

DOI 10.2478/v10116-012-0012-5

ZRÓŻNICOWANIE PRZESTRZENNE I PRZEBIEG ROCZNY OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W DORZECZU STOBRAWY W LATACH 1954–1980

ALICJA JASKULSKA

Zakład Geoekologii, Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
ul. Dągielowa 27, 61-680 Poznań, Poland

Abstract: The characteristics of spatial diversity of the annual precipitation distribution in the Stobrawa River basin between 1956 and 1980 is presented in the article. The study was based on average monthly precipitation from 11 precipitation stations located in the research area, as well as from 6 precipitation stations and 1 meteorological station, in Opole, situated outside the basin's boundaries. The yearly progress of monthly precipitation was the subject of the analysis. Maps of its geographical distribution were drawn, which allowed the areas of the highest and the lowest average monthly precipitation to be indicated, as well as to specify the factors that influence this variation. It was also determined what the maximum and minimum amounts of precipitation in the examined period were.

Keywords: precipitation, precipitation variability, Stobrawa River basin

WPROWADZENIE

Zagadnienie wody w życiu i działalności człowieka oraz jego gospodarki jest sprawą pierwszorzędnej wagi. Perspektywa jej niedoboru, przed którą staje zarówno rolnictwo i leśnictwo, ale także przemysł i wielkie miasta, wciąż wywołuje liczne spekulacje wśród specjalistów. W ostatnich 10 latach, pomimo zdarzających się okresów bezopadowych i suszy (np. jesienią 2011), obserwowany jest wzrost częstości występowania opadów o dużym natężeniu, czyli opadów nawalnych. Występują one lokalnie i powodują duże zagrożenie gwałtownych powodzi. Obszarem predysponowanym ze względu na złożony układ fizjograficzny do wystąpienia tego rodzaju opadów jest dorzecze górnej i środkowej Odry (Dubicki, Malinowska-Małek 2008), w którym to zawiera się obszar badań – dorzecze Stobrawy.

W roku 2011 zakończona została inwestycja w ramach programu Budowy Zbiorników Małej Retencji w Województwie Opolskim i do użytku oddany został zbiornik na rzece Stobrawie w okolicach Kluczborka. Jego podstawową funkcją jest ochrona przeciwpowodziowa miasta Kluczborka oraz pobliskich wsi i obszarów leśnych, wyrównanie przepływów Stobrawy, a także gromadzenie

wody na potrzeby nawodnień rolniczych (Wiatkowski 2006). Niezwykle istotna jest więc charakterystyka elementów meteorologicznych, jak np. opady atmosferyczne, w celu rozpoznania uwarunkowań środowiska przyrodniczego, a także monitoring w czasie użytkowania zbiornika. Obok ujęć stricte kartograficznych, obejmujących obszar całej Polski, Dolnego Śląska, Śląska Opolskiego czy całego dorzecza Odry, w zasadzie brak jest obszerniejszych prac poświęconych charakterystyce pluwiometrycznej tego obszaru. Struktura opadów atmosferycznych dorzecza Stobrawy wymaga szerszego poznania oraz wnikliwych badań.

Powstawanie w danej masie powietrza chmur, a następnie opadów atmosferycznych związane jest ze zmianami fazowymi wody i współdziałaniem wielu procesów. Warunkami koniecznymi do wystąpienia opadu są: całkowite nasycenie powietrza parą wodną, spadek temperatury oraz obecność jąder kondensacji – swoistych zarodników, na których osadzają się produkty kondensacji pary wodnej w postaci kropelek wody lub kryształków lodu. Podczas spadku temperatury powietrza nadmiar pary wodnej, ponad stan nasycenia, ulega skropleniu. Obecność jąder kondensacji decyduje o punkcie masy powietrza, w którym rozpocznie się kondensacja. Proces ten w powietrzu całkowicie czystym nie występuje nawet przy znacznym przesyconieniu (Tamulewicz 1997, 2001).

Opady atmosferyczne są elementem pogody cechującym się bardzo dużą zmiennością w czasie, jak i zróżnicowaniem w przestrzeni. Występują duże różnice pomiędzy miesięcznymi i rocznymi sumami opadów w poszczególnych latach, co można uznać za charakterystyczne dla klimatu tej części Europy. Opady atmosferyczne, występujące na obszarze Polski zazwyczaj kojarzone są z częstym przemieszczaniem się frontów meteorologicznych związanych z niżami barycznymi napływającymi z Atlantyku (Schmuck 1966; Woś 1999).

Zdaniem Martyn (2000) na warunki klimatyczne Polski wpływa przede wszystkim położenie naszego kraju w umiarkowanych szerokościach geograficznych ($54^{\circ}50'$ – $49^{\circ}00'N$), a także równoleżnikowy układ głównych krain geograficznych. Układ wzniesień o wysokości rosnącej ku południu, nizinny krajobraz oraz Morze Bałtyckie na północy stanowią dogodne pole dla swobodnej równoleżnikowej wymiany mas powietrza. Rozkład przestrzenny sum opadów atmosferycznych wyraźnie odzwierciedla ukształtowanie obszaru Polski.

