

Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

I. Imię i Nazwisko

Zuzanna Bielec-Bąkowska

II. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

Doktor Nauk o Ziemi
2000

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec

Tytuł rozprawy doktorskiej: *„Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce (1949-1998)”*

Magister Geografii
1996

Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Kraków

Tytuł pracy magisterskiej: *„Występowanie burz w Krakowie w latach 1896-1995”*

III. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

15.02. – 25.09.2000

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Klimatologii

02.10. – 30.11.2000

nauczyciel akademicki

01.12.2000 do chwili obecnej

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Klimatologii
adiunkt

IV. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)**1. Autor/autorzy, tytuł, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

Bielec-Bąkowska Z., 2014, *Silne wyżej nad Europą (1951-2010)*, Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach nr 3135, *Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego*, Katowice, ss. 220.

Badania zostały zrealizowane w ramach projektu badawczego nr N N306 047939 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – Narodowe Centrum Nauki

2. Omówienie celu naukowego ww. pracy wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania***Uzasadnienie podjęcia problemu badawczego i cel badań***

Wraz z rozwojem cywilizacji człowiek coraz bardziej uniezależniał się od warunków środowiska geograficznego, w którym przyszło mu żyć. Jednak w obszarach o bardzo wysokim stopniu rozwoju, częste i znaczące zmiany zachodzące w środowisku naturalnym ponownie zaczęły odgrywać ważną rolę w życiu społeczeństw. Najbardziej zmiennym elementem przyrodniczym, determinującym wiele rodzajów działalności człowieka, jest klimat i jego zmiany. Z tego powodu w ostatnich dwóch dekadach właśnie zmianom klimatu naukowcy poświęcają wyjątkową uwagę. Z tymi zmianami bardzo ściśle związane są zmiany cyrkulacji atmosferycznej. Jest ona, obok dopływu promieniowania słonecznego, najważniejszym czynnikiem kształtującym klimat danego obszaru i jest szczególnie istotna w umiarkowanych oraz wysokich szerokościach geograficznych.

Wzrost wrażliwości człowieka i jego działalności na warunki pogodowe dotyczy przede wszystkim występowania ekstremalnych zdarzeń klimatycznych (Katz i Brown 1992; Huth i in. 2000). Największe znaczenie mają zdarzenia charakteryzujące się znaczną długotrwałością. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć fale upałów lub mrozów, susze czy też znaczne opady będące przyczyną licznych powodzi czy osunięć ziemi. Nie mniej groźne są również zdarzenia krótkotrwałe, takie jak silny wiatr, burze, tornada czy nagłe i duże zmiany temperatury. Jednak ten rodzaj zjawisk, mimo znaczących szkód jakie może spowodować, charakteryzuje się znaczną zmiennością przestrzenną i zwykle dotyczy ograniczonego obszaru.

Opisywane zdarzenia i ich skutki występowały zawsze, jednak od końca ubiegłego wieku ich częstość niebezpiecznie wzrasta i coraz częściej obejmują one nowe regiony świata (IPCC 2001, 2007; Baldi i in. 2006a i b). Oprócz częstości wzrasta również intensywność i długotrwałość zdarzeń

Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

ekstremalnych. Jest to szczególnie dobrze widoczne w wyższych szerokościach geograficznych (Easterling i in. 2000) i często związane z zauważalnym wzrostem trwałości charakterystycznych typów cyrkulacji (Kyselý i Domonkos 2006). Właśnie do takich sytuacji należy zaliczyć występowanie **silnych i rozległych układów wysokiego ciśnienia**, a w szczególności sytuacji blokujących.

Rozpatrywane wyżej w sposób pośredni lub bezpośredni kształtują warunki meteorologiczne danego regionu. Najbardziej odczuwalnym efektem powstania i długotrwałego utrzymywania się takich układów są fale ciepła lub mrozów. Wywołują one m.in. silny stres cieplny u roślin, zwierząt i ludzi, susze, znaczne zanieczyszczenie powietrza, rozległe wymarzenie owoców cytrusowych, winorośli, a także szkody w hodowli bydła, w rybołówstwie oraz uprawach zbóż i warzyw. Powodują także utrudnienia w dostawach wody pitnej i energii oraz na drogach i lotniskach. Wzrost częstości sytuacji blokujących wpływa także na zmiany tras i intensywność układów niskiego ciśnienia, a zmiana typowego położenia układów antycyklonalnych występujących w danym regionie prowadzi do zmian w lokalnej cyrkulacji w obszarach sąsiednich.

