

## ***Wstępne wyniki badań kształtowania się mikroklimatu zamku Czorsztyn***

The initial results of research on formation of the microclimate of Czorsztyn castle

ZBIGNIEW ZUŚKA, JANUSZ MICZYŃSKI

*Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja,  
Al. Mickiewicza 24–28, 30–059 Kraków  
e-mail: rmzuska@cyfronet.krakow.pl, rmmiczyn@cyf-kr.edu.pl*

**Abstract.** The work shows a dependence between temperature and relative humidity values inside (non-heated exhibition room) and outside of Czorsztyn castle. The measurement period extended from 1996 to 1999. The average inside temperature was found higher than that outside one, except for April. The relative air humidity was rather high. During the period between February and July the relative air humidity inside was found to be higher than that outside, however, in August they were equal. In other months the relative air humidity inside was lower than that outside. The correlation coefficient between the values of the meteorological elements was high. This exhibits low inside thermal autonomy of Czorsztyn castle.

**Key words:** Czorsztyn castle, temperature, relative air humidity, correlations coefficient

### WSTĘP

Pieniny są jednym z najatrakcyjniejszych regionów turystycznych Polski. Przełom Dunajca z wznoszącymi się nad rzeką pasmami górskimi i ruinami zamków przyciąga turystów z całego świata. Jednym z nich jest zamek Czorsztyn, wokół którego w latach dwudziestych XX w. utworzono rezerwat przyrody, a następnie pod koniec tego stulecia włączono go do Pienińskiego Parku Narodowego.

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie zajmuje się monitoringiem mezoklimatu wokół Zespołu Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne (ZZW), zgodnie z programem

opracowanym w 1994 r. pod kierunkiem prof. dr hab. Janusza Miczyńskiego. Monitoringiem objęty jest również zamek Czorsztyn, leżący nad Zbiornikiem Czorsztyńskim.

### CEL, MATERIAŁY I METODYKA

Celem pracy jest poznanie zależności wybranych elementów mikroklimatu zamku od temperatury i wilgotności panującej na zewnątrz. Zbadanie korelacji między warunkami wewnętrznymi i zewnętrznymi pozwoli na oszacowanie wielkości wpływu warunków zewnętrznych na mikroklimat zamku. Okres badań objął lata 1996–99.

Do monitorowania temperatury i wilgotności względnej użyto automatycznych rejestratorów

elektronicznych umieszczonych w dwóch reprezentatywnych punktach. System pomiarowy zbudowano na bazie elementów firmy ELE International MM900, zakupionych przez Okręgową Dyрекję Gospodarki Wodnej w Krakowie.

Czujnik wewnątrz zamku znajdował się w pomieszczeniu wystawowym a czujnik zewnętrzny na południowej, zewnętrznej ścianie zamku. Parametry sczytywano co godzinę i rejestrowano w pamięci Data Logera. Pomiarów dokonywano zespolonymi czujnikami temperatury i wilgotności względnej, umieszczonymi w osłonach antyradiacyjnych na wysięgnikach o długości 30 cm. W pomieszczeniu wystawowym czujnik umieszczono na wysokości 2,5 m nad posadzką, a czujnik zewnętrzny na wysokości 9 m na południowej ścianie (od strony zbiornika).

#### WYNIKI BADAŃ

Na podstawie uzyskanego zbioru danych obliczono średnie miesięczne wartości temperatury i wilgotności względnej wewnątrz i na zewnątrz zamku, a także obliczono współczynniki korelacji pomiędzy warunkami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Wyniki przedstawiono w formie tabelarycznej.

W tabeli I przedstawiono zestawienie wartości średnich, maksymalnych, minimalnych i amplitud temperatur wewnątrz i na zewnątrz zamku. Temperatury maksymalne i minimalne są odpowiednimi ekstremami temperatur średnich miesięcznych występujących w analizowanym okresie. Temperatura średnia wewnątrz zamku w pomieszczeniu wystawowym była w całym okresie wyższa od temperatury średniej zewnętrznej, z wyjątkiem kwietnia, kiedy to obserwowano stan zimowego wychłodzenia prawie 2-metrowej grubości murów.

W maju, czerwcu i lipcu różnice temperatur średnich wewnątrz i na zewnątrz były najmniejsze i wahały się w granicach 0,2–1,1°C, a w pozostałych miesiącach 0,9–6,3°C. Temperatura maksymalna we wnętrzu tylko w kwietniu i maju osiągała niższe wartości od temperatury zewnętrznej o 0,6–1,1°C; w pozostałych miesiącach było odwrotnie, a różnice wynosiły 0,1–4,5°C. W marcu temperatury były równe.

