

# Kaszyńska, Daria / Matejak, Mieczysław / Pannenko, Iwona

---

## Badania pyłów znajdujących się na obiektach muzealnych

---

Muzealnictwo 36, 121-124

---

1994

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

## BADANIA PYŁÓW ZNAJDUJĄCYCH SIĘ NA OBIEKTACH MUZEALNYCH

Pyły osiadające na przedmiotach muzealnych stanowią przeszkodę w odbiorze ich cech artystycznych. Pyły mogą również wpływać na stan podłoża, na którym osiadają.

Niniejsza praca jest próbą zbadania zjawisk zachodzących na granicy między przedmiotem, a leżącym na nim pyłem.

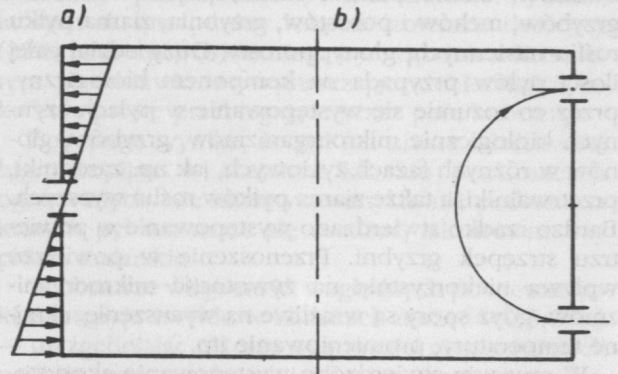
Pył osiada na eksponatach w pomieszczeniach muzealnych, w magazynach, w pracowniach. Wg Recknagla i Sprengera pył składa się z cząstek pochodzenia organicznego, np. włókien pochodzących z odzieży, włosów i cząstek pochodzenia nieorganicznego, piasku, sadzy, węgla, popiołu, metali, pyłów kamiennych, cementu. Inny komponent pyłów stanowią mikroorganizmy: bakterie, glony, grzyby, porosty w ich różnych fazach rozwojowych, a przede wszystkim zarodniki mchów, paproci i w dużych ilościach ziarna pyłku roślin nasiennych. Ziarna pyłu mają wymiary od 0,5 do 1 000  $\mu\text{m}$ . W nieruchomym powietrzu pyły nie spełniają praw rządzących swobodnym spadaniem ciał, lecz poruszają się z większą lub mniejszą prędkością niż wynika to z praw swobodnego spadania. Stężenie pyłu w powietrzu w okresie zimowym jest większe niż w lecie. W zimie leży pokrywa śniegu lub błota. W lecie zanieczyszczenia stanowi głównie kurz wzniesiony przez środki transportu (ścieranie nawierzchni dróg). Deszcze działają oczyszczająco na powietrze, toteż po opadach deszczu powietrze jest mniej zanieczyszczone.

W latach 1978-1979 na terenie Muzeum Narodowego w Warszawie zostały przeprowadzone przez pracowników Pracowni Ekologii Zabytków i Metod Konserwatorskich Muzeum Narodowego, dokładne badania środowiska pyłowego pomieszczeń muzealnych.

Do wnętrza budynków duże ilości pyłów przenikają przez nieszczelne okna, kiedy są one zamknięte i oczywiście podczas wietrzenia, zwłaszcza w okresach: wiosennym, letnim i jesiennym. Część pyłów przedostaje się przez wejścia do budynków. Przykładem zależności między otwieraniem okien w galeriach muzeów lub ich nieszczelnością a ilością i składem pyłów w pomieszczeniach, jest masowe pojawianie się ziaren pyłków roślin nasiennych w pyłach zbieranych wiosną.

Źródłem wielu zanieczyszczeń w muzeum są prace związane z rozpakowywaniem i pakowaniem eksponatów w holu muzeum, a czasem wprost w galeriach. Znaczne ilości pyłów wnoszone są do muzeum na butach oraz odzieży przez osoby zwiedzające.

Infiltracja powietrza lub wietrzenie samoistne zachodzi wskutek przenikania powietrza przez zawsze istniejące nieszczelności okien i drzwi, a niekiedy również przez ściany. Warunkiem takiej wymiany



1. Rozkład ciśnień w ogrzewanym pomieszczeniu w zimie: a. otwór wyrównawczy w środku przegrody; b. górny i dolny otwór wyrównawczy (wg Recknagla i Sprengera).

