

# Analiza rzeczywistych warunków psychrometrycznych przechowywania archiwaliów w zabytkowym budynku

Analysis of the psychrometric conditions of archive storage measured in a historic building

ANNA CHARKOWSKA, MACIEJ MIJAKOWSKI

DOI 10.36119/15.2020.4.5

W budynkach archiwów niewłaściwe wartości parametrów powietrza (m.in. temperatury, wilgotności względnej), a także ich skokowa i nagła zmiana w czasie, prowadzą do nieodwracalnych fizyko-chemicznych zmian przechowywanych dokumentów. Ze względu na obawy dotyczące niedotrzymania wymaganych wartości parametrów powietrza w magazynach archiwaliów mieszczących się w zabytkowych budynkach, podjęto badania mające na celu sprawdzenie stanu rzeczywistego i ocenienie wynikających z tego faktu zagrożeń. W artykule omówiono wyniki badań przeprowadzonych w lecie, w okresie o najbardziej niepokojących wartościach parametrów powietrza w magazynach archiwaliów. Przeprowadzono analizę ich zgodności z normami konserwatorskimi.

*Słowa kluczowe: warunki przechowywania, zbiory archiwalne, wilgoć, zabytkowy budynek, pomiary, analiza, normy konserwatorskie*

Archive stores are located in historic buildings. Unfortunately, incorrect indoor air parameters (e.g. temperature, relative humidity), as well as their fast and sudden change in time, may destroy stored archives. Due to concerns about not keeping indoor air parameters within recommended range, research was undertaken to determine the actual situation in archive stores located in a historic building. The article discusses the results of research conducted in the summer, the period of the most disturbing values of air parameters in the archives' stores. Also the analysis of their compliance with conservation standards was conducted.

*Keywords: storage conditions, archival collections, historic building, measurements, analysis, conservation standards*

## Wstęp

Materiały archiwalne stanowiące narodowy zasób archiwalny przechowuje się wieczyście [5]. Aby ten cel zrealizować należy zapewnić im właściwe warunki ekspozycji i magazynowania.

Czynniki środowiskowe, takie jak temperatura, wilgotność względna powietrza, światło oraz zanieczyszczenia atmosferyczne i pyłowe, są przyczyną rozkładu materiałów archiwalnych. Intensywność ich niszczenia wzrasta wraz ze wzrostem temperatury i wilgotności względnej powietrza. Wilgotność względna powietrza katalizuje reakcje, a wzrost temperatury zwiększa ich tempo [1]. W wyższych temperaturach powietrza intensyfikują się procesy starzenia się materiałów. Wskazane jest zatem utrzymanie niskiej temperatury powietrza i określonej wilgotności względnej. Niezwykle ważna jest stabilizacja parametrów powietrza wewnętrznego w dłuższych przedziałach czasowych (pory roku) i krótszych przedziałach czasowych. Bardziej szkodliwe dla archiwaliów byłyby gwałtowne, choć nawet

krótkotrwałe, zmiany parametrów powietrza niż utrzymywanie się jednakowych ich wartości odbiegających od wartości oczekiwanych. Dopuszczalne także są w ciągu roku powolne, sezonowe zmiany parametrów powietrza [10].

Problem utrzymania wymaganych parametrów powietrza przeanalizowano na przykładzie znajdującego się w Warszawie Archiwum Głównego Akt Dawnych (AGAD), gdyż zaobserwowano tam niepokojące duże wahania wartości wilgotności względnej i temperatury powietrza, jednocześnie innych niż wymagane. Dla analizy zachodzących zjawisk ważne jest poznanie historii i obecnego statusu tego obiektu. Od roku 1952 Archiwum mieści się w barokowym Pałacu Raczyńskich w Warszawie. W 1944 roku, po Powstaniu Warszawskim, budynek był wypalony, dach się zawalił, ale mury pałacu przetrwały. W całości także ocalały piwnice. Na nich w latach 1948–1950 odbudowano pałac. Ostatnim akcentem tych prac było odrestaurowanie Sali Balowej w latach 1972–1976. Budynek jest objęty opieką konserwatora zabytków. Obecnie w Archiwum przechowywane są zbiory z okresu od XII

wieku do I Wojny Światowej. W 2010 roku było ich 6500 metrów bieżących. Budynek, jak wynika z jego historii, nie był wybudowany z przeznaczeniem do przechowywania cennych archiwaliów, zarówno pod względem funkcjonalnym, jak i środowiskowym.

## Wymagane warunki środowiskowe przechowywania zbiorów

Materiałami archiwalnymi wchodzącymi do narodowego zasobu archiwalnego są wszelkiego rodzaju akta i dokumenty, korespondencja, dokumentacja finansowa, techniczna i statystyczna, mapy i plany, fotografie, filmy i mikrofilmy, nagrania dźwiękowe i wideofonowe, dokumenty elektroniczne [5].

W magazynach poddanych ocenie zgromadzone są przede wszystkim archiwalia papierowe. Zdolność papieru do pochłaniania wilgoci z powietrza zależy od względnej wilgotności i temperatury powietrza, rodzaju włókien, stopnia ich zmielenia, stopnia zaklejenia oraz zawartości wypełniaczy, substancji hydrofobowych i hydrofilowych. Papier w pomieszczeniu o określonej wilgotności i temperaturze pochłania

dr inż. Anna Charkowska, <https://orcid.org/0000-0001-6060-9895>; dr inż. Maciej Mijakowski, <https://orcid.org/0000-0001-8064-724X>  
- Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska.  
Adres do korespondencji/ Corresponding author: [anna.charkowska@pw.edu.pl](mailto:anna.charkowska@pw.edu.pl)

wilgoć do momentu, gdy osiągnie stan równowagi wilgotności z otaczającym go powietrzem. Jeśli papier o dużej zawartości wilgoci nie jest przechowywany w pomieszczeniu o jej minimalnej zawartości (bardziej suchy), następuje proces odwrotny do sorpcji. Jego wilgotność zmniejsza się do stanu równowagi z otaczającym powietrzem [4].