Temperatura minimalna, oprócz kwietnia, była wyższa wewnątrz niż na zewnątrz w granicach 0,8–8,0°C. W kwietniu temperatura wewnątrz była niższa od zewnętrznej o 1,4°C. Amplitudy temperatur wewnątrz wynosiły 2,2–5,6°C, a na zewnątrz 1–7,1°C.

**Tabela I.** Temperatura powietrza (°C) wewnątrz i na zewnątrz zamku Czorsztyn (okres 1996–99).  
Air temperature (°C) inside and outside Czorsztyn castle (over the period 1996–99).

Miesiąc Month	Temperatura średnia Mean temperature		Temperatura maks. Maximum temperature		Temperatura min. Minimum temperature		Amplituda Amplitude	
	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside
I	-0,7	-6,2	1,8	-2,4	-2,1	-8,3	3,9	5,9
II	-0,7	-2,8	1,3	0,9	-2,5	-6,2	3,8	7,1
III	1,0	0,1	2,5	2,5	-1,1	-2,3	3,6	4,8
IV	5,1	6,3	7,1	8,2	2,8	4,2	4,3	4,0
V	10,7	10,5	12,6	13,2	7,0	6,2	5,6	7,0
VI	15,5	14,6	16,2	16,1	13,5	11,2	2,7	4,9
VII	17,1	16,0	18,7	17,7	16,0	14,3	2,7	3,4
VIII	18,1	15,8	19,4	16,3	17,2	15,3	2,2	1,0
IX	14,7	11,9	17,3	14,9	12,1	8,2	5,2	6,7
X	10,4	6,6	12,0	7,5	9,0	4,2	3,0	3,3
XI	6,2	1,1	7,6	4,8	5,1	-1,7	2,5	6,5
XII	1,8	-4,5	3,1	-1,4	0,1	-7,9	3,0	6,5

**Tabela II.** Wilgotność względna powietrza (%) wewnątrz i na zewnątrz zamku Czorsztyn (okres 1996–99).  
Relative air humidity (%) inside and outside Czorsztyn castle (over the period 1996–99).

Miesiąc Month	Wilgotność średnia Mean humidity		Wilgotność maks. Maximum humidity		Wilgotność min Minimum humidity		Amplituda Amplitude	
	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside	wewn. inside	zewn. outside
I	80,0	81,0	86,7	87,1	73,3	70,8	13,4	16,3
II	82,0	76,0	89,2	83,0	71,2	70,8	18,0	12,2
III	85,0	79,0	89,7	89,1	76,0	73,3	13,7	15,8
IV	87,0	85,0	91,6	100,0	79,2	74,8	12,4	25,2
V	85,0	81,0	89,1	97,2	79,8	72,4	9,3	24,8
VI	86,0	84,0	88,8	93,8	80,8	76,4	8,0	17,4
VII	86,0	85,0	88,4	93,6	81,6	80,1	6,8	13,5
VIII	84,0	84,0	88,3	90,9	80,2	78,7	8,1	12,2
IX	84,0	87,0	86,8	93,7	78,6	79,6	8,2	14,1
X	85,0	88,0	87,4	93,4	83,3	85,8	4,1	7,6
XI	84,0	90,0	87,9	100,0	80,1	82,2	7,8	17,8
XII	81,0	87,0	89,2	95,6	75,6	81,8	13,6	13,8

W tabeli II przedstawiono zestawienie wilgotności względnej średniej, maksymalnej, minimalnej i amplitudy wewnątrz i na zewnątrz zamku w latach 1996–99. Wilgotności względne maksymalne i minimalne są podobne jak w przypadku temperatury, ekstremami średnich miesięcznych. Wilgotność powietrza w zamku jest dość wysoka, od 80 do 87%.

Średnia wilgotność wnętrza w miesiącach luty-lipiec jest wyższa od zewnętrznej o 1–6%. W sierpniu wartości wilgotności wyrównują się, a w pozostałych miesiącach roku wilgotność na zewnątrz jest wyższa od wewnętrznej o 1–6%. Taki stan wartości wilgotności względnej wnętrza zamku świadczy o niekorzystnym mikroklimacie pomieszczeń. Za warunki optymalne dla obiektów muzealnych i zabytkowych uznaje się wilgotność względną oscylującą wokół 56% (Makowiecki 1979).