1. Distribution des pressions dans une pièce chauffée en hiver: a. ouverture égalisante au milieu de la cloison; b. ouvertures égalisantes en haut et en bas (après Recknagel et Sprenger).

powietrza jest, wg Recknagla i Sprengera różnica między ciśnieniem powietrza w pomieszczeniu a ciśnieniem na zewnątrz budynku. Różnica ciśnień może być spowodowana różnicą temperatury lub może być skutkiem dynamicznego działania wiatru. Jeżeli temperatura wewnątrz pomieszczenia jest wyższa od temperatury zewnętrznej, co następuje w ogrzewanym pomieszczeniach w okresie zimowym, to wskutek różnicy gęstości powietrza ciepłego i zimnego na ścianie zewnętrznej ustala się rozkład ciśnień pokazany na rys. 1.

Intensywność wymiany powietrza zachodzącej na drodze infiltracji przez szczeliny zależy przede wszystkim od stopnia nieszczelności okien i drzwi. Zmierzone eksperymentalnie wartości liczbowe tej wielkości zmieniają się w szerokim zakresie: w okresie zimowym, w normalnych pomieszczeniach mieszkalnych krotność wymian powietrza, spowodowana infiltracją, dochodzi do 0,5-1,0 wymian na godzinę. Badania nad składem pyłów w Muzeum Narodowym wykazały, że komponenty pyłów można podzielić na składniki żywe i martwe pochodzenia organicznego i mineralnego. Wśród składników nieożywionych dominują różnego typu włókna. Spotyka się je w preparatach, nawet tam, gdzie pyłów jest stosunkowo mało. Szczątki włókien są łatwo przenoszone przez prądy powietrzne. Stosunkowo często zauważa się w pyłach sadzę oraz szczątki piór ptasich. Wiele razy obserwowano fragmenty drewna i liści.

Wymienione komponenty są dobrą bazą pokarmową dla organizmów żywych, które znajdują się w pyłach osiadającym na obiektach. Bazę pokarmową wzbogacają także sole, cząstki ilaste i inne cząstki

pochodzenia organicznego wnoszone do budynku muzealnego. Główne składniki pyłów zebranych w Muzeum Narodowym to: włókna różnego typu, naturalne i sztuczne o różnych barwach, puch ptasi, szczątki gumy, skóry, drewna, tkanek roślinnych owadów, ziarna piasku, sadze, popiół, zarodniki grzybów, mchów i porostów, grzybnia, ziarna pyłku roślin nasiennych, glony, porosty. Duży udział całej ilości pyłów przypada na komponent biologiczny, przez co rozumie się występowanie w pyłach czynnych biologicznie mikroorganizmów, grzybów, glonów w różnych fazach życiowych, jak np. zarodniki, przetrwalniki, a także ziarna pyłków roślin wyższych. Bardzo rzadko stwierdzano występowanie w powietrzu strzępek grzybni. Przenoszenie w powietrzu wpływa niekorzystnie na żywotność mikroorganizmów, gdyż spory są wrażliwe na wysuszenie, skrajne temperatury, promieniowanie itp.

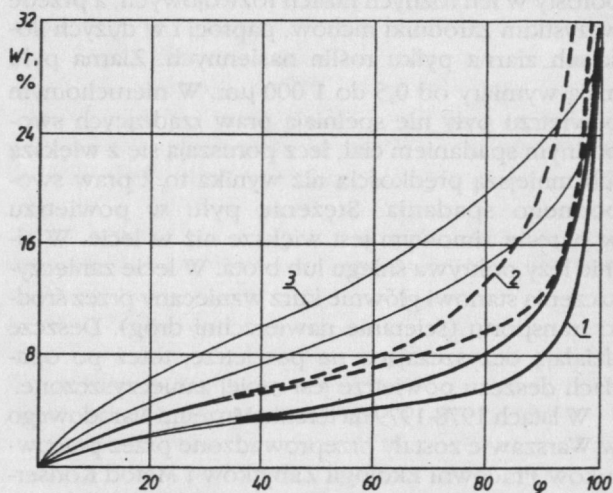
W muzeum stwierdzono występowanie ekosystemów, które pozwalają przetrwać organizmom żywym. Istnieją w nim dogodne warunki siedliskowe, w których organizmy te, wraz z bazą pokarmową mogą osiąść, jak np. wszelkie załamania, zakamarki na rzeźbach kamiennych, drewnianych, źle osłonięte tkaniny. Stwierdzono występowanie szczątków organicznych oraz włókien lub szczątków drewna prawie całkowicie rozłożonych przez mikroorganizmy, które przy tym stopniu destrukcji nie dotarłyby w całości do badanych stanowisk. Także strzępki grzybni, bardzo wrażliwe na urazy mechaniczne, zmiany temperatury, wilgotności oraz promieniowania nie mogłyby, w obserwowanych stadiach rozwojowych, dobrać do wnętrza muzeum. Innym dowodem są zarodniki w trakcie kiełkowania. W pyłe muzealny zidentyfikowano ponad 30 rodzajów zarodników. W pyłach pochodzących z parteru Muzeum Narodowego stwierdzono również dużą ilość glonów.

