

## ***Mikroklimat Zamku Czorsztyn\****

The microclimate of the Czorsztyn Castle

JANUSZ MICZYŃSKI<sup>1</sup>, TADEUSZ ZAWORA<sup>1</sup>, JANUSZ KOZAK<sup>1</sup>,  
TOMASZ JURKIEWICZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Katedra Meteorologii i Klimatologii Akademii Rolniczej w Krakowie,  
al. Mickiewicza 24–28, 30–059 Kraków*

<sup>2</sup> *Pieniński Park Narodowy, ul. Jagiellońska 107, 34–450 Krościenko n/D.*

**Abstract.** The work describes results of the comparisons of temperature and relative humidity values in a representative room of the Czorsztyn castle with the corresponding values of these elements outside the building. It was estimated that the temperature inside was lower than outside in April and May only, whereas it was higher in the remaining months. The relative humidity, high in general (ca 81%), was lower than outside in January, September, and December only. The statistically significant correlations between the values of the meteorological elements measured inside and outside the castle were established.

### WPROWADZENIE

Powstanie Zespołu Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne na obszarze Pienińskiego Parku Narodowego pociągnęło za sobą bezpowrotne zniszczenie niektórych obszarów i obiektów krajobrazu kulturowego. Odnosnie ocalałych zabytków istnieje uzasadniona obawa wpływu różnego rodzaju niekorzystnych czynników w strefie oddziaływania zbiorników. Wyniki badań zmian mezoklimatu najbliższego otoczenia zbiorników wodnych, jak i prognozy zmian klimatycznych dla innych, nowo wybudowanych zbiorników nie są zgodne, a nawet rozbieżne (Lewińska 1974; Marzec 1971; Obrębska-Starkłowa, Grzybowska 1997). Brakuje również odpowiednio wcześniej zaplanowanych a nastę-

pnie kontynuowanych badań zmian klimatu przed i w trakcie napełniania zbiorników.

W tej sytuacji zespół autorski pracowników Katedry Meteorologii i Klimatologii AR w Krakowie zaplanował i uruchomił monitoring mikroklimatyczny wybranych obiektów zabytkowych: kościołów w Dębnie i Frydmanie oraz zamków w Niedzicy i Czorsztynie. Przedstawione opracowanie dotyczy Zamku Czorsztyn i może być traktowane jako wstępna faza oceny powykonawczej oddziaływania inwestycji na środowisko.

### CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem podjętych badań jest charakterystyka wybranych elementów mikroklimatu wnętrza pomieszczeń Zamku Czorsztyńskiego na tle warunków zewnętrznych w 1996 roku, przypadającym na wstępną fazę napełniania zbiornika.

Z elementów meteorologicznych wzięto pod uwagę temperaturę i wilgotność względną powie-

\* Opracowanie wykonano w ramach tematu badawczego KBN Nr 1266/97/12. Aparatura zakupiona przez Okręgową Dyrekcję Gospodarki Wodnej w Krakowie.

trza. Porównano kształtowanie się średnich miesięcznych wartości wspomnianych elementów wewnątrz obiektu na tle odpowiednich wartości na zewnątrz oraz charakteryzowano zależność temperatury powietrza i wilgotności względnej wewnątrz obiektu od warunków panujących na zewnątrz.

## METODA I MATERIAŁY

Pomiaru temperatury i wilgotności względnej powietrza dokonywano zespolonymi elektronicznymi czujnikami z osłonami przeciwradiacyjnymi marki ELE International. Wskazania czujników były automatycznie rejestrowane o pełnych godzinach doby i gromadzone w wewnętrznej pamięci Data Loggera. Dane zbierano raz na kwartał, przetwarzano i archiwizowano w Katedrze.

Czujnik wewnętrzny umieszczono na ramieniu o długości 30 cm i wysokości 2.5 m nad posadzką w pomieszczeniu zwanym „kuchnią”. Pomiesz-

czenie znajduje się w północno-wschodnim narożniku zamku. Czujnik zewnętrzny, także umieszczony na ramieniu o długości 30 cm, umieszczono na ścianie eksponowanej na zbiornik, na wysokości 9 m nad wewnętrznym dziedzińcem zamku.

Okres badawczy, według danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, charakteryzował się mroźną zimą oraz bardzo zimnym wrześniem. W pozostałych miesiącach, z wyjątkiem bardzo ciepłego listopada, temperatura niewiele odbiegała od normy. Przeważały opady poniżej normy lub w normie, w maju i sierpniu powyżej, a we wrześniu znacznie powyżej normy (Tab. I).

## MIKROKLIMAT WNETRZA ZAMKU NA TLE WARUNKÓW ZEWNĘTRZNYCH

Wartości średnie miesięczne, maksymalne i minimalne oraz wynikające z nich amplitudy przedstawiono w tabeli II. Należy zaznaczyć, że wartości maksymalne i minimalne dotyczyły przypadków najwyższych i najniższych wartości średnich dobowych, jakie wystąpiły w danym miesiącu. Nie były natomiast średnimi z wartości maksymalnych i minimalnych w poszczególnych dobach, ani też nie dotyczyły najwyższego maksimum południowego w danym miesiącu, ani najniższego minimum przed wschodem słońca.