Znaczenie występowania wymienionych wyżej warunków pogodowych spowodowało powstanie szeregu prac poświęconych zbadaniu zależności pomiędzy występowaniem ekstremalnych zdarzeń klimatycznych czy specyficznych zmian klimatu a pojawianiem się antycyklonów. Jednak wiedza dotycząca występowania układów wysokiego ciśnienia na Ziemi ma albo bardzo ogólny albo bardzo regionalny charakter (często są to studia poszczególnych przypadków). Niewiele jest natomiast badań, w których dominuje podejście klimatologiczne, uwzględniające występowanie wyżów w ujęciu wieloletnim i w dużej skali przestrzennej. Ponadto, w dotychczasowych analizach z reguły nie rozpatrywano intensywności układów wysokiego ciśnienia, a jedynie fakt ich wystąpienia i ewentualnie trwałość systemu.

Wspomniane przesłanki stały się inspiracją do podjęcia badań, których głównym celem było **określenie przestrzennego i czasowego zróżnicowania występowania wyjątkowo silnych wyżów nad Europą** oraz **poszerzenia wiedzy o intensywności i długotrwałości silnych układów wyżowych**. Ponadto, sprawdzono **czy obserwowane w ostatnim stuleciu zmiany klimatu znajdują swoje odzwierciedlenie w wyraźnych zmianach liczby pojawiających się wyżów**.

Podstawą przeprowadzonych badań były średnie dobowe wartości ciśnienia na poziomie morza określone dla 1377 punktów gridowych (w siatce o rozdzielczości przestrzennej $2,5^\circ \times 2,5^\circ$) pochodzące z Reanaliz NCEP/NCAR. Uzupełnieniem tych danych były wartości wysokości powierzchni izobarycznej 500hPa dla wspomnianych punktów oraz liczne mapy synoptyczne z różnych poziomów barycznych. Materiał badawczy obejmował wielolecie 1951-2010. Ze względu na genezę, zasięg oraz stopień wpływu najważniejszych układów barycznych na klimat Europy w pracy uwzględniono nie



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

tylko obszar samego kontynentu, ale szeroko rozumiany sektor euroatlantycki ograniczony do obszaru 20°N – 85°N oraz 50°W – 75°E.

Charakterystyka rozkładu ciśnienia w sektorze euroatlantyckim w latach 1951-2010

Właściwe określenie siły układów wysokiego ciśnienia wymagało wcześniejszej analizy rozkładu przestrzennego oraz określenia wieloletniej zmienności ciśnienia w sektorze euroatlantyckim w badanym wieloleciu. Ponieważ zmiany te zaznaczają się bardziej w postaci zróżnicowania przestrzennego oraz zmian wartości ciśnienia w ciągu roku przeprowadzono podział na **regiony o odmiennym reżimie rocznego przebiegu ciśnienia**. Wyróżniono pięć regionów, wśród których zaznacza się wyraźny podział na regiony położone na północ i południe od 50°N. Cechą charakterystyczną regionów północnych (I, II i III – obejmujące Grenlandię, Północny Atlantyk oraz prawie całą Europę) jest silny wpływ cyklonów atlantyckich i występowanie najsilniejszych zimowych wyżów kontynentalnych, co znajduje swoje odbicie w dużym zakresie zmian ciśnienia. Dużo bardziej wyrównane zmiany widoczne są w południowej części sektora euroatlantyckiego (regiony IV i V – obejmujących głównie Europę Zachodnią i Południową, Morze Śródziemne i północną Afrykę). Niższe są tam także maksymalne wartości ciśnienia, chociaż w części zachodniej średnie wartości ciśnienia należą do najwyższych w całym rozpatrywanym obszarze.

Definicja silnych i bardzo silnych wyżów

Otrzymane wyniki potwierdziły znaczące przestrzenne i czasowe zróżnicowanie wartości ciśnienia nad obszarem Europy i Atlantyku. Z tego powodu trudno było jednoznacznie wskazać jakie kryterium wydzielenia silnych i bardzo silnych układów wysokiego ciśnienia (zaliczanych do ekstremalnych zdarzeń klimatycznych) byłoby najlepsze. Z tego powodu zaproponowano dwa podejścia umożliwiające wyznaczenie badanych wyżów:

- W pierwszym z nich **za silne wyży** uznano te, których ciśnienie w centrum układu jest równe lub wyższe niż **95 percentyl** (P_{95}) jego wartości, natomiast **bardzo silne układy** wysokiego ciśnienia to wyży, w których ciśnienie jest równe lub wyższe niż wartość **99 percentyla** (P_{99}). Przyjęcie takiego kryterium jest zgodne z założeniami dotyczącymi wyznaczania zjawisk ekstremalnych, w tym przypadku silnych układów wysokiego ciśnienia (IPCC 2007). Takie statystyczne podejście do wyznaczania najsilniejszych wyżów w najlepszy sposób pozwala wskazać cechy charakterystyczne dla danego regionu.
- Drugi sposób pozwalał definicję silnych układów barycznych uniezależnić od wartości ciśnienia występujących w danym obszarze i jednocześnie umożliwiał porównywanie makroskalowych cech cyrkulacji atmosfery nad znacznymi obszarami. W opisywanym podejściu, podobnie jak w



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

badaniach innych autorów, założono, że za **silne wyże** uznane zostaną te układy, w których ciśnienie jest wyższe lub równe **1030hPa**, natomiast bardzo **silne układy baryczne** to te, w których ciśnienie jest wyższe lub równe **1035hPa** (ostatni próg jest wartością spotykaną w literaturze jako kryterium wyznaczania silnych wyżów).