Celem pracy jest określenie właściwości higroskopijnych pyłów pochodzących z Muzeum Narodowego w Warszawie. Autorzy wyszli z założenia, że znajdująca się na przedmiotach warstwa pyłu może być dla nich nieobojętna i wpływać zarówno na prędkość zmian wilgotności podłoża, jak i na samą jego wilgotność, powodując obniżenie lub podwyższenie wilgotności przedmiotu pokrytego pyłem. Określono izotermy ad- i desorpcji pyłów w zakresie wilgotności względnych powietrza 0 do 100% i temperaturze 20°C, jak i przebieg izoterm sorpcji w zakresie wilgotności względnych powietrza 35% w procesie desorpcji i 86% w procesie adsorpcji, a więc w zakresie wilgotności względnych powietrza, jakie w czasie roku występują w pomieszczeniach muzealnych w Warszawie.

Wilgotność bezwzględna pyłów określono, umieszczając uprzednio nie suszony pył w komorze klimatyzacyjnej o wymuszonym obiegu powietrza, w temperaturze 20°C nad nasyconymi roztworami soli z osadem dennym. Zastosowano wilgotności

względne powietrza równe 35, 44, 58, 76, 86, 90, 97 i 100%. Wilgotność pyłów określono odnosząc masę wody zawartą w pyłe do masy absolutnie suchego pyłu. Wpływ temperatury na przebieg izoterm sorpcji został pominięty, gdyż wg Drewesa zmiana temperatury o 1°K w zakresie temp. 10-60°C (283-333°K) między wilgotnościami względnymi powietrza 35 do 95% powoduje zmianę wilgotności równoważnych przykładowo: świerka o - 0,003961%, a sosny o - 0,03360%, przy czym minus oznacza, że ze wzrostem temperatury wilgotność równoważna spada. Założono, że odnosi się to również, chociaż w przybliżeniu, do części organicznej pyłu.

Określono również procentową zawartość związków organicznych i nieorganicznych pyłu. Izotermy sorpcji pyłów porównano z izotermami sorpcji drewna dębowego i izotermami sorpcji płócien malarzkich. Zbadano izotermy sorpcji całych pobranych próbek pyłów i izotermy sorpcji organicznego udziału tych pyłów.



2. Przebieg izoterm sorpcji pyłu pochodzącego z eksponatów z Galerii Sztuki Średniowiecznej MNW, w temp. 20°C.

2. Ligne isotherme de sorption des poussières provenant d'objets de la Galerie d'Art du Moyen Age MNW, a 20°C.

Na rysunku 2 przedstawiono przebieg izoterm sorpcji całej próbki pyłu, izotermy części organicznej tego pyłu, w temperaturze 20°C, pochodzącego z eksponatów galerii sztuki średniowiecznej oraz izoterm sorpcji drewna dębowego.

Z rysunku wynika, że wilgotności równoważne pyłu z eksponatów galerii sztuki średniowiecznej są aż do wilgotności względnej powietrza równej 90% niższe, niż wilgotności drewna dębowego. Również izotermy części organicznej pyłu wykazują, aż do wilgotności względnej powietrza równej ok. 90%, niższe właściwości higroskopijne niż drewno dębowe.