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w Polsce różni się w zależności od badanego okresu. Według różnych autorów wynosi ona: 600,1 mm w stuleciu 1881–1980, gdzie Kożuchowski i Wibig (1988 za: Baranowski, Kirschenstein 2005) wzięli pod uwagę 6 stacji, które miały względnie pełne serie pomiarowe, czy też 639 mm w wieloleciu 1951–1960 dla 60 stacji wziętych pod uwagę przez Stopa-Boryczkę i Boryczkę (1976 za: Baranowski, Kirschenstein 2005). Zbliżoną sumę opadów (638,6 mm) w swoich obliczeniach uzyskali Baranowski i Kirschenstein (2005) w wieloleciu 1951–1995 dla 55 stacji pomiarowych.

Opady atmosferyczne w Polsce występują właściwie przez cały rok, czego przyczyny doszukiwać można się przede wszystkim w cyrkulacji cyklonalnej nad Europą. Największe sumy opadów notowane są w porze letniej, kiedy duży udział ma zachmurzenie konwekcyjne, cechujące się znaczną miąższością chmur i bardzo dużą ich wodnością. Opady pory zimowej są mniejsze. Trzeba jednak zaznaczyć, iż przewaga wysokości opadów letnich wynika głównie z ich natężenia, a nie z częstości występowania opadu. Średnie sumy opadów atmosferycznych w półroczu letnim wahają się od około 300–350 mm w pasie Nizin Środkowopolskich do nawet około 1060 mm na Kasprowym Wierchu (Woś 1999). Przebieg roczny opadów jest dosyć zmienny. Odchylenia od średniej dla poszczególnych miesięcy mogą być bardzo wyraźne zarówno w kierunku dodatnim, jak i ujemnym (Schmuck 1966).

W polskim piśmiennictwie klimatologicznym bardzo dużą uwagę poświęca się charakterystyce opadów atmosferycznych. Uznawane są one powszechnie, wraz z temperaturą powietrza, za jeden z najważniejszych elementów decydujących o typie pogody i wpływających na cechy klimatu. Ujęcie zagadnienia opadów atmosferycznych w literaturze jest bardzo rozmaite w zależności od: sposobu analizy, interpretacji wyników, zastosowanych procedur analitycznych czy skali opracowania, zarówno przestrzennej, jak i czasowej. Znane są opracowania stosunków pluwiometrycznych dla obszaru całej Polski (Baranowski, Kirschenstein 2005; Chomicz 1976; Ewert 1984; Kaczorowska 1962; Kożuchowski 1985; Mrugała 2001; Przedpeńska 1993; Stach 2009; Tamulewicz 1993), jak i poszczególnych jej regionów (Dubicki, Malinowska-Małek 2008; Kuchar, Otop 2008; Paszyński 1955; Wrona 2008) czy też węższe – opracowania lokalne (Michalska, Szpikowski 2000). Aktualnie w literaturze polskiej i światowej obserwowany jest wzrost zainteresowania opadami atmosferycznymi o charakterze ekstremalnym, o anomalnej wysokości, prawidłowościami w zakresie powtarzalności i zasięgu przestrzennym (Kostrzewski i in. 1989, 1992; Jania, Zwoliński 2011). Coraz częściej podejmowane są próby symulacji oraz modelowania opadów atmosferycznych (Stach 2009).

Jedną z najobszerniejszych, a tym samym jedną z najstarszych publikacji traktujących o opadach atmosferycznych całego dorzecza Odry (w tym dorzecza Stobrawy) jest praca Paszyńskiego (1955). Z analizy opartej na czterdziestoletnich średnich sumach opadów z okresu 1891–1930 wynika, iż kontynentalizm stosunków opadowych w klimacie dorzecza Odry objawia się przede wszystkim poprzez obniżenie sumy rocznej opadów, a zwiększanie rocznych amplitud. Autor zaznacza także, że dla stosunków opadowych obszaru badań czynnik położenia geograficznego ma niewielkie znaczenie. Decydującą natomiast rolę odgrywają czynniki natury lokalnej, jak: wysokość bezwzględna, ekspozycja terenu, zbiorniki wodne i zalesienie.

Na szczególną uwagę zasługuje powojenna monografia klimatu Śląska Kosi-
by (1948), obejmująca również obszar badań – dorzecze Stobrawy. Autor poddał

analizie przebieg roczny i dobowy opadów, ich zmienność w ciągu roku oraz w poszczególnych miesiącach. Poruszył kwestię posuchy i ulew powodziowych na terenie Śląska oraz intensywności opadów. Ponadto zwrócił uwagę na opad śnieżny oraz pokrywą śnieżną. Ciekawym zagadnieniem poruszonym przez Kosibę jest problem stosunku opadów do odpływu oraz problem bilansu wody w ogóle.

