

WROCLAW UNIVERSITY OF ENVIRONMENTAL
AND LIFE SCIENCES

DOCTORAL DISSERTATION

**Changes in the bioclimate of the
Kłodzko region with special regard
to health resorts**

Author:
mgr inż. Arkadiusz
GŁOGOWSKI

Supervisor:
Dr hab. Krystyna BRYŚ prof.
UPWR

Second Supervisor:
Prof. Paolo PERONA

*A thesis submitted in fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Philosophy*

at the

Department of Environmental Protection and Development



WROCLAW UNIVERSITY
OF ENVIRONMENTAL
AND LIFE SCIENCES

Abstract

Bioclimatology makes it possible to directly determine the effects of climate change on the human body and its adaptive capacity to extremely stimulating meteorological conditions. More than 200 bioclimatological indices have been developed for bioclimatic assessment, most of which are often limited to specific seasons or assess only selected meteorological elements. This study uses the Universal Thermal Climate Index (UTCI).

In Poland, in order to attain health resort status, bioclimatological studies must be periodically passed. Despite the continuous development of IMGW station network, there are still places without homogeneous meteorological measurements, which make proper analyses impossible. The Kłodzko Region, which is located in the south-eastern part of Lower Silesia, is an important Polish "health resort basin". The area of Kłodzko Region, apart from the Basin and its adjacent depressions, also includes most of its mountainous surroundings. The topographic features together with the maximum ground delevelling, favour the occurrence of katabatic air flows and diversification of the local orographic circulation. The relatively large area covered by forests and the dominant agricultural character of the remaining land, combined with the presence of numerous watercourses, modify the influence of atmospheric macrocirculation phenomena. These conditions shape bioclimatic features of the region and their local differentiation. The analysis of the importance of these conditions for health resorts during the contemporary, long-term climate changes is an important utilitarian issue, as there are five health resort in the Kłodzko region: Polanica-Zdrój, Łądek-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Długopole-Zdrój and Kudowa-Zdrój.

The dissertation main objective is to conduct comparative analysis of biometeorological conditions in health resorts located in the Kłodzko Region on the basis of long-term meteorological measurements and own research. Within the framework of the present work, a *climate* programming tool in the R environment was prepared to download meteorological data, bioclimatic conditions for Lower Silesia were analysed on the basis of historical data from synoptic stations in the period 1960-2018, the influence of macro-circulation phenomena (North Atlantic Oscillation; NAO, Atlantic Multidecadal Oscillation; AMO) on the variability of bioclimatic conditions in SW Poland was shown, a nonlinear deterministic-stochastic model was developed for the reconstruction of meteorological data thereby enabling the determination of bioclimatic conditions, and a reconstruction of air temperature was carried out for health resorts in the Kłodzko Region, along with model validation based on own temperature measurements in 2017-2022.

Keywords: UTCI, bioclimatology, time series analysis, nonlinear data reconstruction, macrocirculation phenomena, AMO, NAO

Streszczenie

Bioklimatologia pozwala określić wpływ zmian klimatu bezpośrednio na ciało człowieka oraz określić możliwości adaptacyjne na ekstremalnie bodźcowe warunki meteorologiczne. Do oceny bioklimatu wykorzystuje się ponad 200 wskaźników bioklimatycznych, z których większość jest często ograniczona do określonych pór roku lub ocenia tylko wybrane elementy meteorologiczne. Niniejsza praca do oceny warunków bioklimatycznych wykorzystuje Universal Thermal Climate Index (UTCI).

Miejscowości uzdrowiskowe w Polsce aby posiadać status uzdrowiska, cyklicznie przedstawiają opracowania klimatyczne. Niestety istnieją miejsca bez homogenicznych pomiarów meteorologicznych, które uniemożliwiają właściwe analizy. Ziemia Kłodzka, która znajduje się w poł-wsch. części Dolnego Śląska, jest ważnym „zagłębieniem uzdrowiskowym” Polski. Obszar Ziemi Kłodzkiej oprócz Kotliny i jej przyległych obniżen, obejmuje także większą część jej górskiego otoczenia. Cechy topograficzne, sprzyjają występowaniu wpływów katabatycznych powietrza i zróżnicowaniu lokalnej cyrkulacji orograficznej. Stosunkowo duże zalesienie badanego obszaru oraz dominujący, rolniczy charakter pozostałych terenów, w połączeniu z obecnością licznych cieków modyfikują wpływy atmosferycznych zjawisk makrocyrkulacyjnych. Te uwarunkowania kształtują cechy bioklimatyczne regionu i ich lokalne zróżnicowanie. Analiza roli tych uwarunkowań i zakresu zmienności bioklimatycznej uzdrowisk w trakcie współczesnych, wieloletnich zmian klimatu jest ważnym zagadnieniem utylitarnym, gdyż na terenie Ziemi Kłodzkiej znajduje się pięć gmin uzdrowiskowych: Polanica-Zdrój, Łądek-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Długopole-Zdrój oraz Kudowa-Zdrój.

Celem pracy doktorskiej była analiza porównawcza warunków biometeorologicznych miejscowości uzdrowiskowych położonych w Kotlinie Kłodzkiej na podstawie wieloletnich pomiarów meteorologicznych oraz własnych badań. W ramach niniejszej pracy, przedstawiono narzędzie programistyczne *climate* w środowisku R z do pobierania danych meteorologicznych, przeanalizowano warunki bioklimatyczne dla Dolnego Śląska na podstawie danych historycznych ze stacji synoptycznych w latach 1960-2018, wykazano wpływ zjawisk makrocyrkulacyjnych (North Atlantic Oscillation; NAO, Atlantic Multidecadal Oscillation; AMO) na zmienność warunków bioklimatycznych w poł-zach. Polsce, opracowano nieliniowy model deterministyczno-stochastyczny do rekonstrukcji danych meteorologicznych umożliwiających wyznaczenie warunków bioklimatycznych oraz wykonano rekonstrukcję temperatury powietrza dla miejscowości uzdrowiskowych Ziemi Kłodzkiej wraz z walidacją modelu opartą na własnych pomiarach w latach 2017-2022.

Słowa kluczowe: UTCI, bioklimatologia, analiza szeregów czasowych, nieliniowa rekonstrukcja danych, zjawiska makrocyrkulacyjne, AMO, NAO