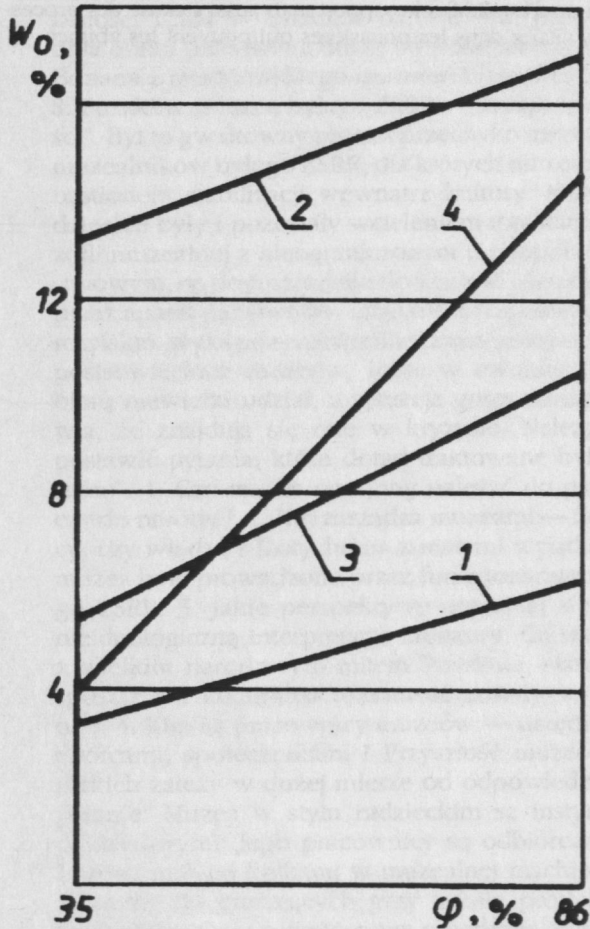
Organiczne części pyłów wykazują w obszarze wilgotności względnych powietrza 90 do 100%, przyrost wilgotności równoważnych znacznie przekraczający wilgotności równoważne drewna.



Przyczyną tego zjawiska jest obecność w pyłe żywych organizmów, które w wysokich wilgotnościach względnych powietrza rozpoczynają procesy życiowe, pobierając z powietrza wodę. Przykładowo, wilgotność żywych glonów wynosi 98% wilgotności względnej, a więc 4 900% wilgotności bezwzględnej.

Powyżej 90% wilgotności względnej powietrza wilgotność pyłów nie powinna być określana jako wilgotność równoważna, bo nie jest ona funkcją tylko wilgotności względnej powietrza i temperatury, a rezultatem procesów życiowych.

Wynika z tego, że przy wysokich wilgotnościach względnych powietrza, możliwe jest przekazywanie wody ciekłej od żywej części organicznej pyłu do leżącego pod nim, nie zabezpieczonego drewna, co w przypadku niekorzystnych warunków może spowodować nawilżanie podłoża.



3. Przebieg izotermii między dwoma skrajnymi wilgotnościami względnymi powietrza 35% (des) i 86% (ads): 1. pyłu z eksponatów galerii; 2. części organicznej pyłu z eksponatów galerii; 3. drewna dębowego 4. XIX-wiecznego, spranego i wygotowanego płótna ze starego dublażu.
3. Ligne isotherme entre deux humidités relatives extrêmes 35% (des) et 86% (ads): 1. des poussières des objets de la galerie; 2. des éléments organiques des poussières provenant des objets de la galerie; 3. du bois de chêne; 4. de toile du XIXes., dé lavée et bouillie, provenant d'un vieux doublage.

Na rys. 3 pokazano izotermie sorpcji pyłów, drewna i płócien malarskich w warunkach nie klimatyzowanych pomieszczeń muzealnych czy mieszkalnych, w których w temperaturze zbliżonej do 20°C, wilgotność względna powietrza waha się od 35% w miesiącach zimowych do około 85% w lecie. Izotermie takie, których skrajne punkty leżą na izotermie desorpcji (35%) i adsorpcji (85%) mogą być, zgodnie z Krischerem, przedstawione z wystarczającą dokładnością jako linie proste przebiegające przez pole histerezy.