Poniżej przedstawiono wymagania ciepło-wilgotnościowe cytowane za [10], [8] oraz zalecane i oczekiwane w AGAD.

Klimat w magazynach, w których przechowywane są materiały archiwalne powinien być jak najbardziej stabilny w krótkich odstępach czasowych. Oznacza to, że w magazynie archiwaliów papierowych lub archiwaliów mieszanych dopuszczalne są powolne roczne zmiany sezonowe temperatury (np. w zakresie 16–23°C, uznane za „pokojowe - niezłe” w normie ISO 18934:2011 [3]), natomiast jej wahania w krótkich okresach (dobowe i tygodniowe) powinny być ograniczone. Przy określaniu klimatycznych warunków przechowywania archiwaliów należy uwzględnić, że materiały przechowywane w chłodniejszym środowisku dłużej zachowują trwałość. Zaleca się, aby utrzymywać niską temperaturę powietrza przez możliwie jak najdłuższy czas w ciągu roku [10].

Zgodnie z informacjami zamieszczonymi w [10], dopuszczalne są powolne roczne zmiany sezonowe wartości wilgotności względnej powietrza wewnętrznego w zakresie 35–60%. Dopuszcza się wahania dzienne wilgotności względnej nie większe niż 5%. Wilgotność względna powietrza nie powinna przekraczać poziomu 60% podczas dłuższego czasu (ponad 24 godziny) i nigdy nie powinna być wyższa niż 65%. Archiwalia na podłożu papierowym zgromadzone w magazynie stanowią silny bufor wilgotności, tzn. powoli wchłaniają i oddają wodę, a zatem nie jest korzystna wysoka zawartość wilgoci w powietrzu.

W tabeli 1 zamieszczono rekomendowane na podstawie PN-ISO 11799:2006P [8] wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza (wraz z dopuszczalnymi dobowymi wahaniami) w pomieszczeniach do przechowywania wybranych materiałów archiwalnych i bibliotecznych.

W magazynach muszą być przewidziane miejsca do krótkiej, czasowej pracy archiwistów i magazynierów, np. odpowiedniej wielkości stoły [10]. Strumień powietrza wentylacyjnego zewnętrznego doprowadzany do magazynu powinien być ograniczony do minimum spełniającego wymagania higieniczne związane z czasowym przebywaniem pracowników. Niekorzystny byłby bowiem transport z zewnątrz, za pomocą powietrza, zanieczyszczeń biologicznych i mikrobiolo-

**Tabela 1. Rekomendowane przez PN-ISO 11799:2006P [8] warunki dla długotrwałego przechowywania materiałów archiwalnych i bibliotecznych oraz dobowe wahania wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza**

**Table 1. Conditions for long-term storage of archival and library materials and daily fluctuations in temperature and relative humidity values recommended by PN-ISO 11799:2006P [8]**

Typ materiału	Temperatura, °C			Wilgotność względna, %		
	min	max	dop. dobowe wahanie	min	max	dop. dobowe wahanie
Papier, zabezpieczenie optymalne	2	18	±1	30	45	±3
Papier – obiekty często udostępniane, powierzchnie magazynowe, które są miejscem pracy personelu	14	18	±1	35	50	±3

gicznych (np. zarodników grzybów pleśniowych). Przepływające w pomieszczeniu powietrze nie może powodować podnoszenia zanieczyszczeń osiadłych na zbiorach, w szczególności zarodników grzybów. Wynika stąd konieczność ograniczenia prędkości powietrza oraz jego turbulencji. Jednocześnie zaleca się [1], aby w pomieszczeniach magazynowych oraz wokół regałów utrzymywać dobrą cyrkulację powietrza.

W oparciu o informacje uzyskane w AGAD, wymaganymi parametrami powietrza wewnętrznego, w całym okresie użytkowania pomieszczeń, niezależnie od pory roku, są w rozpatrywanych magazynach archiwaliów następujące wartości:

- Temperatura: 17 ÷ 19°C,
- Wilgotność względna: 40 ÷ 50%,
- Zawartość wilgoci: 4,8 ÷ 7 g/kg.

O problemach wiążących warunki środowiskowe ze stanem zachowania zbiorów archiwalnych napisano w artykule [2].

### Magazynowanie zbiorów

Dla analizy zachodzących w zbiorach procesów związanych ze zmianami wilgotności względnej i temperatury powietrza istotną jest informacja o sposobie magazynowania dokumentów.

Metoda przechowywania materiałów uzależniona jest od ich formatu i nośnika. Dokumenty mogą być układane na regałach jezdnych, stacjonarnych, w szafach kartograficznych lub zawieszane na specjalnych stelażach [10].

Pojedyncze karty szybciej reagują na zmiany parametrów powietrza niż papier składowany w stosach lub przechowywanych wiele kart w specjalnych kartonowych pudełkach.

Zaleca się, aby w magazynach zbiory archiwalne były przechowywane w kartonowych pudłach archiwizacyjnych na półkach wysokich metalowych regałach z ażurowymi lub pełnymi ścianami bocznymi. Specjalnie wykonane pudła mają za zadanie spowalniać procesy degradacji dokumentów przez czynniki biologiczne, chronić przed kurzem i wilgocią. Działają one jak bufor niwelujący wpływ warunków środowiskowych na zbiory

(buforowanie wilgoci). W pudłach wokół dokumentów wytwarza się swoisty, w pewnym stopniu stały i stabilny mikroklimat opóźniający skutki ewentualnych zmian temperatury i wilgotności względnej powietrza w magazynie.