Podczas ostatnich kilku lat pojawiły się kolejne opracowania obejmujące pośrednio obszar badań. Jednym z nich jest publikacja Wrony (2008) traktująca o występowaniu ekstremalnych opadów atmosferycznych na obszarze dorzecza górnej i środkowej Odry w 30-leciu (1977–2006). Autorka przedstawia krótką analizę statystyczną występowania takich opadów na badanym obszarze, wskazuje tereny o największej częstotliwości występowania oraz określa typy sytuacji synoptycznych sprzyjających intensywnym opadom, stwarzającym zagrożenie wystąpienia powodzi. Zdarzenia opadowe powyżej 100 mm/dobę nie wystąpiły na posterunkach opadowych obszaru dorzecza Stobrawy, charakteryzujących się pełną serią pomiarową w badanym okresie.

Analizę zmienności sum opadów półrocza ciepłego, od kwietnia do września), sporządzili Otop i Kuchar (2008). Badania przeprowadzone zostały na podstawie wieloletnich (1951–2005) serii obserwacyjnych z 20 stacji IMGW położonych w dorzeczu środkowej Odry. Zmienność opadów scharakteryzowano głównie na podstawie metod statystycznych: analizy odchylenia standardowego, wartości średniej oraz kwantyli, z zastosowaniem 30-letnich ciągów ruchomych.

Należy wspomnieć, iż powstało również wiele opracowań stricte kartograficznych, obejmujących obszar całej Polski. W 2005 r. wydany został nowy *Atlas klimatu Polski* (wcześniejszy: *Atlas klimatyczny Polski*, 1973). Zważywszy na obszar badań – dorzecze Stobrawy, na szczególną uwagę zasługuje wydany po raz pierwszy w 1997 r. *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*. Zagadnienie klimatu stanowi jedną z części niniejszego wydawnictwa. Dorzecze Stobrawy cechuje się roczną sumą opadów atmosferycznych w zakresie 600–700 mm. Sumy opadów półrocza ciepłego (350–400 mm) oraz półrocza chłodnego należą do mniejszych w regionie. Jedynie w górnym biegu rzeki opady są nieco większe. Obszar badań zlokalizowany jest w dwóch regionach opadowych rozpatrywanych dla półrocza ciepłego – północno-zachodnia część w regionie o opadach bardzo niskich oraz południowo-wschodnia w regionie o opadach dość niskich.

Reasumując, zagadnienie opadów atmosferycznych w polskim piśmiennictwie cechuje się bardzo dużą liczbą wielokierunkowych opracowań w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Trzeba tutaj również podkreślić, iż wszystkie wyżej wymienione prace w pewien sposób weryfikują, jak i wzbogacają istniejący zasób informacji. Brak jest jednak oddzielnych monografii dotyczących opadów atmosferycznych obszaru dorzecza Stobrawy.

Głównym celem niniejszej pracy jest charakterystyka przestrzennego zróżnicowania rozkładu rocznych sum opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy, a także wyznaczenie obszarów o najmniejszych i największych średnich miesięcznych sumach opadów atmosferycznych oraz określenie czynników wpływających na tę zmienność w wieloleciu 1956–1980.