Wykorzystując opisane kryteria przeprowadzono dwie oddzielne regionalizacje, których podstawą był roczny przebieg ciśnienia o wartościach spełniających przyjęte wartości ciśnienia określone dla każdego punktu gridowego.

Podobieństwa w zasięgu regionów wydzielonych według obu metod stały się podstawą ponownej regionalizacji, w której każdy punkt gridowy został scharakteryzowany dwiema cechami oznaczającymi przynależność do odpowiedniego regionu w podziale według kryterium 1030hPa i 1035hPa oraz kryterium 95 i 99 percentyla. Jej wynikiem jest przyjęcie pierwszego kryterium (1030hPa i 1035hPa), jako tego najlepiej oddającego występowanie najsilniejszych wyżów oraz ostateczny **podział regionu euroatlantyckiego na cztery główne regiony antycyklonalne** i kilka podregionów.

Zmienność wieloletnia i roczny przebieg występowania wyjątkowo silnych wyżów w regionach antycyklonalnych.

Analiza występowania dni z ciśnieniem $\geq 1030\text{hPa}$ i $\geq 1035\text{hPa}$ wykazała, że najbardziej charakterystyczne różnice pomiędzy regionami dotyczyły zarówno wartości ciśnienia w silnych i bardzo silnych wyżach, jak i przebiegu rocznego oraz wieloletniej zmienności liczby dni z rozpatrywanymi układami barycznymi.

Najwyższymi wartościami ciśnienia odznaczają się najsilniejsze wyże kontynentalne (ponad 1060hPa), najniższymi natomiast obszary aktywnej cyklogenezy: region Islandzki (IIIA) i Południowy (IV). Wśród wydzielonych regionów wyróżnia się także regionu Wyżu Azorskiego (IIAW), którego cechą charakterystyczną jest najwyższa średnia wartość ciśnienia (1018hPa) w centrach badanych układów barycznych. Jest ona wynikiem występowania znacznej liczby układów wyżowych o zbliżonych wartościach ciśnienia.

W obszarach oceanicznych (III) i regionie Południowym (IV) (do którego należy prawie cały obszar położony poniżej 50°N) dominuje działalność cyklonalna, a silne wyże pojawiają się w nich średnio przez około 30-40 dni w roku. W pozostałych regionach (Grenlandzkim – I, Wyżu Azorskiego – IIAW i Wyżu Azjatyckiego – IIAE) liczba dni z badanymi wyżami średnio była 3-4 razy większa niż w regionie Islandzkim (IIIA) i Południowym (IV).

We wszystkich wydzielonych regionach silne układy wysokiego ciśnienia występowały głównie w chłodnej połowie roku (X-III), stanowiąc 60-93% wszystkich silnych wyżów. Jeszcze większy



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

jest udział bardzo silnych antycyklonów, które w sezonie chłodnym stanowiły od około 73% (w regionie Islandzkim – IIIA) do ponad 99% wszystkich przypadków (w regionie Południowym – IV). Roczne maksimum występowania opisywanych układów najczęściej przypada na miesiące zimowe. Wyjątkiem są obszary arktyczne, w których jest ono przesunięte w kierunku miesięcy wiosennych. Należy jednak podkreślić, że w ostatnich dekadach rozpatrywanego wielolecia w większości regionów zauważa się również zmiany występowania rocznego maksimum liczby dni z badanymi układami oraz zmiany początku lub końca okresu największej częstości silnych i bardzo silnych wyżów.

Bardzo ważnym aspektem występowania silnych i bardzo silnych wyżów jest ich zmienność wieloletnia. W rozpatrywanym okresie, niezależnie od regionu, zmiany liczby badanych układów odznaczały się one dość wyraźnymi zwykle kilku-, kilkunastoletnimi fluktuacjami i dużym zróżnicowaniem regionalnym. Jednak w większości przypadków tendencje opisywanych zmian były nieistotne statystycznie.

Najbardziej wyraźne zmiany występowania analizowanych wyżów zachodziły głównie w chłodnej połowie roku (X-III). Dotyczyły one przede wszystkim spadku liczby silnych i bardzo silnych antycyklonów w regionie Grenlandzkim – I (o ponad 4 dni z silnymi lub bardzo silnymi wyżami na 10 lat), a także ich wzrostu w regionach Wyżu Azorskiego (IIAW) i Azjatyckiego (IIAE) oraz w regionie Południowym (IV). Wspomniany wzrost liczby rozpatrywanych wyżów nastąpił od lat 70. i był największy w regionie Południowym (dochodząc nawet do ponad 6 dni na 10 lat).