W pomieszczeniach magazynowych AGAD, w których przeprowadzono omawiane pomiary, przechowywane są dokumenty papierowe, włożone do specjalnych tekturowych teczek i pudeł, składowane na stacjonarnych, wysokich, ażurowych regałach.

### Charakterystyka pomieszczeń

Dwa magazyny, w których parametry powietrza budziły zaniepokojenie konserwatorów AGAD, znajdują się na II piętrze bezpośrednio pod naturalnie wentylowanym przez cały rok poddaszem (zakratowane otwory ścienne, bez oszklenia). Dach nie jest izolowany. Również większość powierzchni podłogi strychu nie jest izolowana cieplnie. Jedyne na jej części, nad magazynem AGIEWIL, na podłodze jest ułożona wiele lat temu wata mineralna (obecnie bardzo zniszczona) i rozsypany keramzyt. Są to:

- pomieszczenie nr 318 (ozn. 318/1) - II piętro, pod strychem z dachem z blachy miedzianej, skrzydło budynku z oknami skierowanymi na NW i SE (skrzydło od strony Kompanii Piwnej),
- AGIEWIL - Archiwum Folwarku Wilanów - II piętro, pod strychem z dachem z blachy miedzianej, skrzydło budynku z oknami skierowanymi na NW i SE (skrzydło od ul. Kilińskiego).

W celu analizy i porównania wyników pomiarów z wynikami uzyskanymi w pomieszczeniach o różnej lokalizacji, przeprowadzono analogiczne pomiary w:

- magazynie KRSW (dokumenty Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych z lat 1795-1868) - I piętro, skrzydło budynku z oknami skierowanymi na NW i SE, bezpośrednio pod magazynem AGIEWIL,
- pomieszczeniu nr 311 - II piętro, pod dachem krytym dachówką, front pałacu, ściana zewnętrzna skierowana na SW. Wszystkie wymienione pomieszczenia

nie posiadają ani wentylacji mechanicznej ani klimatyzacji. Jest jedynie wentylacja grawitacyjna. W ziemie działa centralne ogrzewanie. Magazyny mieszczące się w skrzydłach budynku (AGIEWIL, KRSW, 318) mają szereg okien w obu ścianach zewnętrznych, magazyn nr 311 – w jednej ścianie. Nie zaleca się ich otwierania w celu przewietrzania (rys. 1, rys. 2).

## Rozwiązanie wentylacji pomieszczeń magazynowych

Pomieszczenia magazynowe nie posiadają wentylacji lub klimatyzacji mechanicznej. Jest jedynie wentylacja grawitacyjna. Magazyny mieszczące się w skrzydłach budynku (AGIEWIL, KRSW, 318) mają szereg okien w obu ścianach zewnętrznych, jednak nie zaleca się ich otwierania w celu wentylacji naturalnej, aby nie pojawił się:

- dopływ powietrza z zewnątrz zanieczyszczonego gazami spalinyowymi, drobnym pyłem oraz drobnoustrojami, w tym zarodnikami grzybów pleśniowych,
- dopływ powietrza zewnętrznego wilgotnego latem lub suchego zimą,
- przeciąg mogący doprowadzić do porywania z powierzchni zbiorów i przeniesienia drobnych zanieczyszczeń w przestrzeni magazynu.

## Analiza wyników pomiarów

Badania przeprowadzono w 2016 roku i na początku 2017 roku. Pomiary temperatury i wilgotności względnej w pomieszczeniach zostały wykonane przy użyciu czujników NTC (zakres  $-20...+70^{\circ}\text{C}$  i  $0...100\%$  RH, dokładność  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , i  $\pm 3\%$  RH) zintegrowanych z rejestratorami 175-H2 produkcji Testo. Jednocześnie z przeprowadzanymi pomiarami w pomieszczeniach, odczytano wartości parametrów powietrza zewnętrznego. Pomiary wykonano w trzech etapach: okres letni, zimowy i przejściowy (wiosna). Dla każdego okresu wykonano pomiary przez 30 dni, z zapisem wyniku co 5 minut, uzyskując 8000 wartości danego parametru powietrza.

Wybrane, najlepiej charakteryzujące problem wykresy, przedstawiają zarejestrowane wartości temperatury i wilgotności powietrza (rys. 3-7), zarówno w badanych pomieszczeniach, jak i na zewnątrz w okresie letnim.

W wyniku analizy danych pomiarowych zauważa się, że temperatura powietrza w magazynach jest niedotrzymana w lecie przez cały czas trwania pomiarów, a właściwie znacznie ją przekracza (AGIEWIL temperatura średnia jest o 4,5K wyższa od wymaganej maksymalnej – rys. 7a). Zaniepokojenie budzi zbyt wysoka wartość wilgot-

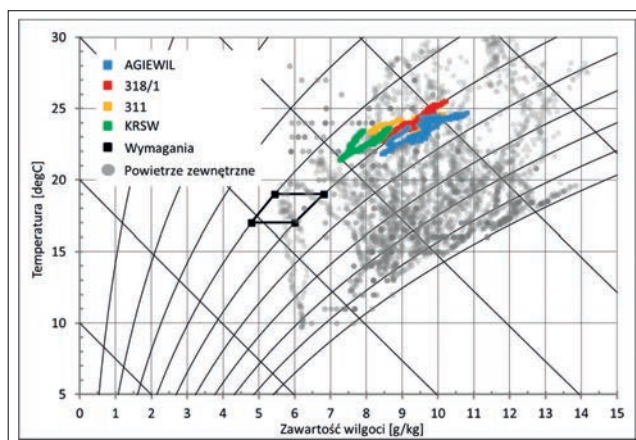


Rys. 1. Budynek AGAD, skrzydło od ul. Kilińskiego – lokalizacja magazynów AGIEWIL i KRSW (zdj. Piotr Narowski)  
Fig. 1. AGAD building, wing from Kiliński Street – location of AGIEWIL and KRSW warehouses (photo: Piotr Narowski)

