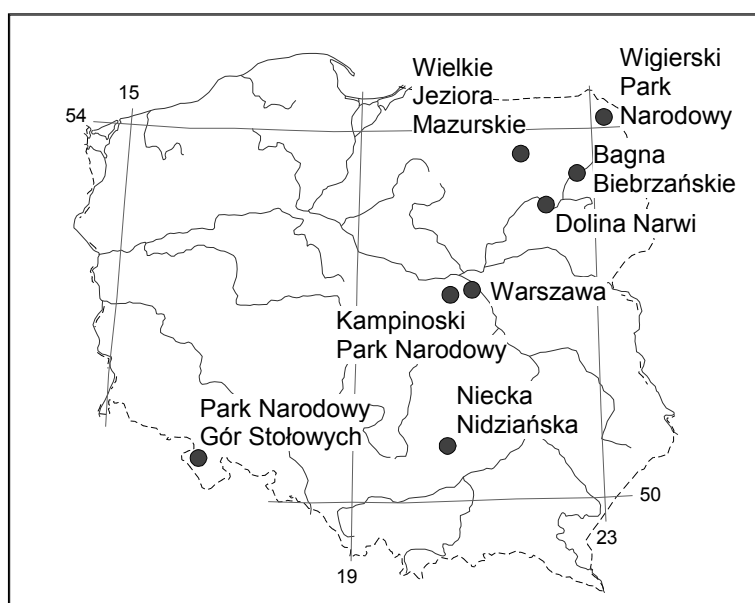


BADANIA TOPOKLIMATYCZNE ZAKŁADU KLIMATOLOGII

Bożena Kicińska, Krzysztof Olszewski, Elwira Żmudzka

Do końca lat 80. XX w. głównym obszarem zainteresowań Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego były: Warszawa i jej okolice oraz różne obiekty w Polsce Północno-Wschodniej (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, Bagna Biebrzańskie, Wigierski Park Narodowy, Łomżyński Park Krajobrazowy Doliny Narwi) – rys. 1. Najważniejsza część tych badań realizowana była w ramach wakacyjnych praktyk studenckich, co pozwalało połączyć ich cele dydaktyczne i poznawcze.



Rys. 1. Tereny badań topoklimatycznych Zakładu Klimatologii
Areas of topoclimatic investigations of Department of Climatology

W ostatnich latach, w związku z wprowadzeniem nowej formuły ćwiczeń terenowych z geografii fizycznej, nastąpiło połączenie praktyk studenckich organizowanych osobno z poszczególnych przedmiotów, w tym z klimatologii, w praktyki kompleksowe – odbywające się w tym samym czasie i miejscu. Obiektem tych badań uczyniono środkową część Niecki Nidziańskiej, w przybliżeniu pokrywającą się z granicami gminy Pińczów. Obszar ten wybrano ze względu na jego wyjątkowe zróżnicowanie wszystkich elementów środowiska, w tym klimatu. Niecka Nidziańska wykazuje nie tylko specyficzne cechy

klimatu w stosunku do terenów otaczających, ale jest również krainą o bardzo dużym wewnętrznym zróżnicowaniu topoklimatycznym. W znacznej mierze decyduje o tym urozmaicona rzeźba terenu: silne rozczłonkowanie, zróżnicowanie wysokości względnej, ekspozycji i nachylenia stoków. Również pod względem litologicznym omawiany obszar nie jest jednolity: Garb Pińczowski zbudowany jest z piaszczystych margli, wapieni i gipsów, w Niece Soleckiej głównym rodzajem utworów powierzchniowych są gipsy, na Garbie Wodzisławskim największe powierzchnie zajmują lessy, w Dolinie Nidy przeważają mady i torfy. Zróżnicowane jest także wykorzystanie terenu – większość obszaru stanowią użytki rolne (z urozmaiconą strukturą upraw), ale znaczny jest też udział obszarów leśnych (z urozmaiconą strukturą gatunkową drzewostanu). Ważne znaczenie dla warunków klimatycznych mają też wody powierzchniowe – głównie Nida i towarzyszące jej tereny podmokłe. Mniejszą powierzchnię zajmują obszary zabudowane – terenem zabudowanym o dość znacznej powierzchni jest w omawianej części Niecki Nidziańskiej jedynie Pińczów. Łączne oddziaływanie wymienionych czynników sprzyja wyraźnemu urozmaiceniu warunków klimatycznych w skali lokalnej. Określenie tego zróżnicowania było głównym celem prowadzonych tu prac Zakładu Klimatologii.