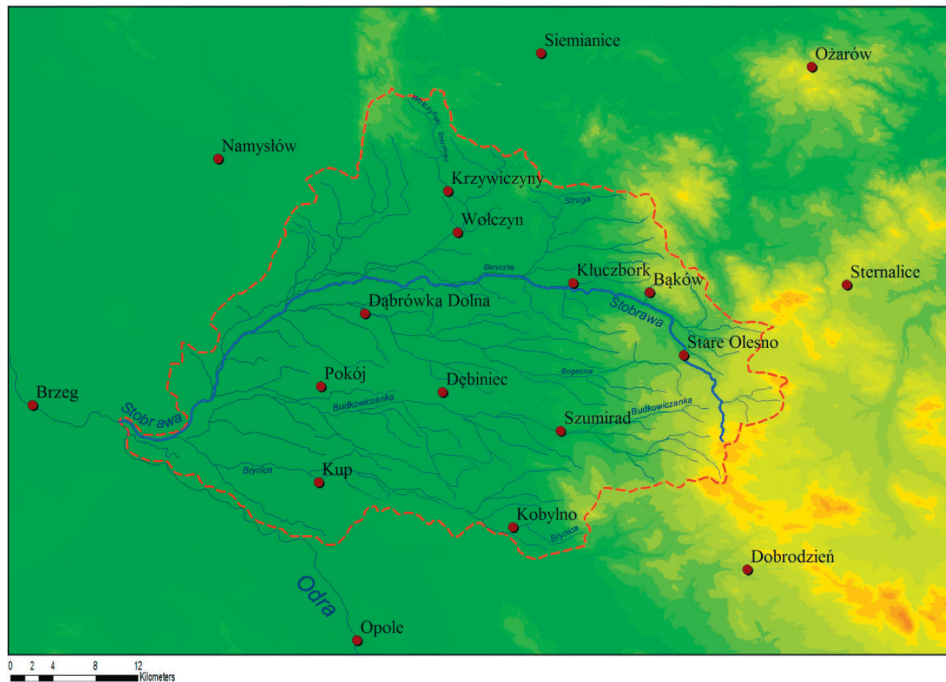
UWARUNKOWANIA ZMIENNOŚCI OPADÓW OBSZARU BADAŃ

Przystępując do analizy stosunków pluwiometrycznych, czy to na obszarze całej Polski, czy znacznie mniejszego regionu, należy najpierw rozpatrzyć czynniki wpływające na wysokość opadu atmosferycznego. Przestrzenne zróżnicowanie opadów atmosferycznych pozostaje pod wpływem wielu różnoskalowych komponentów środowiska geograficznego.

Obszar badań – dorzecze Stobrawy, o powierzchni 1601 km², pod względem regionalizacji fizycznogeograficznej Polski według Kondrackiego (2001) w większości zlokalizowany jest na Nizinie Śląskiej. Północna część obszaru badań leży na Równinie Oleśnickiej, południowa na Równinie Opolskiej. Zachodnie krańce należą do Pradoliny Wrocławskiej. Obszar źródliskowy natomiast położony jest na skraju Wyżyny Śląskiej, dokładnie na Garbie Olesna, który jest częścią należącego do Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej Progu Woźnickiego.

Czynnikiem geograficznym wywierającym istotny wpływ na stosunki klimatyczne danego obszaru jest ukształtowanie i rzeźba terenu. Stobrawa bierze swój początek na wyżynnym Progu Woźnickim, na wysokości około 265 m n.p.m. i uchodzi do Odry na wysokości około 136 m n.p.m. Bezwzględna różnica wzniesień wynosi około 130 m. Badany obszar ma zatem typowo nizinny charakter, a występujące deniwelacje lokalne z reguły nie przekraczają 20–40 m. Zauważalny jest łagodny spadek terenu w kierunku zachodnim i południowo-zachodnim (*Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*, 1997). Cechą charakterystyczną Równiny Opolskiej są obszary wydymowe powstałe u schyłku plejstoocenu i holocenu. Głównym obszarem wydymowym jest właśnie dorzecze Stobrawy. Przeciętna wysokość wydym to 10–15 m (Baranowska 2000).

Obszar dorzecza Stobrawy charakteryzuje się bardzo urozmaiconym systemem hydrologicznym (ryc. 1). Składają się na niego: bogata sieć rzeczna o charakterze typowo nizinnym i niwalno-fluwialnym reżimie zasilania, sieć melioracyjna, niewielkie stawy, starorzecza, małe oczka wodne, torfowiska, tereny zalewowe oraz obszary okresowo podmokłe. Sieć rzeczna dorzecza Stobrawy, na tle województwa opolskiego, należy do jednych z bardziej zagęszczonych (przeciętnie 1,25–1,50 km/km²), swoją kulminację osiągając na obszarze gminy Pokój. Układ hydrologiczny obszaru badań charakteryzuje się równoleżnikowym przepływem rzek ze Wschodu na zachód. Lewostronne dopływy Stobrawy



Ryc. 1. Obszar dorzecza Stobrawy na tle modelu wysokościowego terenu. Lokalizacja posterunków opadowych IMGW

Fig. 1. Stobrawa River basin with the Digital Elevation Model in the background. The location of rain posts IMGW

są liczniejsze oraz znacznie większe (Bogacica, Budkowiczanka z Brynicą). Największy prawostronny dopływ Stobrawy to Wołczyński Strumień. Dopełnieniem sieci hydrograficznej są zbiorniki wodne i starorzecza. Główne obszary występowania starorzeczy to ujściowe odcinki Stobrawy. Ich szczególne nagromadzenie obserwowane jest na obszarze Stobrawskiego Parku Krajobrazowego leżącego w zachodniej części obszaru badań (Kosiarski, Makowiecki 2000). W okolicy Szumiradu, w górnym biegu Budkowiczanki, istnieją torfowiska, które wykształciły się u podnóża wydm w wąskiej dolinie wymienionej rzeki. Rozwijają się one dzięki sezonowemu zasilaniu wodami opadowymi oraz wodami rzeki Budkowiczanki (Baranowska 2000). Zachowanie dobrze wykształconych zbiorowisk leśnych, torfowiskowych i wodnych (śródlęśnych bagien oraz terenów podmokłych) stało się głównym celem ochrony tego obszaru i utworzony został tutaj rezerwat przyrody „Kamieniec” o powierzchni całkowitej 41,31 ha. W Szumiradzie natomiast znajduje się rezerwat przyrody „Smolnik” obejmujący 24,92 ha. W jego skład wchodzi, znajdujący się również w biegu rzeki Budkowiczanki, staw Smolnik o powierzchni 11,8 ha oraz przylegające do niego

bory sosnowe o powierzchni 13,12 ha, a pośród nich zbiorowiska boru świeżego, śródładowego boru wilgotnego, a także rzadko spotykanego kontynentalnego boru bagiennego.