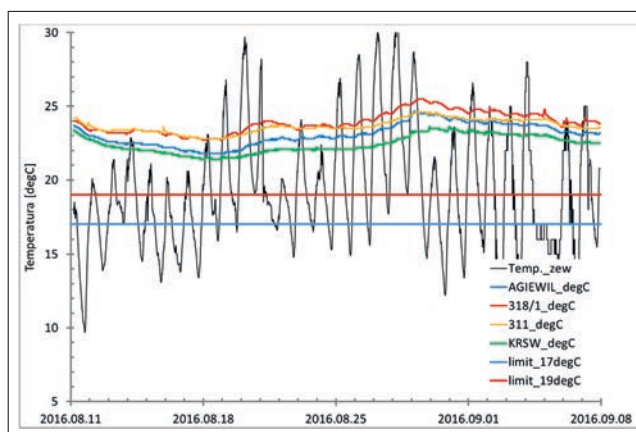


Rys. 2. Budynek AGAD z zaznaczonym pomieszczeniem magazynowym nr 311 (zdj. Piotr Narowski)  
Fig. 2. AGAD building with storage room No. 311 marked (photo: Piotr Narowski)

Rys. 3. Parametry powietrza zewnętrznego zmierzone w lecie i wymagane pole klimatu wewnętrznego  
Fig. 3. Outdoor air parameters measured in the summer and required indoor climate field



Rys. 4. Przebieg zmienności wartości temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego w lecie dla wszystkich pomieszczeń  
Fig. 4. The variation of indoor and outdoor air temperature in the summer for all stores

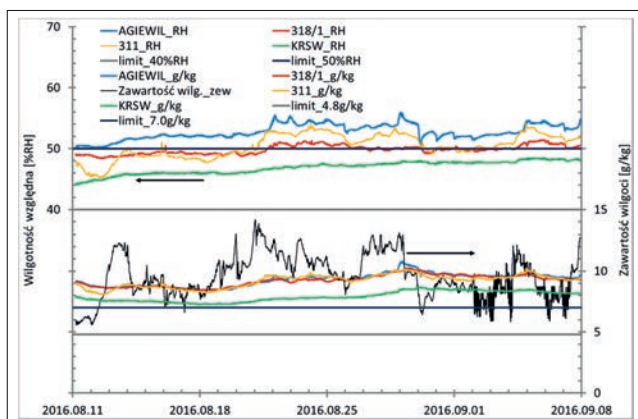


ności względnej przez większość czasu (rys. 7b), osiągająca nawet 55,9%.

Ze względu na zgłoszenie takiego problemu przez pracowników AGAD – przeanalizowano, jak na wartość temperatury powietrza wewnętrznego wpływa lokalizacja pomieszczeń. I tak: latem trochę niższe war-

tości temperatury zaobserwowano w magazynie znajdującym się na I piętrze w porównaniu z magazynami na II piętrze, usytuowanymi bezpośrednio pod strychem. (rys. 4). Wbrew przewidywaniom, blacha miedziana na dachu nad pomieszczeniami AGIEWIL i nr 318, nie doprowadziła do zwiększonego

Rys. 5. Przebieg zmienności wartości wilgotności względnej oraz zawartości wilgoci powietrza wewnętrznego i zewnętrznego w lecie dla wszystkich pomieszczeń Fig. 5. The variation of the relative humidity and the moisture content in the summer of indoor and outdoor air for all stores



podgrzewania powietrza w magazynach w wyniku przepływu ciepła ze strychu, w porównaniu z magazynem nr 311 pod strychem krytym dachówką ceramiczną. Widać natomiast niewielkie obniżenie temperatury powietrza w magazynie AGIEWIL w porównaniu z pomieszczeniem nr 318, co można wytłumaczyć zmniejszonym przepływem ciepła ze strychu (na suficie magazynu AGIEWIL jest jeszcze stara, zniszczona izolacja cieplna: wełna mineralna i keramzyt).

Przeanalizowano również wpływ parametrów powietrza zewnętrznego na warunki wewnętrzne. Oprócz wspomnianego powyżej wzrostu temperatury w pomieszczeniu AGIEWIL w porównaniu do pomieszczenia 318, nie

stwierdzono w okresie analizowanego miesiąca istotnej korelacji. Przykładowo na rys. 6 pokazano korelację pomiędzy parametrami powietrza zewnętrznego i wewnętrznego dla pomieszczenia AGIEWIL charakteryzującego się największą zmiennością temperatury powietrza. Korelacje dla pozostałych pomieszczeń wykazują jeszcze mniejszą istotność.