Z przedstawionych w tabeli II danych wynika, że z wyjątkiem kwietnia i maja, średnia miesięczna temperatura wewnątrz pomieszczenia zamkowego jest wyższa od temperatury panującej na zewnątrz obiektu. Różnica pomiędzy temperaturą wewnętrzną i zewnętrzną najwyższa jest w okresie zimowym i wynosi w styczniu 5.6°C i w grudniu 9.7°C. Szczegółowa analiza przebiegu temperatury w poszczególnych dekadach wykazuje, że niższa temperatura wewnątrz obiektu w porównaniu do temperatury zewnętrznej utrzymywała się już od ostatniej dekady marca i trwała tylko do II dekady maja.

Temperatury maksymalne wewnątrz w każdym miesiącu były zawsze niższe niż panujące na zewnątrz. Stąd też amplituda temperatury wewnątrz zamku wahała się od kilku (rzędu 4°C) do kilkunastu stopni, podczas gdy odpowiednie amplitudy dla warunków zewnętrznych wynosiły dwadzieścia kilka °C.

**Tabela I.** Odchylenie temperatury powietrza od normy i procent opadów średnich wieloletnich w Polsce południowej w 1996 roku na podstawie „Miesięcznych przeglądów agrometeorologicznych” z 1996 roku, wydawanych przez IMGW. Deflection of air temperature from standard temperature and percentage of mean long-term rainfall in southern Poland in 1996 on the basis of “Monthly agrometeorological surveys” from 1996 issued by IMGW (Institute for Meteorology and Water Economy).

Miesiąc Month	Odchylenie temperatury powietrza od normy [°C] Air temperature deflection from standard	Procent opadów średnich wieloletnich Percentage of mean long-term rainfall
I	-2.0	75
II	-3.5	75
III	-4.0	100
IV	< 0.0	75-100
V	1.5	150
VI	0.0	75
VII	-1.0	75-100
VIII	< 1.0	150
IX	-3.0	200-300
X	0.0-1.0	100
XI	3.0	75-100
XII	-5.0	50

**Tabela II.** Temperatura powietrza (°C) wewnątrz i na zewnątrz Zamku Czorsztyńskiego w 1996 r.  
Air temperature (°C) inside and outside the Czorsztyn Castle in 1996.

Miesiąc Month	Temperatura średnia Mean temperature		Temperatura maksymalna Maximum temperature		Temperatura minimalna Minimum temperature		Amplituda Amplitude	
	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside
I	-1.2	-6.8	2.4	8.4	-3.2	-17.5	5.6	25.9
II	-2.5	-6.2	-0.7	9.5	-4.2	-19.8	3.5	29.3
III	-1.1	-2.3	3.5	10.5	-2.4	-16.7	5.9	27.2
IV	3.5	5.8	11.9	22.7	-0.4	-5.4	12.3	28.1
V	12.6	13.2	23.1	28.3	8.0	1.8	15.1	26.5
VI	16.2	15.3	24.6	31.2	12.9	6.0	11.7	25.2
VII	16.0	14.3	22.4	26.8	13.1	5.4	9.3	21.4
VIII	17.5	15.8	21.9	28.8	14.6	6.5	7.3	22.3
IX	12.1	8.2	17.5	22.1	8.3	1.8	9.2	20.3
X	9.8	7.3	13.9	18.7	7.6	-2.8	6.3	21.5
XI	7.6	4.8	9.1	17.6	4.9	-6.7	4.2	24.3
XII	1.8	-7.9	5.1	4.2	-2.7	-20.0	7.8	24.2

**Tabela III.** Wilgotność względna powietrza (%) wewnątrz i na zewnątrz Zamku Czorsztyn w 1996 r.  
Relative air humidity (%) inside and outside the Czorsztyn Castle in 1996.

Miesiąc Month	Wilgotność średnia Mean humidity		Wilgotność maksymalna Maximum humidity		Wilgotność minimalna Minimum humidity		Amplituda Amplitude	
	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside
I	73	79	92	94	50	52	42	42
II	71	71	86	94	52	28	34	66
III	76	73	87	100	46	25	41	75
IV	81	71	100	100	48	15	52	85
V	85	78	100	100	37	21	63	79
VI	81	76	100	100	50	28	50	72
VII	82	80	95	100	55	34	40	66
VIII	82	82	93	100	54	35	39	65
IX	86	91	94	100	72	56	22	44
X	87	86	94	100	65	46	29	54
XI	87	82	94	100	71	44	23	56
XII	76	82	87	100	46	47	41	53

Wilgotność powietrza wewnątrz obiektu jest ogólnie wysoka – 81%. Wartości niższe od 80% występują tylko w miesiącach zimowych od sty-

cznia do marca oraz w grudniu. Maksimum jesienne powyżej 85% zaznacza się w miesiącach od września do listopada. Porównując przebieg

**Tabela IV.** Wartości współczynników korelacji pomiędzy temperaturą i wilgotnością względną wewnątrz i na zewnątrz Zamku Czorsztyn w 1996 r.