Kolejnym ważnym czynnikiem geograficznym kształtującym stosunki pluwiometryczne obszaru badań jest pokrycie terenu. Swoisty klimat, szczególnie w skali lokalnej, wytwarzają zwarte kompleksy leśne. Las cechuje wyższa od terenów sąsiednich wilgotność powietrza oraz wpływa on hamująco na swobodny przepływ powietrza (Woś 1999). Według Paszyńskiego (1955), lasy w dorzeczu Odry wywierają stosunkowo znaczny wpływ na opady. Autor zaznacza także, iż oddziaływanie to jest wyraźniejsze w zimie niż w lecie. Analizując mapę krajobrazową Śląska Dolnego oraz Opolskiego (1997), można stwierdzić, iż dorzecze Stobrawy wyróżnia się bardzo wysoka lesistość, w porównaniu do obszarów przyległych. Przeważający fragment obszaru badań, poza północnymi fragmentami terenu i okolicami Olesna, znajduje się w zasięgu ogromnego kompleksu leśnego: Obszaru Chronionego Krajobrazu – Lasy Stobrawsko-Turawskie. Głównymi walorami tego obszaru, stanowiącego pozostałość po Puszczy Śląskiej, są wieloprzestrzenne tereny zróżnicowanych gatunkowo, jak i siedliskowo lasów. Obszar ten charakteryzuje się niewielkim zaludnieniem oraz bardzo korzystnymi warunkami bioklimatycznymi i bioterapeutycznymi. Lesistość obszaru całego województwa opolskiego wynosi 25,5%, jednak w niektórych gminach jest ona znacznie większa, np. w leżącej, na obszarze dorzecza Stobrawy gminie Murów wynosi powyżej 60% (Kosiarski, Makowiecki 2000).

Dorzecze Stobrawy, według Okołowicza i Martyn (2000), położone jest w obrębie śląsko-wielkopolskiego regionu klimatycznego. Cechuje go wyraźna przewaga wpływów oceanicznych, zwłaszcza na zachodzie, niższe od przeciętnych amplitudy temperatury, a także wczesna wiosna i lato oraz łagodna zima (Martyn 2000). Według regionalizacji zaproponowanej przez Wosia (1999), której podstawą jest zmienność przestrzenna częstości występowania różnych typów pogody, obszar badań – dorzecze Stobrawy przynależy do Regionu Środkowopolskiego w górnym biegu rzeki oraz Regionu Południowopolskiego. Region Środkowopolski, na tle innych regionów, cechuje się większą liczbą dni z pogodą bardzo ciepłą i pochmurną, ale bez opadów (prawie 38 dni w roku), a także dni dość mroźnych z dużym zachmurzeniem oraz z opadem (średnio 7 dni w roku). Region Południowopolski charakteryzuje się natomiast stosunkowo dużą liczbą dni w roku z pogodą umiarkowanie ciepłą i pochmurną, bez opadów (średnio 49 w roku). Do stosunkowo licznych należą również dni bardzo ciepłe, pochmurne, ale bez opadów (ponad 38). Region ten również wyróżnia się dużą liczbą dni z pogodą przymrozkową pochmurną (prawie 22).

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

Dane wykorzystane w niniejszym opracowaniu pochodzą z roczników „Opady Atmosferyczne” PIHM (Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny – wcześniejsza nazwa Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej) i IMGW. Do obliczeń wykorzystane zostały średnie miesięczne sumy opadów wielolecia 1954–1980 (sieć pomiarowa opadów na terytorium Polski była wtedy dwukrotnie większa niż obecnie) z 17 posterunków i 1 stacji meteorologicznej w Opolu (ryc. 1).

Dla dorzecza Stobrawy wyselekcjonowanych zostało 11 posterunków stosunkowo równomiernie rozmieszczonych na obszarze badań, charakteryzujących się w miarę pełnymi seriami pomiarowymi: Bąków, Dąbrówka Dolna, Dębiniac, Kluczbork, Kobylno, Kup, Krzywiczyny, Pokój, Stare Olesno, Szumirad i Wołczyn (ryc. 1). W celu wykonania prawidłowej interpolacji dodatkowo wybranych zostało 7 posterunków usytuowanych w bliskim sąsiedztwie zlewni Stobrawy: Brzeg, Dobrodzień, Namysłów, Opole, Ożarów, Siemianice i Sternalice (ryc. 1). Należy jednak zaznaczyć, iż większość z nich ma niepełne serie pomiarowe. Brak odnotowanych pomiarów sum miesięcznych opadu atmosferycznego przez okres jednego roku występuje w przypadku: Dąbrówki Dolnej (1954 oraz 1980), Krzywiczyn (1954, 1955), Starego Olesna (1954, 1955, 1956), Wołczyna (1956). Ponadto, przede wszystkim w latach pięćdziesiątych na większości posterunków występują braki w danych dotyczących sum miesięcznych opadów atmosferycznych. Z uwagi na niewielką liczbę punktów pomiarowych zlokalizowanych w dorzeczu Stobrawy zostały one, mimo wszystko, uwzględnione w badaniach. Pełne serie pomiarowe mają jedynie: Bąków, Kup, Pokój, Brzeg oraz Opole.