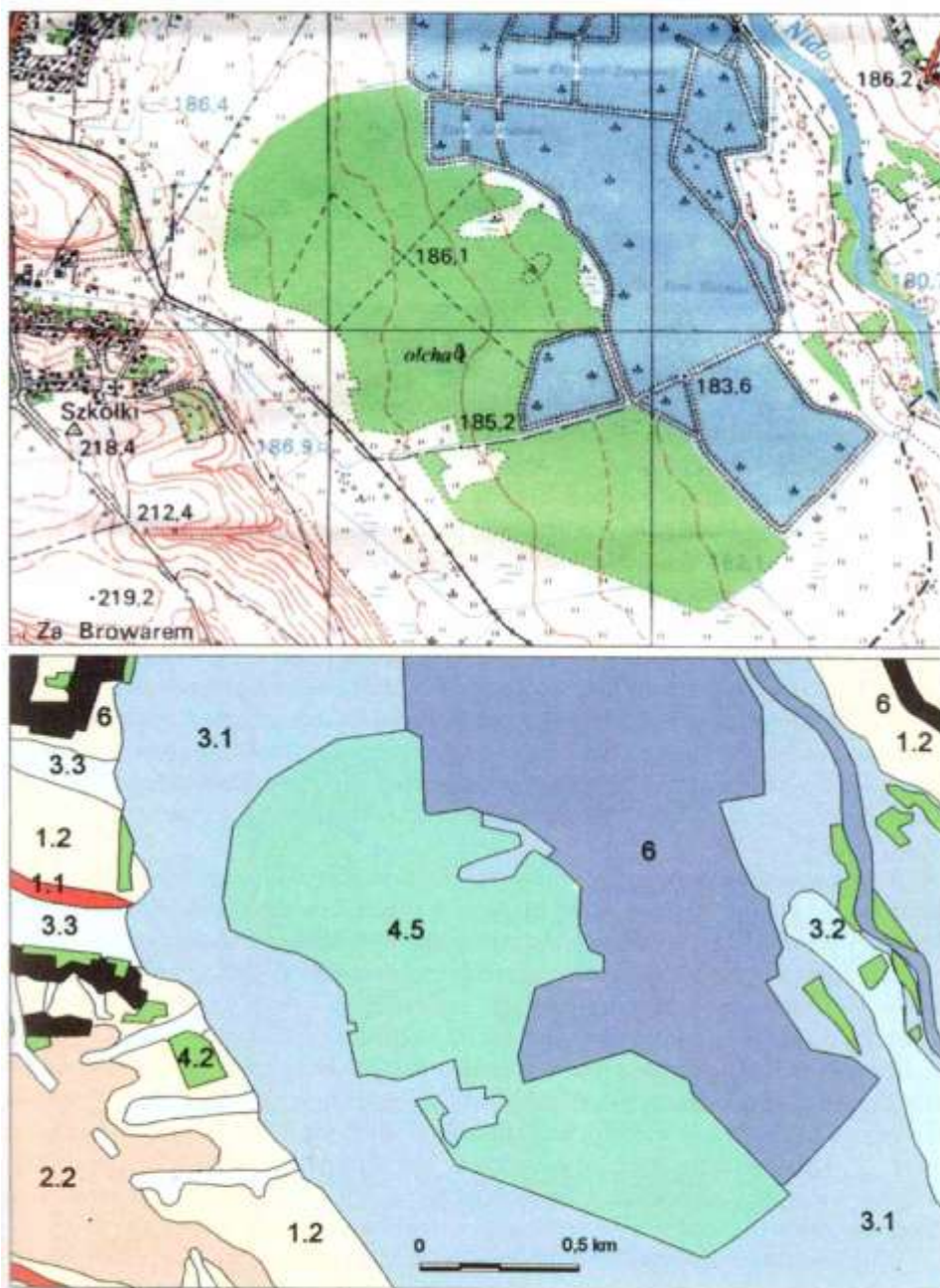
Coroczne badania Niecki Nidziańskiej prowadzone są, począwszy od 1994 r., na przełomie czerwca i lipca. Obejmują one kartowanie topoklimatyczne oraz obserwacje meteorologiczne.

Dla potrzeb kartowania topoklimatycznego wykorzystywana była metoda J. Paszyńskiego (1980), zakładająca, że główną przyczyną lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych są względne różnice przestrzenne składowych bilansu cieplnego powierzchni czynnej.

Obserwacje meteorologiczne we wszystkich latach obejmowały: pomiary temperatury powietrza i jego wilgotności względnej na wysokościach 0,25 i 1,50 m n.p.g., kierunku i prędkości wiatru na wysokości 1,50 m n.p.g. oraz ocenę stopnia i rodzaju zachmurzenia. Od 1998 r. rozszerzono zakres obserwacji o pomiary temperatury gruntu na głębokości 0,10 i 0,40 m. Pomiary dokonywane były przyrządami elektronicznymi: termohigrometrami, anemometrami oraz sondami glebowymi. W pracy terenowej wykorzystywano przede wszystkim metody: „zdjęcia terenowego” (obserwacje stacjonarne jednoczesne w kilkunastu lub kilkudziesięciu punktach) oraz marszrutową (obserwacje w tym samym przedziale czasu na 20-30 trasach, z około dziesięcioma punktami pomiarowymi każda). Obserwacje stacjonarne prowadzone były głównie w godzinach okołopołudniowych (10-14), badania metodą marszrutową – w godzinach przedpołudniowych. W każdym roku wykonano również jedną serię pomiarów 24-godzinnych na wytypowanym profilu terenowym lub obszarze. W ciągu całego okresu badań terenowych w Pińczowie zakładano standardowy posterunek meteorologiczny.