Dla przedstawienia zależności temperatury i wilgotności wnętrza zamku od warunków zewnętrznych sporządzono zestawienie współczynników korelacji dla wartości średnich miesięcznych (Tab. III).

Z przeprowadzonej analizy wynika, że współczynniki korelacji są wysokie. Wartość krytyczna współczynnika korelacji na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wynosi 0,35. Zarówno dla temperatury jak i dla wilgotności uzyskane wyniki

przekraczają wartość krytyczną. Współczynnik korelacji osiągnął największą wartość dla temperatury w czerwcu, lipcu, sierpniu i listopadzie

**Tabela III.** Wartość współczynników korelacji pomiędzy temperaturą i wilgotnością względną wewnątrz i na zewnątrz zamku Czorsztyn (okres 1996–99).

Values of coefficient of correlation between temperature and relative humidity inside and outside Czorsztyn castle (over the period 1996–99).

Miesiąc Month	Wartość współczynnika Value of coefficient	
	dla temperatury for temperature	dla wilgotności for humidity
I	0,53	0,56
II	0,60	0,44
III	0,53	0,55
IV	0,67	0,64
V	0,68	0,75
VI	0,75	0,75
VII	0,74	0,76
VIII	0,75	0,82
IX	0,66	0,71
X	0,56	0,42
XI	0,73	0,35
XII	0,44	0,63
Średnia Average	0,64	0,61

– powyżej 0,73, zaś najniższą w grudniu – 0,44. Współczynnik korelacji dla wilgotności względnej wewnątrz i zewnątrz zamku dla miesiący maj-wrzesień osiągał wartości 0,75–0,82 (maksimum w sierpniu). Najniższe wartości współczynnika korelacji wilgotności względnej stwierdzono w październiku, listopadzie i w lutym – w granicach 0,35–0,44. Tak wysokie wartości współczynników korelacji świadczą o niewielkiej autonomii cieplnej pomieszczeń zamku. Podobne wnioski uzyskano na podstawie jednorocznych badań (Miczyński i in. 1998).

#### PODSUMOWANIE

Temperatura powietrza wewnątrz pomieszczenia wystawowego zamku była w analizowanym okresie wyższa niż na zewnątrz, z wyjątkiem kwietnia, kiedy doszło do zimowego wychłodzenia grubych murów zamkowych. Jest to zjawisko niekorzystne, szczególnie w obiekcie, który nie jest ogrzewany.

Wysokie wartości współczynników korelacji pomiędzy parametrami określającymi warunki panujące we wnętrzu i na zewnątrz zamku świadczą o jego niskiej autonomii cieplnej. Zmiany temperatury na zewnątrz pociągają za sobą zmiany temperatury we wnętrzu zamku. Przypuszczalnie dzieje się tak dlatego, że masywne mury pomieszczeń zamkowych mają liczne otwory i kanały, którymi penetruje powietrze z zewnątrz, wpływając na mikroklimat wnętrza. Zamek Czorsztyn obecnie jest pod opieką konserwatorską. Trwają w nim prace zabezpieczające i rekonstrukcyjne. Zamek udostępniony jest dla turystów przez cały rok.

#### PIŚMIENNICTWO

- Makowiecki J. 1979. Warunki mikroklimatu w obiektach i pomieszczeniach muzealnych. — *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, 7: 189–193.
- Miczyński J., Zawora T., Kozak J., Jurkiewicz T. 1998. Mikroklimat Zamku Czorsztyn. — *Pieniny Przyroda i Człowiek*, 6: 155–159.

#### SUMMARY

The Pieniny Mountains are one of the most famous areas in Poland with ruins of royal Czorsztyn castle, situated on top of a steep hill, on the left bank of the Dunajec river. The castle was the place where the measurements of both temperature and relative air humidity gradients were taken. The electronic sensors were installed outside and inside the building (non-heated exhibition room), and the measurements were taken over the period 1996–99. The probe was recording hourly temperature and relative air humidity values and then the average values were analyzed. The research showed that the temperature inside the castle was found to be higher than that outside, except for April, when it was lower (Tab. I). The relative air humidity was rather high. During the period between February and July the relative air humidity inside was higher than that outside, in August they were equal, while in other months the inside temperature was lower than the outside one (Tab. II). The changes in temperature and humidity levels outside correspond to changes inside the castle, which is depicted in high and statistically significant correlation coefficients (Tab. III).