Na pierwszym etapie postępowania badawczego przygotowano tabelaryczne zestawienie sum miesięcznych opadów dla poszczególnych posterunków (łącznie 18 zestawień). Następnie obliczone zostały roczne sumy opadów, średnie miesięczne dla badanego wielolecia 1954–1980 i średnie roczne, również z wielolecia. Ponadto wyszczególnione w tabelach zostały maksymalne sumy miesięczne danego roku. Średnie wieloletnie sumy opadów poszczególnych miesięcy oraz średnie roczne dla posterunków dorzecza Stobrawy zestawione zostały w tabeli 1. W celu uchwycenia zmienności średniej sumy opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach, obliczono różnice w stosunku do miesiąca poprzedzającego (w przypadku stycznia w stosunku do grudnia) i zestawione w tabeli 2. W tabeli 3 zebrane zostały maksymalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych dla poszczególnych posterunków opadowych dorzecza Stobrawy z okresu badanego wielolecia 1954–1980. Ponadto w tabeli 3 umieszczona została największa suma roczna opadów atmosferycznych wraz z rokiem, w którym została ona odnotowana. Analogicznie w tabeli 4 zestawione zostały minimalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych w badanym wieloleciu.

Na podstawie zeskanowanej mapy *Sieć rzeczna (Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego, 1997)* stworzona została mapa podkładowa w środowisku geoinformacyjnym¹. Następnie wykonana została interpolacja metodą krigingu średnich sum opadów atmosferycznych dla poszczególnych miesięcy². Wynikiem tej procedury jest 12 map miesięcznych izohiet z cięciem izolinii 5 mm (ryc. 2) i mapa dla całego roku z cięciem 50 mm (ryc. 3).

WYNIKI BADAŃ

Opady atmosferyczne, wśród innych elementów meteorologicznych, odznaczają się bardzo dużą zmiennością w danym miejscu i w określonym przedziale czasowym, jakim może być: doba, miesiąc, sezon, rok czy wielolecie. Można więc stwierdzić, iż opady atmosferyczne to najbardziej niestabilny i losowy element klimatu, przez co dane te mają charakter dyskretny.

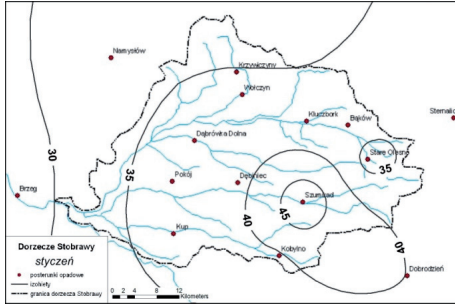
Zmiany geograficznego rozkładu opadów atmosferycznych w ciągu roku określono na podstawie map średnich miesięcznych sum (ryc. 2). Rozkład ten na obszarze badań – dorzeczu Stobrawy – odznacza się stosunkową dużą zmiennością. W skali roku można wyróżnić poszczególne miesiące charakteryzujące się znacznie większymi opadami atmosferycznymi oraz te miesiące, w których opady na ogół są umiarkowane i niezauważalne jest ich duże zróżnicowanie w skali przestrzennej.

Wysokość opadów atmosferycznych w styczniu maleje w kierunku północno-zachodnim (ryc. 2.1). Przeważająca część dorzecza Stobrawy położona jest pomiędzy izohietami 35 a 40 mm. Największe sumy opadów w analizowanym miesiącu cechują południowo-wschodnią część obszaru badań: od miejscowości Dębiniec, Kobylno po Szumirad, w którym obserwowane są maksymalne ich wartości – 50 mm (tab. 1). Najmniejsze natomiast opady – poniżej 35 mm – notowane są na terenach położonych na krańcach zachodnich, północno-zachodnich oraz północnych, a także nieopodal Starego Olesna. Izohieta 30 mm przebiega prawie idealnie w miejscu ujścia Stobrawy do Odry.