Obserwacje terenowe prowadzono przy różnych typach pogody, z reguły jednak przy pogodzie insolacyjno-radiacyjnej, przy której różnice warunków termicznych, wilgotnościowych i anemologicznych między poszczególnymi jednostkami są szczególnie wyraziste.

Wynikiem dotychczasowych badań Niecki Nidziańskiej są mapy topoklimatów w skali 1 : 10 000 i 1 : 25 000 pozwalające na jakościową ocenę zróżnicowania warunków topoklimatycznych tego obszaru (rys. 2) oraz tysiące wyników obserwacji pozwalających na bardzo szczegółowe omówienie zróżnicowania warunków meteorologicznych. Równoległe



Rys. 2. Dolina Nidy. Topoklimaty według zmodyfikowanej klasyfikacji J. Paszyńskiego
 The Nida Valley. Topoclimates according to the modified J. Paszyński's classification

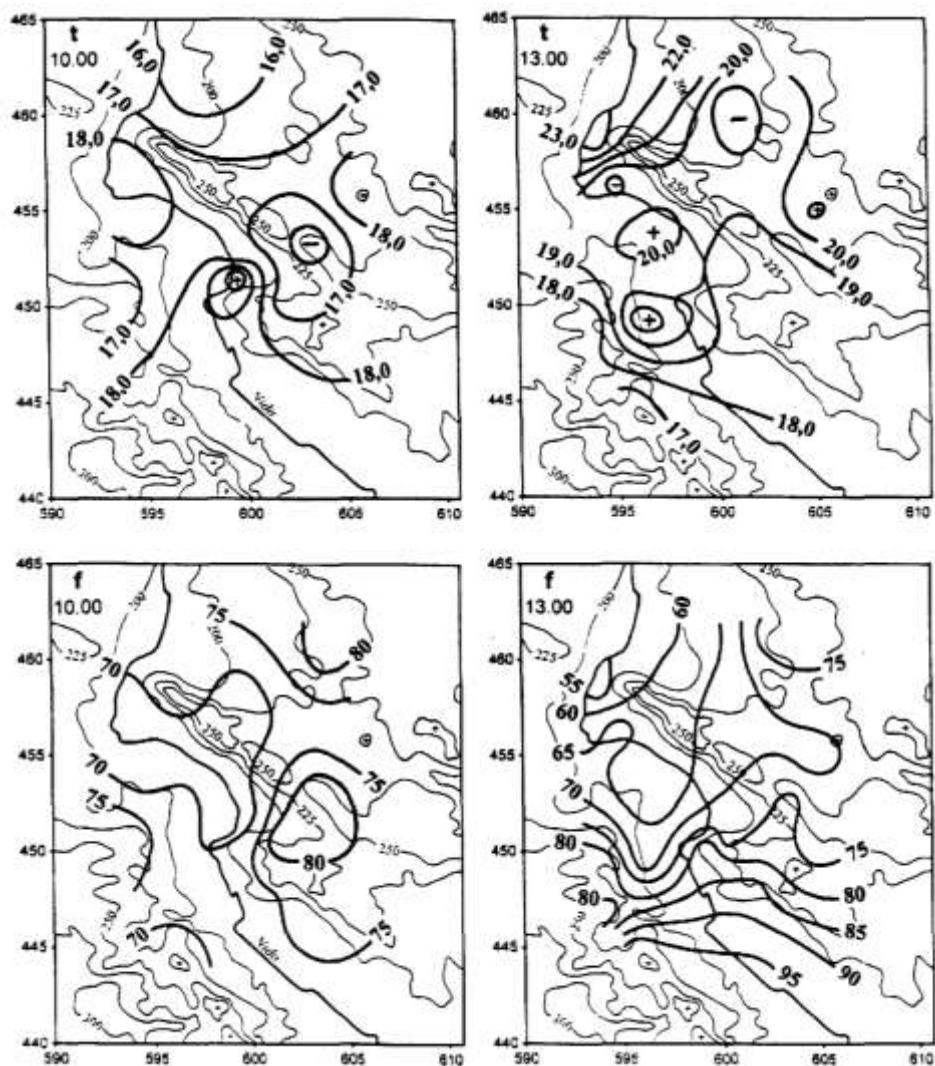
przewodzenie kartowania topoklimatycznego oraz obserwacji meteorologicznych pozwoliło nie tylko precyzyjnie scharakteryzować warunki typowe dla poszczególnych jednostek, ale także przyczyniło się do wprowadzenia pewnych uzupełnień w stosowanej klasyfikacji topoklimatycznej, co zwiększyło poziom szczegółowości dokonywanych według niej wydzielen. Potrzebę takiego uzupełnienia stwierdzono kartując kompleksy leśne położone w rozległej i podmokłej dolinie Nidy. Pomiarów meteorologicznych wykazały znaczną odrębność tych terenów w stosunku do lasów położonych na wierzchołkach. Według oryginalnej klasyfikacji J. Paszyńskiego oba te siedliska należałyby zaliczyć do tej samej jednostki. Tymczasem w podmokłym lesie temperatura powietrza była niższa o 2-4°C, wilgotność względna wyższa zaś o ponad 10% niż w suchym borze położonym na wierzchołku. Stwierdzone różnice są tego samego rzędu jak te, które dzielą obszary zaliczane do różnych jednostek (jak np. las na stromym stoku południowym i las na wierzchołku). Na podstawie tych spostrzeżeń wprowadzono do wykorzystywanej klasyfikacji nowe wydzielenie – *obszary zalesione, położone w podmokłych dolinach*.