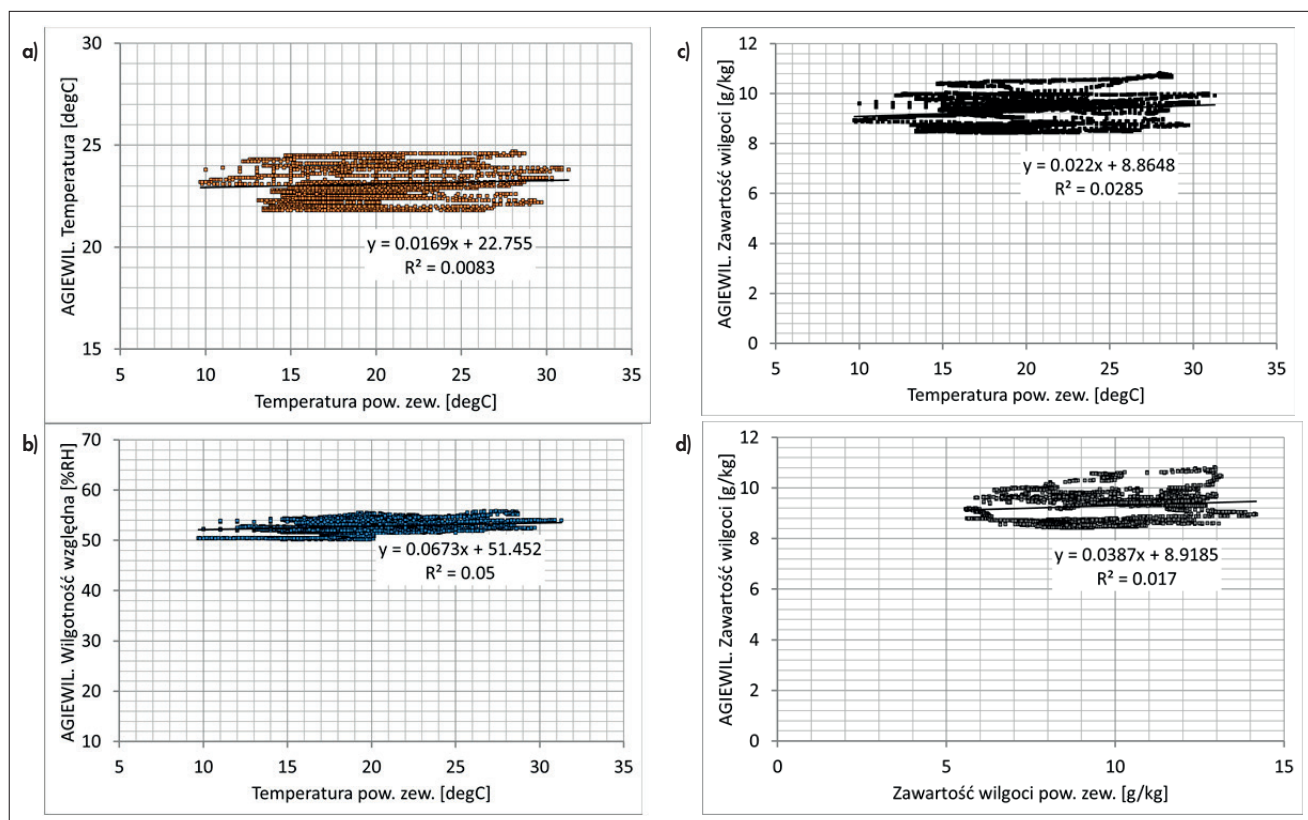
Brak wpływu powietrza zewnętrznego ma dobre strony i na pewno jest jedną z przyczyn zachowywania w magazynach bardzo stabilnych warunków. Przykładowo na rys. 7 przedstawiono dobowe profile temperatury i wilgotności powietrza dla magazynu AGIEWIL na tle profilu powietrza zewnętrznego latem.

Wysoka stabilność zarówno temperatury, jak i wilgotności powietrza wewnętrznego pozwala spełnić rekomendowane przez PN-ISO 11799P [8] dopuszczalne dobowe wahania (tabela 1). Analizując fluktuacje parametrów dla dłuższych przedziałów czasu – można zauważyć niewielkie odchyłki od klimatu historycznego. Przykładowo 7. i 93. percentyl fluktuacji od średniej 20-dobowej wynosi dla magazynu AGIEWIL  $-0,27K$  i  $+0,63K$  oraz odpowiednio  $-0,1\% RH$  i  $+1,8\% RH$ . Ilustrację rozkładu fluktuacji przedstawiono na rys. 8.