Typy rozkładu pola ciśnienia podczas występowania silnych układów antycyklonalnych

Związki pomiędzy występowaniem poszczególnych elementów cyrkulacji atmosfery, jej znaczenie w kształtowaniu klimatu oraz opisywane zmiany klimatu stały się przyczyną postawienia pytania: *Czy występowaniu silnych i bardzo silnych wyżów towarzyszą jakieś charakterystyczne cechy pola ciśnienia nad badanym obszarem?*, a jeżeli tak, to: *Czy zauważa się zmiany w częstości ich występowania w badanym wieloleciu?*

W wyniku przeprowadzonych badań **wydzielono typy rozkładu pola ciśnienia w dniach z silnymi i bardzo silnymi wyżami**. Dla każdego regionu wyróżniono po cztery typy pola ciśnienia odznaczające się różną częstością występowania, osobno dla półroczna chłodnego (X-III) i ciepłego (IV-IX). Głównymi cechami charakteryzującymi wydzielone typy pól ciśnienia był rozkład przestrzenny i intensywność najważniejszych wyżów sektora euroatlantyckiego: Wyżu Grenlandzkiego, Azorskiego i Azjatyckiego, a także Niżu Islandzkiego.

W przypadku trzech regionów, w których występują najsilniejsze wyże - regionu Grenlandzkiego (I), Wyżu Azorskiego (IIAW) i Azjatyckiego (IIAE) - część wyróżnionych typów pola



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

ciśnienia jest do siebie bardzo zbliżona. Najbardziej wyróżniają się typy, z którymi związane jest występowanie silnych układów wysokiego ciśnienia w regionie Islandzkim (IIIA), w szczególności te, w których silny układ wysokiego ciśnienia występuje nad Półwyspem Skandynawskim. W regionie Południowym (IV) natomiast, najczęściej silne i bardzo silne wyże tworzą pas wysokiego ciśnienia łączącego Wyż Azorski z Wyżem Azjatyckim.

Porównując analizowane typy pól ciśnienia w dniach z silnymi i bardzo silnymi wyżami stwierdzono, że niektóre z nich są tak do siebie zbliżone, że można je uznać za wspólne dla całego sektora euroatlantyckiego. Niektóre z nich są zbliżone do wydzielonych przez innych autorów ogólnych typów cyrkulacji występujących w sektorze euroatlantyckim. Wydaje się zatem, że należy je zaliczyć do bardzo istotnych cech cyrkulacji atmosfery rozpatrywanego obszaru.

Wieloletnie zmiany występowania wyróżnionych typów pola ciśnienia zależały od rozpatrywanego regionu. W większości przypadków nie stwierdzono istnienia wyraźnych tendencji zmian częstości ich występowania. Najbardziej istotne zmiany były podobne do zmian ogólnej liczby dni z silnymi i bardzo silnymi wyżami występującymi w danym regionie i występowały głównie w półroczu chłodnym. Dotyczyły one przede wszystkim części typów wydzielonych dla regionów Grenlandzkiego (I), Wyżu Azorskiego (IIAW) i Azjatyckiego (IIAE) oraz regionu Południowego (IV). W pierwszym przypadku najbardziej charakterystyczny był spadek częstości typu wspólnego dla regionu Grenlandzkiego (I) i Wyżu Azjatyckiego (IIAE) – bardzo silne oba wyże kontynentalne przedzielone rozległą strefą obniżonego ciśnienia na Atlantyku – oraz bardzo silny wzrost liczby przypadków silnego Wyżu Azjatyckiego łączącego się z Wyżem Azorskim. W przypadku regionu Południowego (odznaczającego się niewielką liczbą rozpatrywanych wyżów) zmiany liczby wyróżnionych typów potwierdzają znaczący wzrost częstości silnych wyżów jakie występują na południe od 50°N.

Liczba oraz czas trwania silnych antycyklonów

Ważną charakterystyką opisującą występowanie układów barycznych jest czas ich trwania. W celu przeprowadzenia takiej analizy stworzono odrębną bazę danych obejmującą wszystkie silne i bardzo silne wyże jakie wystąpiły nad rozpatrywanym obszarem w wieloleciu 1951-2010. Wykorzystując dane gridowe, mapy synoptyczne oraz mapy wysokości powierzchni izobarycznych 850 i 500hPa, każdy z układów został zidentyfikowany i opisany przez określenie daty jego powstania i zaniku, długości trwania układu, podanie współrzędnych określających położenie jego centrum oraz wartość ciśnienia w kolejnych dniach.