Warto dodać, że badania prowadzone w obszarach zalesionych, charakteryzujących się różnym składem gatunkowym, pozwoliły na stwierdzenie interesującego zróżnicowania warunków klimatycznych w mniejszej skali przestrzennej. Tak np. w urozmaiconych pod tym względem drzewostanach północnej części Garbu Pińczowskiego uchwycono istotne różnice termiczne i wilgotnościowe pomiędzy olsem i położonym w niewielkiej od niego odległości suchym borem sosnowym. W gęstym olsie, o zwartych koronach drzew, przy pogodzie insulacyjnej panowała niższa temperatura powietrza i wyższa wilgotność względna niż w sąsiednim terenie otwartym. W widnym natomiast, pozbawionym podszytu i charakteryzującym się niewielką zawartością koron drzew borze sosnowym, rosącym na piaszczystym podłożu, było cieplej i suszej niż poza lasem. Tego typu spostrzeżenia, wskazują na wewnętrzne zróżnicowanie mikroklimatyczne w obrębie jednostek wyższej rangi, nie dając jednak w tym przypadku podstaw do dalszego rozszerzania przyjętej klasyfikacji.

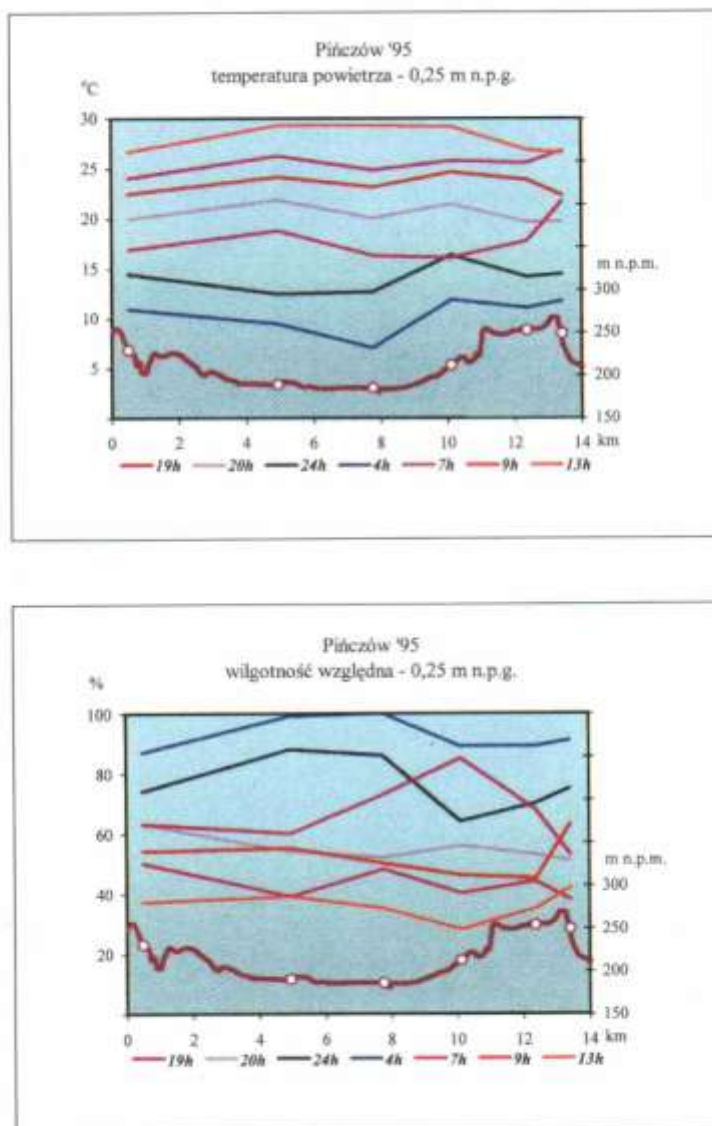
Bogaty materiał obserwacyjny (kilkaset punktów pomiarowych) umożliwił wykonanie unikatowych map, przedstawiających przestrzenne zróżnicowanie warunków termicznych i wilgotnościowych (rys. 3) oraz ich zmiany wzdłuż wytyczonych transektów (rys. 4).

Odrębnym nurtem badawczym są opracowania związane z ochroną środowiska. Kierunek ten został zapoczątkowany pracami prowadzonymi na Bagnach Biebrzańskich, a następnie rozwijany w Łomżyńskim Parku Krajobrazowym Doliny Narwi (rys. 5), Kampinoskim Parku Narodowym, Wigierskim Parku Narodowym (rys. 6) oraz Parku Narodowym Gór Stołowych (rys. 7). Efektem tych badań były każdorazowo opracowania stanowiące część planów ochrony tych parków. Składały się na nie: mapy topoklimatów wraz z komentarzami oraz szczegółowe charakterystyki warunków termiczno-wilgotnościowych, opadowych i anemologicznych (z wykorzystaniem własnych serii obserwacyjnych).