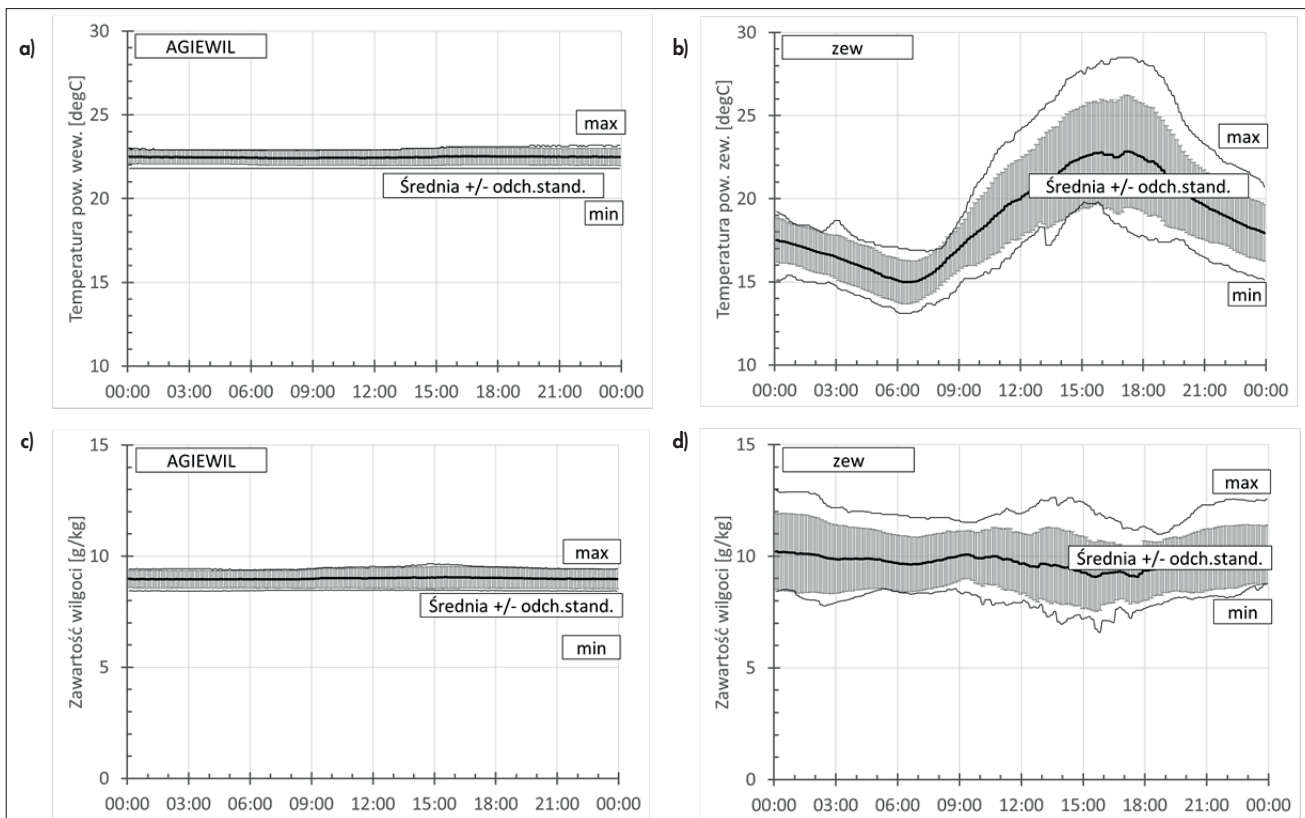
Jest to niewątpliwa zaleta analizowanych magazynów – niestety brak całorocznego pomiaru parametrów powietrza nie pozwala sprawdzić modelu klimatu historycznego przedstawionego w normie PN-EN 15757:2012P [7].

### Proponowane rozwiązania i ocena ich realizacji

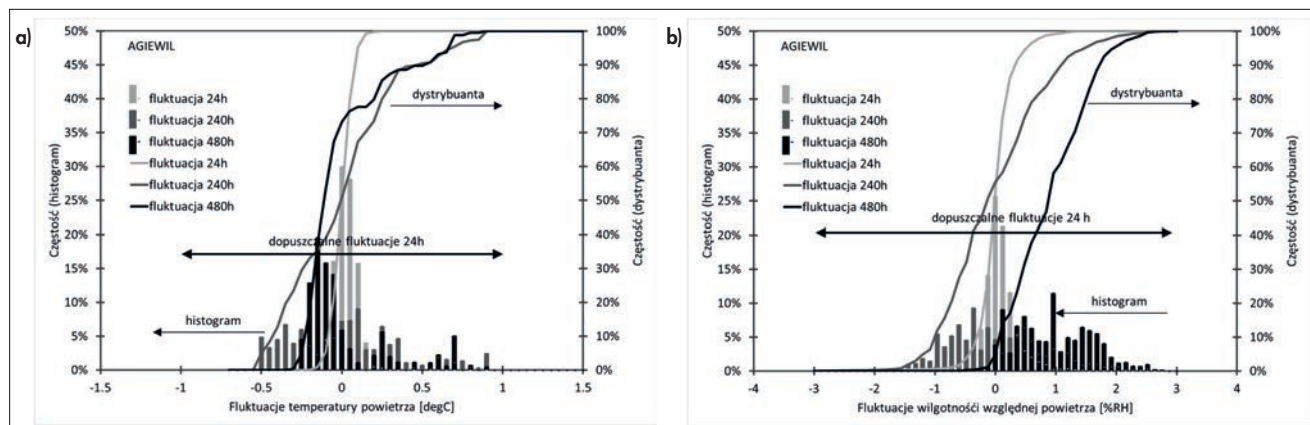
Rozwiązaniem, które pozwoliłoby na zapewnienie stabilności parametrów powietrza w magazynach przez cały rok i ich niezależności od zmian klimatu zewnętrznego, byłby system pełnej wentylacji i klimatyzacji. Musiałby być to system 100% bezawaryjny, aby w przypadku awarii nie doprowadzić do pogorszenia sytuacji, czyli nagłej



Rys. 6. Korelacja między temperaturą powietrza wewnętrznego i zewnętrznego (a), wilgotnością względną wewnętrzną i temperaturą zewnętrzną (b), zawartością wilgoci w powietrzu wewnętrznym i temperaturą zewnętrzną (c) oraz zawartością wilgoci w powietrzu wewnętrznym i zewnętrznym (d) for and summer period – AGIEWIL Fig. 6. Correlation between the indoor and outdoor temperature (a), indoor relative humidity and outdoor temperature (b), indoor moisture content and outdoor temperature (c) and indoor and outdoor moisture content (d) for and summer period – AGIEWIL



Rys. 7. Dobowe profile temperatury (a) i zawartości wilgoci (b) w pomieszczeniu AGIEWIL oraz na zewnątrz  
Fig. 7. Daily temperature (a) and moisture content (b) profiles in the AGIEWIL room and outside



Rys. 8. Rozkład fluktuacji temperatury powietrza wewnętrznego (a) oraz wilgotności względnej (b) od średniej dobowej, dziesięciodniowej i dwudziestodniowej w okresie letnim – AGIEWIL  
Fig. 8. Distribution of fluctuations in indoor air temperature (a) and relative humidity (b) from daily, ten-day and 20-day average over the summer – AGIEWIL

zmiany wartości parametrów powietrza. Jednak nawet zwykła klimatyzacja obiektu (koszty inwestycyjne i eksploatacyjne) jest kosztowna, a tym bardziej zdublowany system. Kolejnym problemem jest stan strychu, na którym jedynie mogłaby się znajdować maszynownia klimatyzacyjna i chłodnicza. W obecnym stanie nie wytrzyma on dodatkowego obciążenia. Z tego powodu to, wydawałoby się, najlepsze rozwiązanie musi być odrzucone.