Wśród 8406 silnych i bardzo silnych wyżów, jakie wystąpiły w sektorze euroatlantyckim, dominowały układy trwające 1-3 dni, a nieco ponad połowa przypadków to układy krótsze niż 7-



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

dniowe. Czas trwania analizowanych układów wzrastał wraz ze wzrostem intensywności wyżu i dla układów o ciśnieniu $\geq 1045\text{hPa}$ średnio wynosił już 6 dni. Większą długością trwania charakteryzowały się wyże występujące w chłodnej połowie roku (X-III).

W całym badanym wieloleciu wystąpiło jedynie 298 układów trwających 15 i więcej dni, z czego prawie wszystkie (288) to bardzo silne układy antycyklonalne, a 187 to wyże o ciśnieniu $\geq 1045\text{hPa}$. Wśród tych ostatnich 16 trwało dłużej niż miesiąc. Najdłużej trwał wyż jaki powstał nad Grenlandią na początku stycznia 1966 roku i trwał 51 dni (z maksimum ciśnienia 26 stycznia – $1067,4\text{hPa}$).

Do najdłuższych wyżów zaliczają się układy wysokiego ciśnienia powstające nad Grenlandią i w regionie Wyżu Azjatyckiego (IIAE). W obszarach tych wyże trwające ponad 15 dni stanowiły odpowiednio około 50% oraz nieco mniej niż 40% analizowanych układów wysokiego ciśnienia jakie tam występowały. W pozostałych regionach było to zaledwie około 1-9%.

Przestrzenny rozkład występowania centrów silnych układów antycyklonalnych w sektorze euroatlantyckim w latach 1951-2010

Przeprowadzone badania pozwoliły także sprawdzić czy stwierdzonym zmianom liczby a rozpatrywanych wyżów występujących w sektorze euroatlantyckim towarzyszą również zmiany obszarów ich występowania.

W przeciwieństwie do dynamicznie przemieszczających się układów cyklonalnych wyże to układy charakteryzujące się dużo wolniejszą zmianą położenia, ale znacznie większym zasięgiem przestrzennym. Z tego powodu, badając występowanie silnych i bardzo silnych układów wysokiego ciśnienia, wskazano obszary, w których najczęściej pojawiały się ich centra, pośrednio wyznaczające **trasy przemieszczania się badanych układów**. Tak wyróżnione rejony tworzą dwie wyróżniające się strefy:

- Pierwszą z nich tworzy pas rozciągający się od obszaru występowania Wyżu Azorskiego na Oceanie Atlantyckim, przez Europę aż nad Nizinę Wschodnioeuropejską (oś Wojejkowa).
- Drugi to Grenlandia.

Ponieważ występowanie rozpatrywanych układów jest silnie związane z rocznym cyklem zmian cyrkulacji atmosfery zmianom podlegają także obszary ich występowania. Widoczne są one jako zimowe przesunięcie pasa większej liczby silnych wyżów rozciągającego się od Atlantyku po Ural w kierunku zwrotników i zwiększony zasięg strefy występowania tych układów nad Grenlandią. W półroczu ciepłym natomiast, wzrost zasięgu oddziaływania Wyżu Azorskiego i wyraźne jego przesunięcie na północ w kierunku Wysp Brytyjskich. Równocześnie we wschodniej części



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

rozpatrywanego obszaru liczba silnych i bardzo silnych wyźów wyraźnie maleje, a w miesiącach letnich prawie zanika.

Charakterystyczną cechą występowania silnych i bardzo silnych wyźów w sektorze euroatlantyckim jest również zauważalna w chłodnej połowie roku zwiększona liczba badanych układów o charakterze lokalnym. Obszarami występowania takich antycyklonów jest: wnętrze Półwyspu Iberyjskiego, rejon Alp, część Półwyspu Bałkańskiego, Wyżyna Anatolijska, rejon Kaukazu oraz Półwysep Skandynawski. Powstawaniu opisywanych wyźów sprzyja nie tylko charakter cyrkulacji występującej w tej porze roku, ale również znaczna wysokość nad poziomem morza i ukształtowanie terenu.

Mimo wspomnianych wcześniej wieloletnich zmian liczby silnych i bardzo silnych wyźów, na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono istotnych różnic w położeniu obszarów występowania analizowanych układów wysokiego ciśnienia. W zależności od warunków pogodowych panujących w danym roku czy wieloleciu liczba wyźów występujących w danym rejonie może się nieco różnić od wartości średnich, ale nie wpływają one na zmianę położenia obszarów, w których występują najczęściej.

Zaprezentowane wyniki badań po raz pierwszy pozwoliły określić zmiany występowania silnych i bardzo silnych wyźów, tego jednego z najważniejszych elementów cyrkulacji atmosfery, w tak dużej skali przestrzennej i zachodzących w tak długim okresie czasu. Otrzymane rezultaty wyraźnie wykazały, że w sektorze euroatlantyckim najważniejszą cechą charakteryzującą występowanie badanych układów jest ich przebieg roczny oraz duże regionalne zróżnicowanie częstości ich występowania.