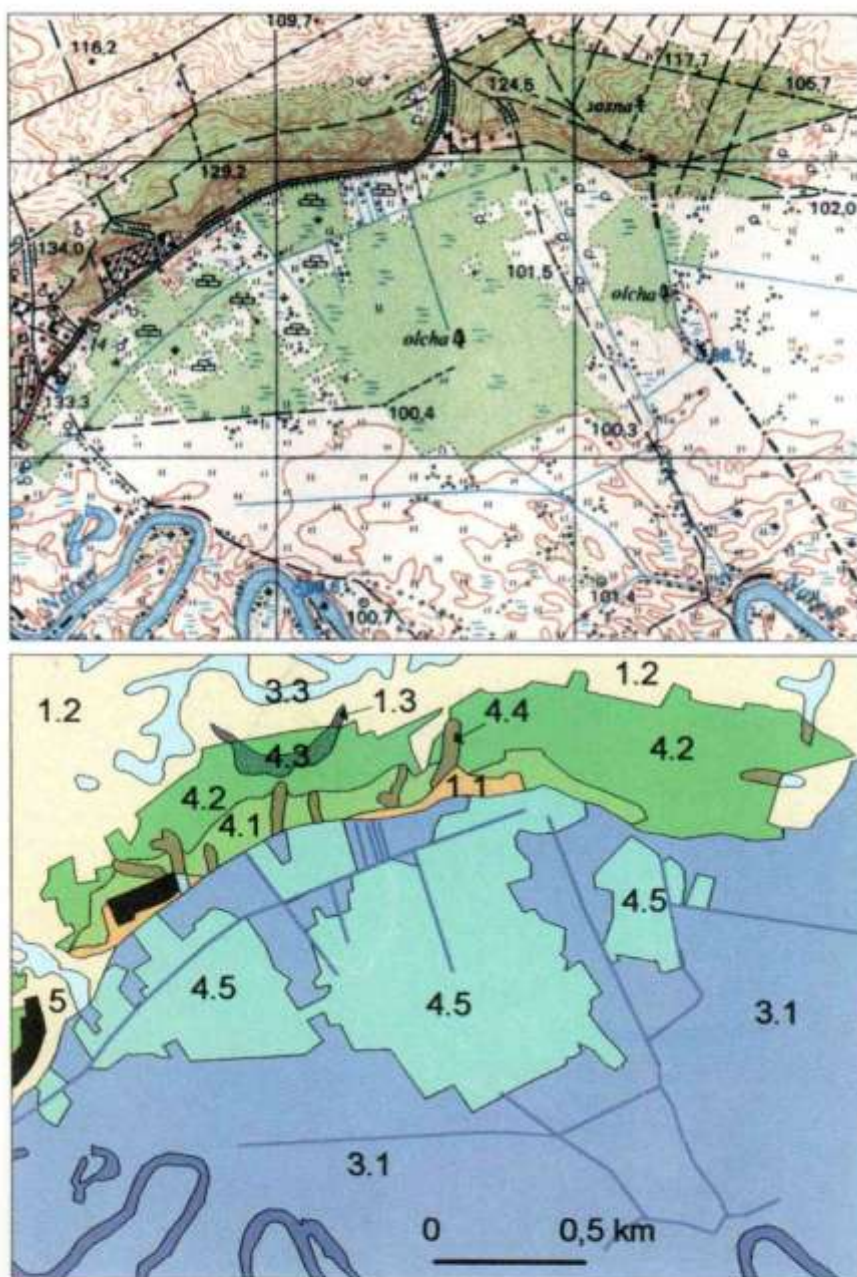
Przeprowadzone badania służyły nie tylko stronie poznawczej, ale również metodycznej. Prace terenowe we wskazanych wyżej regionach potwierdziły zasadność omówionego wcześniej rozszerzenia stosowanej klasyfikacji topoklimatycznej. We wszystkich terenach, gdzie w podmokłych rozległych dolinach występowały lasy, stwierdzono, że panujące w nich specyficzne warunki termiczno-wilgotnościowe skłaniają do wydzielenia tego