Values of coefficients of correlation between temperature and relative humidity inside and outside the Czorsztyn Castle in 1996.

Miesiąc Month	Wartość współczynnika Coefficient value	
	dla temperatury for temperature	dla wilg. wzgl. for relative humidity
I	0.59	0.57
II	0.54	0.45
III	0.72	0.47
IV	0.75	0.61
V	0.63	0.70
VI	0.74	0.68
VII	0.78	0.75
VIII	0.81	0.83
IX	0.67	0.47
X	0.63	0.41
XI	0.75	0.21
XII	0.79	0.77

wartości wilgotności względnej powietrza wewnątrz i na zewnątrz obiektu należy podkreślić, że przez dziewięć miesięcy – od lutego do sierpnia oraz w październiku i listopadzie – wilgotność wewnątrz obiektu jest wyższa lub równa w porównaniu do wilgotności zewnętrznej. Także średnia roczna wartość wilgotności względnej wewnątrz obiektu wynosząca 81% jest wyższa od średniej wilgotności zewnętrznej wynoszącej 79%. Jest to niekorzystna cecha mikroklimatu pomieszczeń zamkowych (Tabela III).

Dla wyrażenia zależności temperatury i wilgotności wewnętrznej od zewnętrznej posłużono się odpowiednimi współczynnikami korelacji dla wartości godzinowych tych elementów w poszczególnych miesiącach. Wartości tych współczynników zestawiono w tabeli IV. Mimo grubych, dwumetrowych murów, obiekt cechuje się małą autonomią cieplną, o czym świadczą wysokie i istotne na poziomie 0.001 wartości współczynników.

Odpowiednie wartości współczynników korelacji dla wilgotności względnej są nieco mniejsze niż dla temperatury i z wyjątkiem dla listopada

również istotne na wspomnianym poziomie 0.001. W listopadzie najniższa wartość współczynnika korelacji 0.21 jest również istotna, lecz tylko na poziomie 0.05.

## WNIOSKI KOŃCOWE

Temperatura powietrza wnętrza zamkowego jest ogólnie wyższa od temperatury na zewnątrz obiektu. Jedynie po zimowym wystygnięciu murów w kwietniu i maju temperatura wewnątrz jest odpowiednio o 2.3 i 0.6°C niższa niż temperatura zewnętrzna. Fakt ten należy uważać za niekorzystną cechę mikroklimatu wewnątrz zamkowych. Nieogrzewany obiekt odznacza się małą autonomią cieplną. Zmiany temperatury na zewnątrz uwidaczniają się w odpowiednich zmianach temperatury wewnątrz pomieszczeń zamkowych.

Średnia roczna wilgotność powietrza wewnątrz jest ogólnie wysoka – 81% i jest o 2% wyższa od wilgotności panującej na zewnątrz.

W przebiegu rocznym wilgotności uwidaczniają się dwa maksima: wiosenne i jesienne. Za niekorzystną cechę należy uznać fakt dużo wyższych minimów wilgotności wewnątrz obiektu w porównaniu do warunków zewnętrznych. W porównaniu do wartości optymalnych wilgotności względnej dla obiektów zabytkowych i muzeów wynoszącej około 56% (Makowiecki 1979) wilgotność względna wnętrza zamkowego jest za wysoka. Zmiany wilgotności na zewnątrz uwidaczniają się w odpowiedniej zmianie wilgotności wewnątrz obiektu.

Śledzenie czasowych zmian temperatury i wilgotności względnej wymaga prowadzenia dalszych badań. Należy liczyć się z możliwością nakładania się efektów oddziaływania zbiornika wodnego z efektami globalnego ocieplenia.

## LITERATURA

- Lewińska J. 1974. Wpływ karpackich zbiorników wodnych na klimat lokalny na przykładzie kaskady górnego Sanu — Prace IMGW 3: 5–84.
- Makowiecki J. 1979. Warunki mikroklimatu w obiektach i pomieszczeniach muzealnych — Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 7: 189–193.
- Marzec Z. 1971. Wpływ zbiornika rożnowskiego na klimat lokalny — Prace PIHM 102: 67–82.

Obrebska-Starkłowa B., Grzybowska A. 1997. Tendencje zmian wilgotności względnej powietrza w podgórskim odcinku doliny Raby w latach 1971–1992 — *Roczniki AR w Poznaniu* **291**: 15–38.

## SUMMARY

Appropriate monitoring of the microclimate of the Czorsztyn castle was applied as a follow-up estimation of the impact the creation of the water reservoir in the area of Pieniny National Park had upon the environment, and the folk culture monuments in particular. Hourly values of temperature and humidity of the air were registered by means

of electronic sensors in representative points inside and outside the castle. The results presented account for the year 1996.

The research demonstrated that the temperature inside the building was higher than outside, except for April and May, when it was lower. The generally high relative air humidity inside the castle appeared to be lower in January, September, and December only. The changes of temperature and humidity levels outside are the corresponding changes inside the building, which is attested by the high and statistically significant correlation coefficients.