Wykazano, że wieloletni wzrost liczby silnych i bardzo silnych wyźów, o jakim często wspominają autorzy badań dotyczących cyrkulacji atmosfery, dotyczy tylko niektórych obszarów sektora euroatlantyckiego i przeważnie chłodnej połowy roku. Ponadto, zwiększona liczba rozpatrywanych wyźów najczęściej pozostaje na zbliżonym poziomie od lat 70.

Przeprowadzone badania poruszyły wiele aspektów występowania silnych i bardzo silnych wyźów w sektorze euroatlantyckim. Wiele z nich stanowi jedynie wstęp do dalszych, bardziej wnikliwych analiz (m.in. te dotyczące tras przemieszczania się poszczególnych układów, trwałości i zasięgu wyźów oraz ich zmian wieloletnich).

W świetle zachodzących zmian klimatu, poznanie prawidłowości rządzących występowaniem silnych i bardzo silnych wyźów (a także wyźów w ogóle) wydaje się zagadnieniem niezmiernie istotnym. Z jednej strony pozwoliłoby na lepsze prognozowanie nadchodzących zmian klimatu,



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

szczególnie tych związanych z występowaniem ekstremalnych zdarzeń klimatycznych. Z drugiej strony poznanie nadchodzących zmian klimatycznych umożliwi podjęcie właściwej polityki adaptacyjnej dotyczącej zarówno przystosowań technicznych czy technologicznych (tj. konstrukcje inżynierskie, produkcja i przesył energii, problem transportu), jak i zmiany sposobu życia całych grup społecznych (zmiany w rolnictwie, zmiany w służbie zdrowia i instytucjach opieki, wybór miejsca i czasu letniego odpoczynku itp.).

V. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Moje zainteresowania klimatologią i meteorologią pojawiły się w okresie szkoły średniej i częściowo związane były z aktywnie uprawnianym szybownictwem. Ich efektem było podjęcie studiów geograficznych na Uniwersytecie Jagiellońskim oraz wybranie specjalizacji z zakresu klimatologii. W trakcie studiów uczestniczyłam w realizacji grantu „Wiekowe zmiany klimatu w południowej Polsce na podstawie krakowskiej serii meteorologicznej (1792-1993) ze szczególnym uwzględnieniem małego glaciału” (PB 0329/P2/94/07) pod kierownictwem dr hab. Janiny Trepieńskiej, a finansowany przez Komitet Badań Naukowych. Zainteresowania dotyczące zagadnień klimatologicznych, a szczególnie wieloletniej zmienności klimatu, rozwijałam właśnie pod opieką dr hab. Janiny Trepieńskiej. Została on promotorem mojej pracy magisterskiej zatytułowanej „Występowanie burz w Krakowie w latach 1896-1995” i obronionej w czerwcu 1996 roku.

W trakcie ostatniego roku studiów Profesor Tadeusz Niedźwiedź zaproponował mi udział w tworzeniu Katedry Klimatologii oraz podjęcie studiów doktoranckich na Uniwersytecie Śląskim. Moje zainteresowania badawcze w dalszym ciągu dotyczyły głównie występowania ekstremalnych zdarzeń klimatycznych, przede wszystkim burz i zjawisk konwekcyjnych, oraz ich związków z cyrkulacją atmosfery. Wyniki prowadzonych badań zostały opublikowane w serii artykułów (1997 – Opady burzowe w Krakowie w latach 1896-1995; 1998 – Wieloletnia zmienność występowania burz w Szczecinie, Łodzi, Krakowie i na Kasprowym Wierchu w latach 1954-1993 oraz Zmienność występowania wybranych zjawisk atmosferycznych w Katowicach w latach 1951-1996; 1999 – Wieloletnia zmienność występowania burz w Polsce w latach 1949-1998) i zaprezentowane na kilku konferencjach naukowych, w tym na 2nd European Conference on Applied Climatology w Austrii (Long-term variability of thunderstorms and Cb clouds occurrence in Kraków on the basis of the 1906-1995 observation series). Badania te pozwoliły na uzupełnienie badań dotyczących występowania burz w Polsce oraz dokonanie dokładnej charakterystyki wieloletniej zmienności pojawiania się tego



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

zjawiska na terenie całego kraju i w długim okresie czasu. Rezultatem przeprowadzonych prac było przygotowanie pracy doktorskiej „Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce (1949-1998)”, którą obroniłam w roku 2000 i za którą otrzymałam indywidualną nagrodę II stopnia Rektora Uniwersytetu Śląskiego. W sumie, trakcie studiów doktoranckich, brałam udział w trzech konferencjach krajowych i czterech międzynarodowych. Byłam stypendystką Fundacji im. S. Batorego i Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (2000), otrzymałam również grant Komisji Europejskiej w ramach programu europejskiego „Control and management of major natural risks”, który umożliwił mi udział w warsztatach „Cyclones and storms” jakie odbyły się na Gwadelupie w 1999 roku.