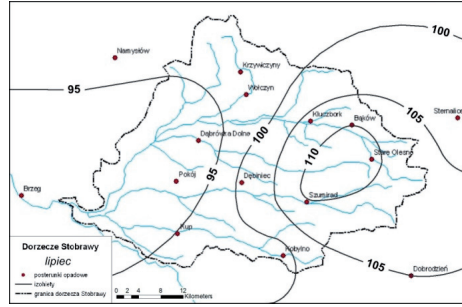
Miesiąc luty wyróżnia się najmniejszymi sumami opadów atmosferycznych badanego obszaru. Średnia wartość tej charakterystyki za okres badanego wielolecia wynosi 34 mm (tab. 1). W porównaniu do stycznia opady są mniejsze średnio o 4 mm, a w niektórych przypadkach znacznie więcej: Bąków – 6, Kluczbork – 6, Szumirad – 9 mm (tab. 2). Obserwowany jest przebieg izohiet podobny do styczniowego (ryc. 2.2). Pole większych opadów atmosferycznych (powyżej 35 mm) jest jednak nieco bardziej rozległe. Największe średnie sumy opadów atmosferycznych w lutym odnotowane zostały również w Szumiradzie

¹Oprogramowanie ArcGIS ver. 9.3.

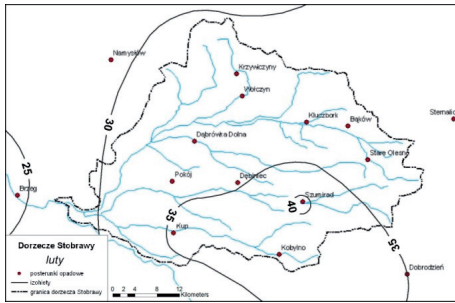
²Oprogramowanie Golden Software Surfer 8.



