaz lub ciecz o właściwościach trujących. Zabieg wykonywano na przykład pod namiotem foliowym lub po rozebraniu zabytkowego przedmiotu na części i przeniesieniu go do specjalnie przygotowanego pomieszczenia. Metody ciśnieniowe i próżniowe zakładały, że gaz lub płyn wypełni przedmiot i zniszczy mikroorganizmy, insekty lub ich larwy. Stosowanie tych metod nie daje jednak pewności, że trujący środek chemiczny dotrze wszędzie i nie spowoduje zmiany ciężaru, objętości lub barwy zabytkowego przedmiotu. Promieniowanie gamma stworzyło nowe możliwości – przechodzi przez całą strukturę materiału i niszczy wszystkie żywe komórki.

Jak zatem ustalić właściwą dawkę? Im bardziej skomplikowany organizm, tym bardziej jego komórki są wrażliwe na promieniowanie. Do zabicia człowieka wystarczy 10 000 dawek promieniowania gamma, ale do skutecznego zniszczenia komórek grzyba liczba dawek o tej samej sile wynosi milion.

Przed przystąpieniem do naświetlania należy rozpoznać z jakim pasożytem mamy do czynienia, ustalić wielkość dawki promieniowania oraz zbadać jej wpływ na materiał poddany dezynfekcji.

Zależności zachodzące pomiędzy tymi trzema danymi przedstawiamy na konkretnych przykładach prób przeprowadzonych w kilku światowych centrach naukowych.

1. Insekty (*Lyctus*, *Xenobium*, *Anobium*)

Studia przeprowadzone w Wielkiej Brytanii przez Blechly, w Japonii przez Jamamoto i Yoshibę oraz w Czechosłowacji przez zespół naukowców ustaliły zależącą dawkę promieniowania dla wymienionych trzech rodzajów insektów atakujących drewno na 500 Gy (Gy – siła promieniowania). Takie naświetlanie tępi pasożyta i jego larwy w przedmiocie poddanym dezynfekcji, ale nie zabezpiecza go na przyszłość przed ponownym atakiem. W związku z tym naukowcy czescy postulują nałożenie powierzchniowej warstwy ochronnej po napromieniowaniu. We Francji przedmiot przed naświetleniem zabezpiecza się folią plastikową i pozostaje on w niej po zakończeniu całej operacji aż do chwili złożenia w hermetycznej gablocie.

2. Zagrzybienie drewna

W czasie badań przeprowadzonych w RFN (Bors) ustalono, że wielkość dawki promieniowania wystarczająca