W badaniach poświęconych występowaniu burz i zjawisk im towarzyszących, często podejmowanych przeze mnie również po doktoracie, dominowało kilka kierunków badawczych. W świetle opisywanych szeroko zmian klimatu, najważniejszym z nich była wieloletnia zmienność występowania burz. Badania te prowadziłam m.in. w ramach grantu „Wieloletnia zmienność występowania burz w Polsce w XX wieku w świetle warunków synoptycznych” (Nr grantu 6 P04E 009 21; załącznik 7I). Ich przeprowadzenie było możliwe dzięki zgromadzeniu rozległej bazy danych dotyczących pojawiania się rozpatrywanego zjawiska obejmujących głównie okres od 1951 do 2010 roku oraz (kilka serii obserwacyjnych) od 1896 roku do pierwszych lat XXI wieku. Dane te pochodzą zarówno z około 60 polskich stacji meteorologicznych, jak i kilkudziesięciu stacji z Niemiec, Czech i Słowacji. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w kilku artykułach, w tym w prestiżowym czasopiśmie *Atmospheric Research* (poz. 1 i 2 w załączniku 4I oraz 1, 2, 5, 26 w załączniku 4II) oraz prezentowane na konferencjach (załącznik 7II). Kolejnym aspektem prowadzonych badań był przebieg dobowy burz oraz wpływ sytuacji synoptycznych na ich występowanie (poz. 2 załącznik 4I oraz 3, 9, 11, 23 załącznik 4II), które stanowią ważny element prognoz meteorologicznych, jak i są ważnym elementem klimatycznych scenariuszy wieloletnich zmian występowania zjawisk konwekcyjnych. Z problematyką tą łączy się poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o dynamikę atmosfery w dniach z burzami. Próba odpowiedzi na to pytanie została zawarta w dwóch pracach poświęconych wskaźnikom chwiejności atmosfery i ich związkom z występowaniem zjawisk konwekcyjnych nad Polską (poz. 9 i 13 załącznik 4II). Badania te były prowadzone w ramach projektu „Warunki synoptyczne a wieloletnie zmiany występowania burz w Polsce” oraz „Termiczno-dynamiczna charakterystyka powietrza nad Polską w świetle występowania burz” finansowanego przez Wydział Nauk o Ziemi UŚ (załącznik 7I). Rezultaty badań dotyczących występowania burz w Polsce dwukrotnie zostały docenione przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej, której byłam stypendystką w 2001 i 2002 roku (załącznik 7V).



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

W dobie wzrostu częstości występowania klimatycznych zdarzeń ekstremalnych ważnym, a rzadko podejmowanym w Polsce, zagadnieniem było zbadanie występowania opadów towarzyszących pojawianiu się burz. Charakterystyka rodzaju i intensywności rozpatrywanych opadów przeprowadzona była częściowo w ramach projektu finansowanego przez Wydział Nauk o Ziemi UŚ „Burze i opady burzowe w Polsce w latach 1951-2005” (załącznik 7I). Otrzymane rezultaty pozwoliły na określenie wieloletniej zmienności występowania gradów oraz silnych opadów burzowych w Polsce oraz na określenie ich związków z cyrkulacją atmosfery (1997 – Opady burzowe w Krakowie w latach 1896-1995; poz. 1 i 3 załącznik 4I oraz poz. 19, 23 i 26 załącznik 4II).

Bardzo istotnym elementem wszystkich analiz poświęconych pojawianiu się burz i innych zjawisk konwekcyjnych jest jakość danych, sposób ich pozyskiwania (obserwacji i pomiary) oraz metody badawcze stosowane w pracach poświęconych tej tematyce. Zagadnienia te były przeze mnie poruszane w wielu pracach (m.in. wspomnianych opracowaniach dotyczących opadów burzowych), co pozwoliło wypracować metody umożliwiające porównywanie wyników pomiędzy pracami wielu autorów (poz. 4, 7, 8 i 13 załącznik 4II).