Rozważyć można zastosowanie lokalnych urządzeń chłodzących i nawilżających powietrze w magazynach. Ze względu na

znajdujące się w magazynach wysokie regały z archiwaliami, rozmieszczone gęsto, i związane z tym ograniczenie swobodnego przepływu powietrza w całym pomieszczeniu, w przypadku stosowania lokalnych urządzeń wentylacyjnych, uzyska się miejscową zmianę parametrów powietrza z niebezpieczeństwem nadmiernego ochłodzenia lub nawilżania w pobliżu urządzenia uzdatniającego powietrze. Taki efekt może być bardziej szkodliwy dla zgromadzonych w pobliżu dokumentów od zrezygnowania z jakiegokolwiek formy zmiany parametrów powietrza. Dodatkowo zaniepokojenie archiw-

stów, ze względu na ewentualnie wycieki w przypadku awarii, mogłoby budzić umieszczenie bezpośrednio w magazynach urządzeń zasilanych wodą.

Można też rozważyć poprawę działania istniejącej wentylacji grawitacyjnej, pracującej w miarę poprawnie jedynie w chłodnej porze roku, co wynika z warunków projektowych tego typu systemu, czyli temperatury powietrza zewnętrznego  $+12^{\circ}\text{C}$  [6]. Zainstalowanie wentylatorów wywiewnych i nawiewników okiennych usprawniłoby jej pracę, ale do pomieszczeń dopływałoby powietrze nieuzdatnione (zależnie od pory roku - zimne

**Tabela 2. Porównanie wartości parametrów powietrza w okresie letnim z normami konserwatorskimi dla magazynów AGIEWIL, nr 318 oraz pomieszczeń referencyjnych KRSW, nr 311 i wartości parametrów powietrza zewnętrznego**

**Table 2. Comparison of summer air parameters with conservation standards for AGIEWIL, No. 318 and KRSW reference rooms, No. 311, and outside air parameters**

Parametr powietrza	Magazyn AGIEWIL, II kondygnacja, ściana NE i SW		KRSW - pom referencyjne, I kondygnacja, ściana NE i SW		Magazyn nr 318, II kondygnacja, ściana NE i SW		Magazyn nr 311 - pom referencyjne, I kondygnacja, ściana NW		Wartości wymagane (AGAD)	Powietrze zewnętrzne
	zakres	Średnia ± odchylenie	zakres	Średnia ± odchylenie	zakres	Średnia ± odchylenie	zakres	Średnia ± odchylenie		
Wilgotność względna, %	50,1-55,9	52,8±1,22	44,1-48,5	46,9±1,03	48,4-51,4	49,8±0,73	45,2-54,2	50,4±1,99	40 - 50	25 ÷ 100
Zawartość wilgoci, g/kg	8,4-10,8	9,3±0,53	7,3-8,7	7,9±0,42	8,4-10,2	9,2±0,46	8,1-10,2	9,2±0,53	4,8 - 7,0	5,6 ÷ 14,2
Temperatura powietrza, °C	21,8-24,7	23,1±0,75	21,4-23,6	22,4±0,61	22,7-25,5	23,9±0,71	22,8-24,6	23,7±0,46	17 - 19	9,7 ÷ 31,3

lub ciepłe) i nieoczyszczone z zanieczyszczeń. A zatem sprawniejsza wentylacja grawitacyjna mogłaby pogorszyć stan powietrza w magazynach – podwyższając temperaturę w lecie i wprowadzając dodatkowe zanieczyszczenia. Dodatkowo, na zamontowanie nawiewników okiennych wymagana byłaby zgoda konserwatora zabytków.

Najprostszym sposobem na zapewnienie oczekiwanych stabilnych warunków w magazynach bez wentylacji mechanicznej i klimatyzacji może być ograniczenie wymiany powietrza w pomieszczeniu i zmniejszenie do minimum dopływu powietrza zewnętrznego, przy jednoczesnym zminimalizowaniu wymiany ciepła pomiędzy chronionym pomieszczeniem a sąsiadującymi. W przypadku, gdy w magazynach nie przebywają na stałe pracownicy, liczbę wymian powietrza można zmniejszyć do jednej wymiany lub dwóch wymian na dobę [9]. W celu zminimalizowania wymiany ciepła należy rozważyć zastosowanie dodatkowej izolacji cieplnej. W budynku AGAD byłaby konieczna poprawa stanu sufitu nad magazynami (wzmocnienie konstrukcji), aby zastosować nową izolację, po usunięciu zalegającej, zniszczonej wełny mineralnej i keramzytu.

Gdyby takie proponowane rozwiązanie nie było możliwe do realizacji, rozwiązaniem pozwalającym na ograniczenie, w pewnym stopniu, przepływu ciepła latem z nagrzanego strychu do magazynów, byłoby zastosowanie nocnego przewietrzania tego obszaru z wykorzystaniem prostej instalacji wentylacyjnej (np. zamontowane w istniejących okienkach z jednej strony budynku wentylatory osiowe, przetłaczające w wyniku wytworzenia nadciśnienia powietrze w kierunku otworów znajdujących się w przeciwległej ścianie).