Z rysunku wynika, że pył ma niższe właściwości higroskopijne w obszarze klimatu pomieszczeń ogrzewanych, nie klimatyzowanych, niż podłoża na których pył ten może się osadzać, jak drewno czy płótna malarskie.

W obszarze wilgotności względnych powietrza, jaki występuje zwykle w klimatach muzeów (35-85%) — uwzględniając różnice wilgotności równoważnych podłoża, całego pyłu, jak i tylko jego części organicznej, której pył eksponatów zawierał 38,8% — nie powinno zachodzić nawilżenie podłoża przez pył. Obecność pyłów może być jednak szkodliwa dla podłoża, na którym się znajduje nawet w niskich wilgotnościach powietrza, ze względu na możliwość adsorbowania innych, jak para wodna, składników powietrza np. SO<sub>2</sub>, który z zaadsorbowaną parą wodną może tworzyć kwas siarkowy.

Również znając możliwości niektórych gatunków grzybów do wznawiania aktywności biologicznej, nawet przy niskich wilgotnościach oraz umiejętność pewnych organizmów do wytwarzania dużej ilości wody w procesach życiowych, utrzymywanie warstwy pyłów na obiektach jest ryzykowne.

Z przebiegu izoterm można wywnioskować, że wysokie wilgotności względnej powietrza, przekraczające 85-90% mogą być bardzo szkodliwe dla podłoża, zarówno ze względu na możliwość nawilżenia podłoża wodą ciekłą pochodzącą z adsorpcji czy kondensacji w pyłe, jak i ze względu na procesy życiowe w pyłe, które mogą wpłynąć w ostateczności na uszkodzenia podłoża.

## Bibliografia

1. W. Baumeister, *Pflanzenlexicon*. „Allgemeine Botanik” T. 1: 1972.
2. H. Drewes: *Ausgleichsfeuchten von Holzwerkstoffen für das Bauwesen*. Holz als Roh und Werkstoff. Berlin 1985, s. 97-103.
3. D. Kaszyńska, I. Pannenko, *Badania środowiskowe wewnątrz Muzeum Narodowego w Warszawie*. Mps, Muzeum Narodowe. Laboratorium 1979.
4. O. Krischer, *Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungs technik*. Berlin 1963.
5. M. Matejak, E. Popowska: *Wood humidity in the Museum rooms*. „Annals of Warsaw Agricultural University, SGGW-AR, Forestry and Wood Technology”, 1986 nr 33, s. 37-41.

6. R. Maziarski, *Badania właściwości higroskopijnych pyłów występujących w pomieszczeniach Muzeum Narodowego*. Mps, SGGW-AR Warszawa 1992.

7. Recknagel, Sprenger, *Ogrzewania i klimatyzacja*. Warszawa 1976.

8. B. Rouba, M. Matejak, *Badania właściwości higroskopijnych surowych płócien lnianych używanych jako płótna malarskie*. „Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo. Nauki humanistyczno-społeczne”, XXII: 1994 z. 271, s. 107-125.

*Daria Kaszyńska, Mieczysław Matejak, Iwona Pannenko*

### Analyse des poussières recouvrant les objets exposés dans les musées

Ce travail de recherche tente d'analyser les processus qui évoluent à la frontière entre l'objet et la couche de poussière qui le recouvre. L'étude fut faite de la composition, ainsi que des propriétés hygroscopiques, des poussières qui se posent sur les objets dans la Galerie du Musée National de Varsovie. On a pu constater que ces poussières sont composées de tous genres de fibres, de duvet d'oiseau, de particules de caoutchouc, de peau, de bois et d'autres tissus végétaux, de grains de sable, de suie, de cendres, de spores de champignons, de mousses, de pollen de plantes à graines, d'algues.

Les éléments organiques constituaient 40% de la composition totale des poussières. L'on constata aussi que les poussières, de même que leurs constituants organiques, ont des propriétés hygroscopiques inférieures à celles du bois et des toiles de tableaux dans un espace d'humidités équivalentes à 85% d'humidité relative de l'air. Dans le cas d'humidités relatives de l'air plus élevées, telles que 86-90% les humidités équivalentes des poussières dépassent les humidités équivalentes des supports. Ceci peut être nuisible non seulement parce que l'eau des processus d'adsorption risque d'humidifier le support mais aussi à cause des processus vitaux dans les poussières qui peuvent les abîmer.