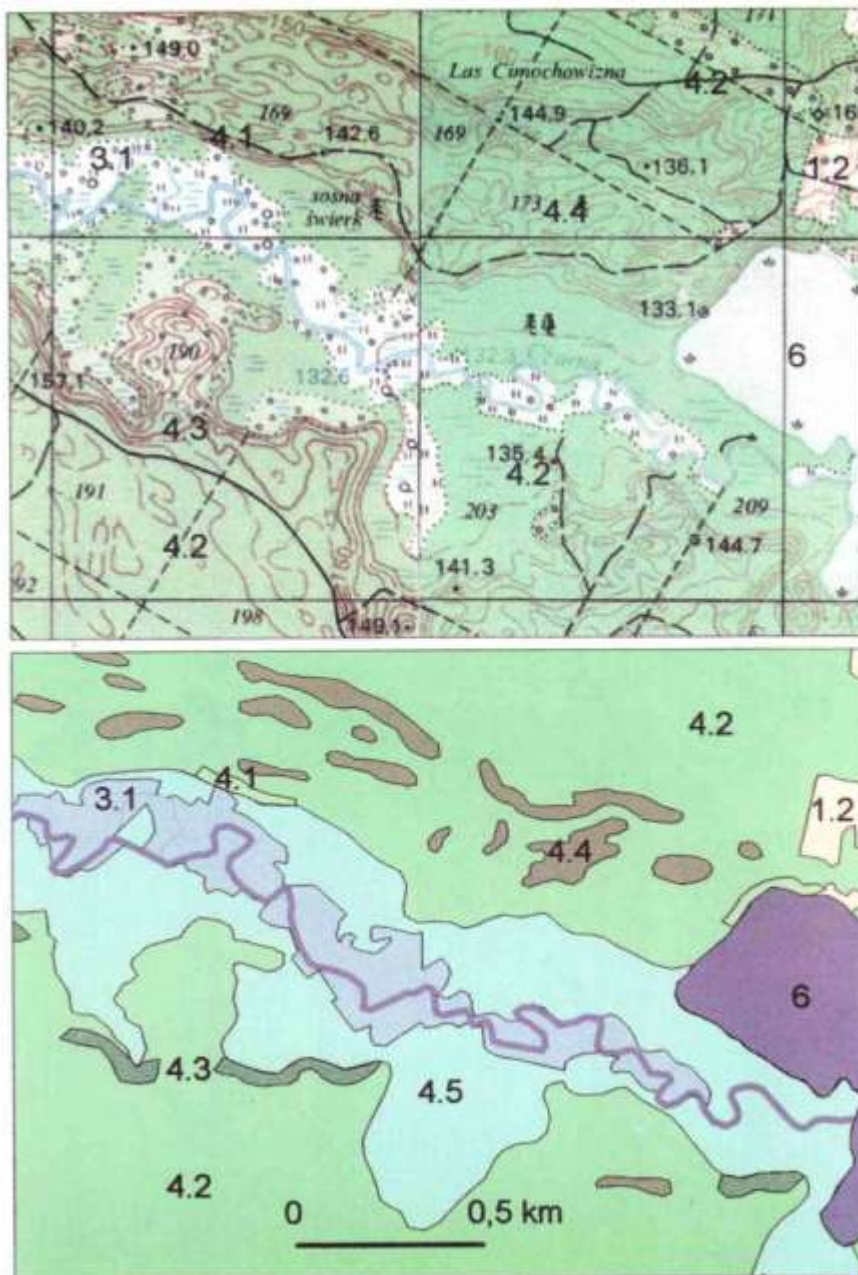
Rys. 3. Warunki termiczne i wilgotnościowe w środkowej części Niecki Nidziańskiej 11 lipca 1996 r. (temperatura powietrza i jego wilgotność względna mierzone na wysokości 1,50 m n.p.g.). Dzień z całkowitym zachmurzeniem w godzinach porannych (głównie chmury piętra niskiego) i stopniowym rozpodzeniem w ciągu dnia



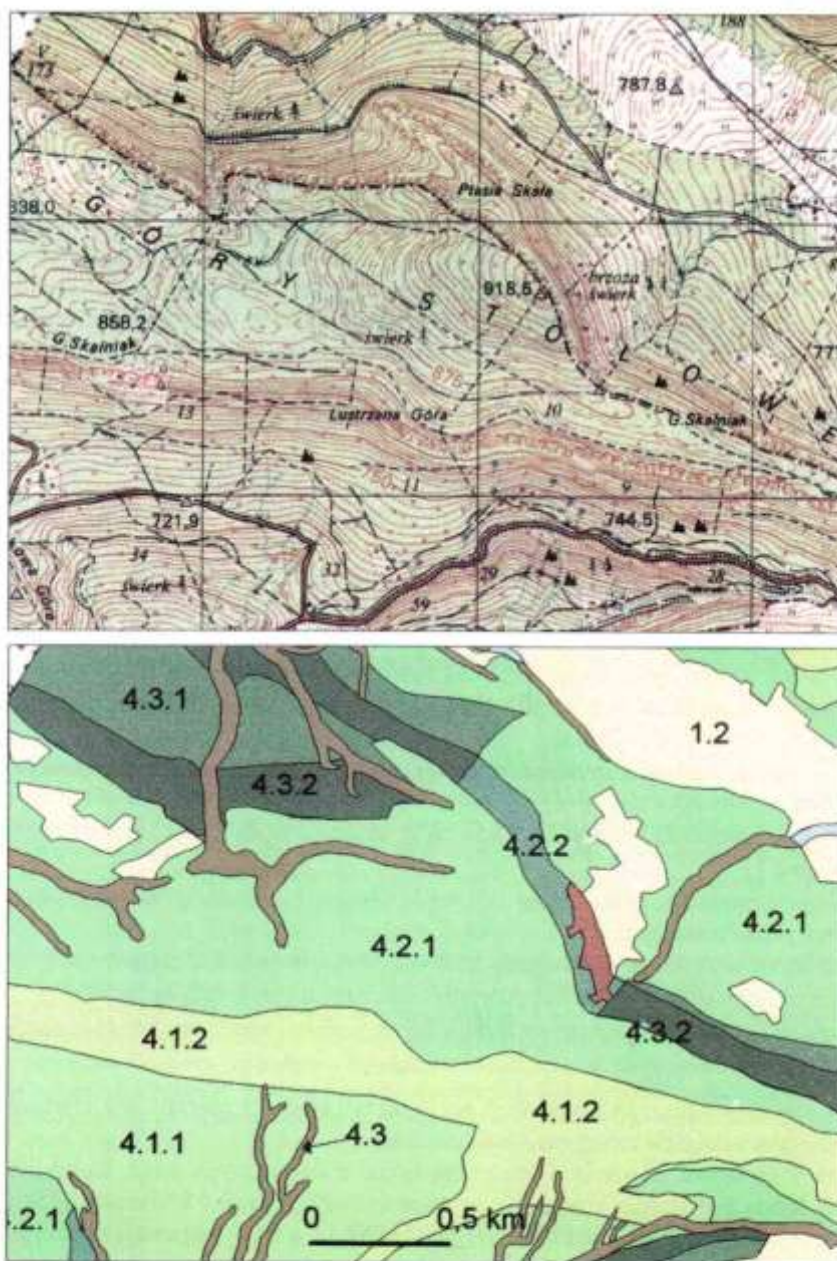
Rys. 4. Temperatura powietrza i wilgotność względna (0,25 m n.p.g.) mierzona 7/8 lipca 1995 r. w punktach obserwacyjnych na profilu przecinającym Dolinę Nidy. Doba z pogodą insolacyjną w dzień i radiacyjną w nocy – brak zachmurzenia, cisza lub słaby wiatr głównie z sektora wschodniego