Drugim kierunkiem moich zainteresowań badawczych są zmiany cyrkulacji atmosferycznej, a szczególnie występowania głębokich układów niskiego ciśnienia oraz silnych układów antycyklonalnych. W trakcie przeprowadzonych prac opracowałam charakterystykę najsilniejszych układów barycznych występujących nad Polską: ich intensywność, położenie oraz zasięg pionowy, a także określiłam ich zmienność wieloletnią i trasy przemieszczania się. Badania te zaowocowały kilkoma publikacjami, w tym dwiema w czasopiśmie *Physics and Chemistry of the Earth* oraz *International Journal of Climatology* (poz. 4 i 6 załącznik 4I oraz poz. 14 i 18 załącznik 4II). Natomiast szczegółowa analiza występowania najsilniejszych wyżów, sposobów ich określania i zmienności wieloletniej na wybranych stacjach europejskich została przedstawiona w pracy „Silne wyże nad Europą w XX wieku” (poz. 20 załącznik 4II). Bardzo ważnym aspektem prac o tej tematyce było określenie typów pogody kształtowanych przez oba rodzaje najsilniejszych układów barycznych. Duże znaczenie tych badań wynika z jednej strony z wykorzystania w tym celu bardzo długiej serii obserwacji (1900-2010), z drugiej natomiast z możliwości wykorzystania ich do prognozowania dalszych zmian klimatu (poz. 5 załącznik 4I oraz poz. 24 załącznik 4II). Znaczna część omawianych badań została wykonana w ramach projektu badawczego „Silne wyże nad Europą i ich wpływ na kształtowanie pogody w Polsce w latach 1951-2005” (Nr grantu N 306 0479 39; załącznik 7I), którego najważniejsze wyniki zostały opisane w monografii „Silne wyże nad Europą (1951-2010)” i przedstawione w punkcie I oraz prezentowane w trakcie wykładu w Polskiej Akademii Umiejętności (2013).



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

Z omawianymi zagadnieniami nierozzerwalnie łączy się problem występowania ekstremalnych zdarzeń klimatycznych, które mogłam badać uczestnicząc w grantie zamawianym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce. Ocena zdarzeń oraz prognozowanie ich skutków dla środowiska życia człowieka” (Nr PBZ-KBN-086/P04/2003) pod kierownictwem Profesora Jacka Jani oraz realizując projekt „Występowanie wybranych wyjątkowych zdarzeń klimatycznych w Europie (1951-2005)” finansowany przez Wydział Nauk o Ziemi UŚ (załącznik 7I). Do zdarzeń ekstremalnych można zaliczyć wymienione wyżej burze, zjawiska konwekcyjne czy wyjątkowe układy ciśnienia. Jednak obok tych zagadnień w swoich pracach podejmowałam również problem występowania dni charakterystycznych pod względem termicznym. W badaniach tych, wykorzystując różne wskaźniki określające ekstremalne warunki termiczne, przedstawiona została przede wszystkim wieloletnia zmienność występowania wyjątkowych wartości temperatury w Polsce w drugiej połowie XX wieku (poz. 25 załącznik 4II), a szczególności jej południowej części (poz. 10, 15 i 16 załącznik 4II). Przeprowadzone analizy pozwoliły oszacować tendencje zmian temperatury (jej wartości średnich, najniższych i najwyższych), określić charakter i podobieństwo jej wieloletnich pomiędzy różnymi regionami w Polsce, a także zbadać występowanie gorących nocy oraz upalnych i mroźnych dni. Uzupełnieniem prowadzonych prac badawczych było poznanie wieloletniej zmienności występowania okresu bezprzymrozkowego w Polsce (poz. 22 załącznik 4II), wskazującej na ważne zmiany jakie zachodzą w środowisku przyrodniczym i stanowiącej istotną wskazówkę dla osób, których działalność gospodarcza związana jest z rolnictwem.

Ważnym aspektem łączącym większość moich prac badawczych było poszukiwanie związków pomiędzy występowaniem wybranych elementów meteorologicznych a cyrkulacją atmosfery. Zainteresowania tą tematyką znalazły również swoje odzwierciedlenie w prowadzonych przeze mnie zajęciach dydaktycznych (m.in. Klimatologia dynamiczna, Elementy meteorologii synoptycznej, Wybrane zagadnienia z meteorologii lotniczej, Ekstremalne zjawiska klimatyczne; załącznik 9) oraz udziale w stażach i kursach poświęconych prognozowaniu i badaniu dynamiki atmosfery (m.in. staż w CHMI w Pradze i Brnie, trzykrotny udział w „EUMETSAT – IMGW Training Course” czy dwukrotny w Szkole Meteorologii Lotniczej; załącznik 8).

Opisane powyżej badania zostały przedstawione w ponad trzydziestu oryginalnych pracach naukowych, w tym 6 na Liście Filadelfijskiej i 2 w postaci monografii oraz 6 w postaci abstraktów. Wszystkie wymienione opracowania powstały po doktoracie. Większość wyników została także zaprezentowana na 12 krajowych i 17 międzynarodowych konferencjach naukowych oraz podczas odbywania staży. Po uzyskaniu stopnia doktora



Autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego

uczestniczyłam w 3 dużych projektach badawczych (w tym w 2 jako kierownik, a w 1 jako wykonawca) oraz 5 projektach finansowanych przez Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Byłam recenzentem 13 prac naukowych (w tym 9 publikowanych w czasopismach z Listy Fidałefijskiej) oraz 6 projektów finansowanych przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej. Uczestniczyłam w licznych pracach organizacyjnych, dydaktycznych i popularyzatorskich, których szczegółowy opis zawierają załączniki 4-9.