Kolejną propozycją jest zwrócenie uwagi na obecne zachowanie się budynku w różnych warunkach klimatycznych i wykorzystanie tego zjawiska przy modernizacji. Tradycyjnie grube ściany Pałacu Raczyńskich zapewniają przy wysokich temperaturach w lecie zachowanie umiarkowanych (choć za wysokich dla archiwaliów) wartości temperatury powietrza wewnętrznego. Poprawa ich izolacyjności, wymiana okien mogłaby pomóc w ograniczeniu wartości temperatury wewnętrznej.

Najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby doprowadzenie do sytuacji, gdy budynek

będzie wykazywał niezbędną równowagę termodynamiczną, regulującą nagłe zewnętrzne wahania wilgotności i temperatury, przy jednoczesnych minimalnych nakładach finansowych na nowe instalacje i ich utrzymanie, w tym zużycie energii. Budynek pasywny jako budynek przeznaczony na archiwum to wydawałoby się najlepsze rozwiązanie. Niestety, do zrealizowania jako nowopowstałe obiekty, trudne, a nawet, tak jak w przypadku AGAD, niemożliwe w istniejących budynkach. Ściany zewnętrzne nowych budynków mogłyby też być wykonane jako dwupowłokowe, a powstała przestrzeń tworząca zamknięty układ, wykorzystana do cyrkulacji powietrza. Przestrzeń ta stanowi jednocześnie bufor termiczny: sprzyjający zapewnieniu warunków wewnętrznych i energooszczędności zimą, ale latem przez podgrzanie powietrza do bardzo wysokiej wartości temperatury nie odpowiadający potrzebom. Intensywna wentylacja tej przestrzeni i wykorzystanie masy budynku do akumulacji ciepła podczas nocnego przewietrzania, byłyby dobrym rozwiązaniem.

Po przeprowadzonej analizie warunków środowiskowych i wymagań archiwistów dotyczących temperatury i wilgotności powietrza, należało stwierdzić, że w tak skomplikowanym przypadku nie istnieje jedno, idealne rozwiązanie. Bez fundamentalnych zmian w konstrukcji budynku i bez możliwości sfinansowania kosztownych inwestycji i eksploatacyjnie instalacji, można jedynie doprowadzić do niewielkiej poprawy warunków.

## Podsumowanie

Archiwalia na podłożu papierowym zgromadzone w magazynie stanowią silny bufor wilgotności, tzn. powoli wchłaniają i oddają wodę. A zatem, w magazynach archiwaliów przede wszystkim oczekuje się utrzymania, na bezpiecznym poziomie, wartości wilgotności powietrza [10].

Utrzymanie przez cały rok temperatury w zakresie 17-19°C, wilgotności względnej 40-50% i zawartości wilgoci 4,8-7 g/kg w budynku nie wyposażonym w klimatyzację i wentylację mechaniczną ani w odpowiednią izolację jest, co prawda, wymaganiem słusznym, lecz zupełnie niemożliwym do

spełnienia, gdy temperatura powietrza zewnętrznego w lecie osiągała ponad 31°C.

Analizowany obiekt, ze względu na swoją zabytkową wartość objęty opieką konserwatora zabytków, bez jego zgody nie może być poddany niezbędnej i szerokiej modernizacji (lecz jedynie we wskazanym przez konserwatora zakresie), tak aby środowisko wewnętrzne spełniało normy konserwatorskie, a budynek odpowiadał wymaganiom stawianym nowoczesnym obiektom, zaprojektowanym specjalnie jako magazyny archiwaliów.

Celem, do którego należałoby dążyć, byłaby poprawa izolacji budynku, uszczelnienie okien wraz z ich wymianą, zapewnienie wymaganej wymiany powietrza i temperatury oraz wilgotności względnej nawiewanego powietrza za pomocą systemu wentylacji i klimatyzacji.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Borowski M., Czajka A., Michaś A., Zasady postępowania z materiałami archiwalnymi. Ochrona zasobu archiwalnego, Naczelna Dyrekcja Archiwów Państwowych, Warszawa, 2011
- [2] Charkowska A., Analiza warunków przechowywania zbiorów w archiwach Instal, nr 2 (414), 2020, s. 39-43, DOI 10.36119/15.2020.2.4.
- [3] ISO 18934:2011, Imaging materials- Multiple media archives-Storage environment
- [4] Jakuciewicz S., Wstęp do papiernictwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014
- [5] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 13.12.2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o narodowym zasobie archiwalnym i archiwach, Dz.U.2020.164
- [6] PN-83/B-03430/Az3: 2000, Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania
- [7] PN-EN 15757:2012P, Konserwacja dóbr kultury, wymagania dotyczące temperatury i wilgotności względnej w ograniczaniu mechanicznych uszkodzeń organicznych materiałów higroskopijnych powodowanych oddziaływaniem klimatu
- [8] PN-ISO 11799: 2006P, Informacja i dokumentacja -- Wymagania dotyczące warunków przechowywania materiałów archiwalnych i bibliotecznych
- [9] Wojciechowski P., Ochrona i konserwacja zasobu w archiwach państwowych w Polsce, Praca Doktorska napisana pod kierunkiem prof. UAM dr hab. Ireny Mamczak-Gadkowskiej w Instytucie Historii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Poznań, 2014
- [10] Wojtkowski R., Czajka A., Boruszkowska M., Budynek archiwum - wskazówki dla uczestników budowlanego procesu inwestycyjnego, Naczelna Dyrekcja Archiwów Państwowych, Warszawa, 2019