Rys. 5. Dolina Narwi. Topoklimaty według zmodyfikowanej klasyfikacji J. Paszyńskiego
 The Narew Valley. Topoclimates according to the modified J. Paszyński's classification



Rys. 6. Dolina Czarnej Hańczy. Topoklimaty według zmodyfikowanej klasyfikacji J. Paszyńskiego
 The Czarna Hańcza Valley. Topoclimates according to the modified J. Paszyński's classification



Rys. 7. Góry Stołowe. Topoklimaty według zmodyfikowanej klasyfikacji J. Paszyńskiego
 Table Mountains. Topoclimates according to the modified J. Paszyński's classification

siedliska jako odrębnej jednostki topoklimatycznej. Natomiast w obszarach górskich, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem ekspozycji i nachylenia stoków, dla lepszego scharakteryzowania warunków klimatycznych w skali lokalnej, wskazane okazało się wprowadzenie wydzielenia obejmującego najbardziej strome partie. Klasyfikacja J. Paszyńskiego wyróżnia wśród stoków jedynie te, które mają ekspozycję południową lub północną i nachylenie przekraczające 5° . Stwierdzono, że do pełniejszej charakterystyki regionów górskich warto wprowadzić dodatkowe wydzielenia. Przy dużym urozmaiceniu stromości stoków i różnej ich ekspozycji ilość bezpośredniego promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni czynnej także jest zróżnicowana. Pociąga to za sobą różnice w wartościach i przebiegu dobowym poszczególnych elementów meteorologicznych. W badaniach prowadzonych w Górach Stołowych za próg nowego wydzielenia przyjęto 30° . Taką wartość przyjęto po analizie zróżnicowania natężenia promieniowania słonecznego padającego na stoki o różnej ekspozycji i różnym nachyleniu. W przypadku tak stromych stoków, niezależnie od ekspozycji, różnice w ilości promieniowania docierającego do podłoża są istotne. Na stokach południowych ilość tego promieniowania stanowi ponad 130% ilości promieniowania padającego na powierzchnię poziomą, a na stokach północnych spada poniżej 90% tej wartości. Na stokach o ekspozycji wschodniej i zachodniej odbiega od niej o ponad 10%.

Potwierdzeniem słuszności przyjęcia takiego dodatkowego wydzielenia były wyniki pomiarów temperatury powietrza i jego wilgotności względnej. Okazało się, że np. w lesie porastającym stoki o ekspozycji północnej i nachyleniu ponad 30° temperatura powietrza jest o $2-3^\circ\text{C}$ niższa, wilgotność względna zaś o 5-8% wyższa niż na stoku o tej samej ekspozycji i nachyleniu poniżej 30° . Na podstawie tego typu spostrzeżeń wprowadzono następujące nowe wydzielenia:

- *obszary zalesione, położone na stokach o wystawie południowej i nachyleniu przekraczającym 30° ,*
- *obszary zalesione, położone na stokach o wystawie północnej i nachyleniu przekraczającym 30° ,*
- *obszary zalesione, położone na stokach o wystawie wschodniej lub zachodniej i nachyleniu przekraczającym 30° ,*
- *niezalesione stoki o wystawie południowej i nachyleniu przekraczającym 30° ,*
- *niezalesione stoki o wystawie północnej i nachyleniu przekraczającym 30° ,*
- *niezalesione stoki o wystawie wschodniej lub zachodniej i nachyleniu przekraczającym 30° .*

W niektórych pracach terenowych uczestniczyli studenci specjalizacji klimatologicznej, zbierający dane do swych prac magisterskich.

Prace terenowe stanowiące integralną część dydaktycznych zajęć kameralnych są ważną formą kształcenia studentów w zakresie meteorologii i klimatologii. Stwarzają również możliwość poznania różnych regionów Polski, a także pozwalają szerzej spojrzeć na środowisko przyrodnicze i działalność człowieka w przyrodzie.

LITERATURA

- Kicińska B., Olszewski K., Żmudzka E., 1998, *Mapa topoklimatów Wigierskiego Parku Narodowego* (wraz z komentarzem). Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa (maszynopis).
- Kicińska B., Olszewski K., Żmudzka E., 1999, *Klimat Parku Narodowego Gór Stołowych*. [W:] Góry Stołowe (red. M. Zgorzelski), Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa, s. 89-95.
- Musiał A., Olszewski K., Żmudzka E., 1995, *Łomżyński Park Krajobrazowy Doliny Narwi*. Łomżyńskie Towarzystwo Naukowe im. Wagów, Warszawa-Łomża, ss. 74.
- Olszewski K., 1993, *Mapa topoklimatów Kampinoskiego Parku Narodowego* (wraz z komentarzem). Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa (maszynopis).
- Paszyński J., 1980, *Metody sporządzania map topoklimatycznych*. „Dokumentacja Geograficzna”, z. 3, s. 13-28.
- Żmudzka E., Kicińska B., Olszewski K., 2000, *Wpływ rzeźby i pokrycia terenu na zróżnicowanie klimatu lokalnego okolic Pińczowa*. „Prace i Studia Geograficzne”, t. 27, s. 99-129.

Bożena Kicińska, Krzysztof Olszewski, Elwira Żmudzka

The topo-climatic research at the Department of Climatology

SUMMARY

An important stream of research conducted at the department of Climatology of the University of Warsaw is constituted by the study of climate on a local scale. These studies serve not only the didactic purposes (a significant part of these studies is carried out in the framework of the student exercises), but also bring a rich study material, systematically made use of in the research work, of both applied and methodological nature. Until the end of the 1980s the primary areas of interest were Warsaw and its surroundings, and the north-eastern Poland (the region of the Great Masurian Lakes, the Biebrza river swamps, and the Łomża Landscape Park of the river Narew Valley). During the 1990s the topo-climatic research was deployed on a bigger scale, constituting the element of the comprehensive studies associated with protection of nature – elaboration of plans of protection of the National Parks (e.g. the Wigry Lake national Park, or the Stołowe Mountains National Park). In the recent years, in connection with the new formula of the field exercises in the general physical geography, including climatology, the Nida River Basin became another focus of interest. The comprehensive field work: topo-climatic mapping and the meteorological observations conducted in the different regions – landscapes of Poland, allowed for characterisation of the typical conditions in the individual units, and also contributed to the introduction of definite complements into the topo-climatic classification applied, which enhanced the level of precision of the delimitations performed according to it.

Objaśnienia do map topoklimatów (wg J. Paszyńskiego, zmodyfikowane)**Grupa powierzchni użytkowanych rolniczo****Wypukłe formy terenu**

- | | |
|-----|--|
| 1.1 | stoki południowe o nachyleniu ponad 5 stopni |
| 1.2 | wszystkie stoki zachodnie i wschodnie oraz stoki południowe i północne o nachyleniu poniżej 5 stopni |
| 1.3 | stoki północne o nachyleniu ponad 5 stopni |

Powierzchnie płaskie, wyniesione ponad dna dolin

- | | |
|-----|---|
| 2.1 | obszary o dużym przewodnictwie ciepłym gruntu |
| 2.2 | obszary o średnim przewodnictwie ciepłym gruntu |
| 2.3 | obszary o małym przewodnictwie ciepłym gruntu |

Wklęsłe formy terenu

- | | |
|-----|---|
| 3.1 | rozległe dobrze przewietrzane części dolin z roślinnością łąkową |
| 3.2 | wyższe części rozległych dolin z głębszym zwierciadłem wód gruntowych |
| 3.3 | niewielkie doliny, wąwozy, połony źródłowe |

Grupa powierzchni zadrzewionych

- | | |
|-----|---|
| 4.1 | stoki południowe o nachyleniu ponad 5 stopni |
| 4.2 | obszary płaskie, wszystkie stoki zachodnie i wschodnie oraz stoki południowe i północne o nachyleniu ponad 5 stopni |
| 4.3 | stoki północne o nachyleniu ponad 5 stopni |
| 4.4 | doliny, zagłębienia terenowe |
| 4.5 | lasy na obszarach podmokłych |

Grupa powierzchni zabudowanych

- | | |
|--|--------------------|
| | obszary zabudowane |
|--|--------------------|

Grupa powierzchni zbiorników wodnych

- | | |
|---|--|
| 6 | powierzchnie zbiorników wodnych i tereny do nich przyległe |
|---|--|