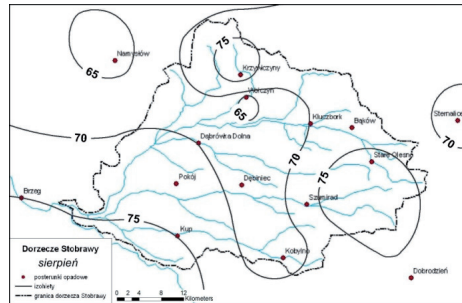
1. Styczeń/January



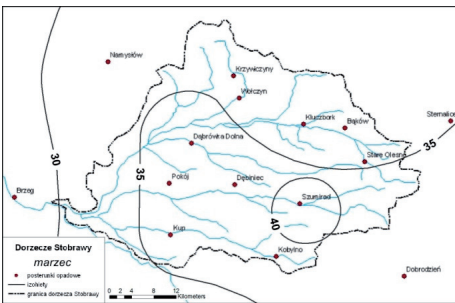
7. Lipiec/July



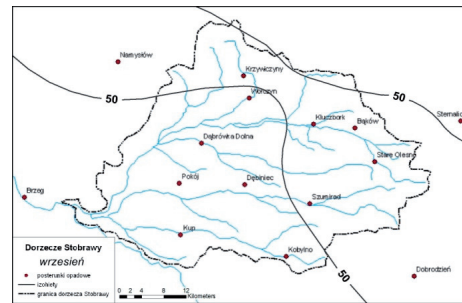
2. Luty/February



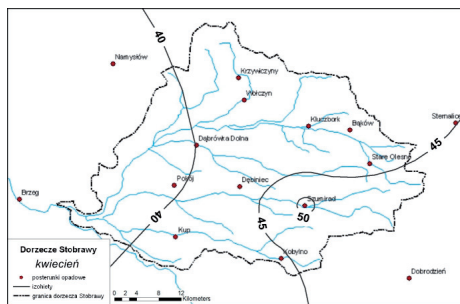
8. Sierpień/August



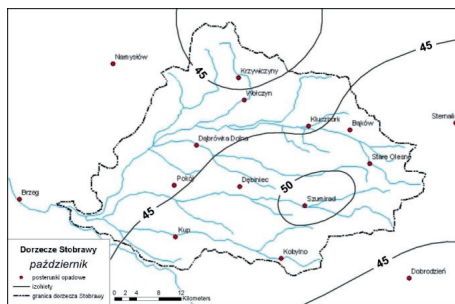
3. Marzec/March



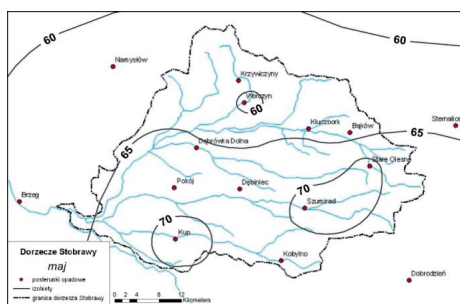
9. Wrzesień/September



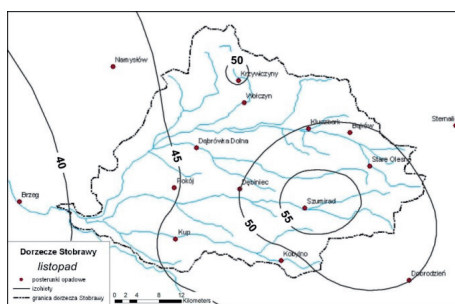
4. Kwiecień/April



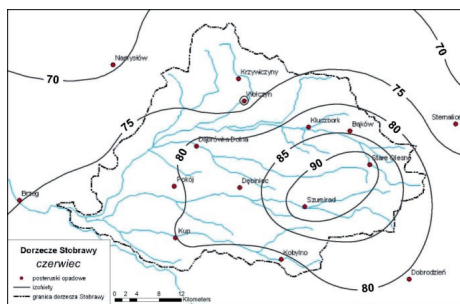
10. Październik/October



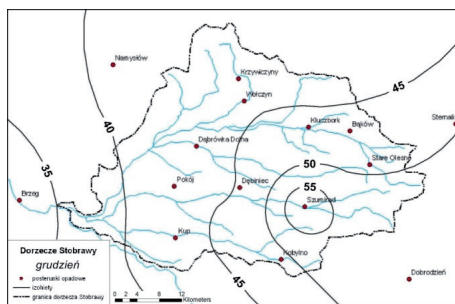
5. Maj/May



11. Listopad/November



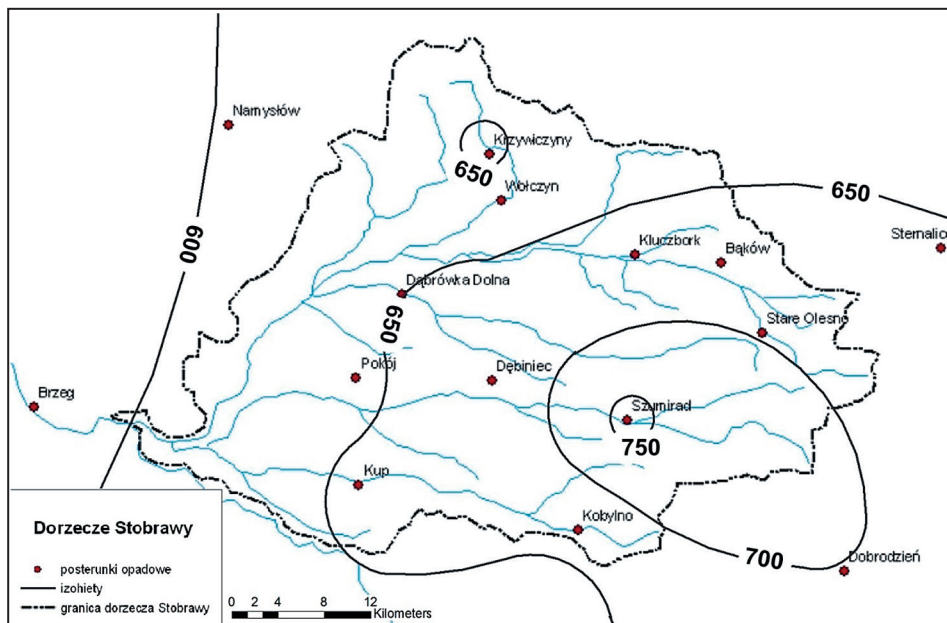
6. Czerwiec/June



12. Grudzień/December

Ryc. 2. Rozkład średnich miesięcznych sum opadów atmosferycznych [mm] w dorzeczu Stobrawy w wieloletniu 1954–1980

Fig. 2. Pattern of mean monthly precipitation totals [in mm] in the Stobrawa River basin 1954–1980



Ryc. 3. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych [mm] w dorzeczu Stobrawy w latach 1954–1980

Fig. 3. Mean annual precipitation totals [in mm] in the Stobrawa River basin 1954–1980

i wynosiły nieco ponad 40 mm. Przeważająca część obszaru badań cechuje się średnimi sumami opadów rzędu 30–35 mm. Najmniejsze opady atmosferyczne w miesiącu lutym, notowane są na terenach położonych w ujściowym odcinku Stobrawy do Odry.

Średnia suma opadów atmosferycznych z 27-lecia dla miesiąca marca jest jedynie o 2 mm większa od lutego (tab. 1). Rozkład geograficzny opadów jest natomiast bardzo podobny do styczniowego. Największe opady, w granicach 40–45 mm, cechują obszary w sąsiedztwie posterunku opadowego w Szumiradzie (ryc. 2.3). Izohieta 30 mm, wyznaczająca obszar o najmniejszych opadach atmosferycznych, przecina obszar badań tuż przy ujściu Stobrawy do Odry.

Stosunki pluwiometryczne w kwietniu różnią się nieco od miesięcy scharakteryzowanych powyżej. Średnie wieloletnie sumy opadów w stosunku do marca wzrosły we wszystkich posterunkach opadowych średnio o 7 mm (tab. 2). Największy wzrost sum opadów odnotowano w miejscowościach: Krzywiczyny – aż o 12 mm oraz w Starym Oleśnie – o 10 mm. Nadal wyraźnie zauważalny jest spadek wysokości opadów atmosferycznych w kierunku północno-zachodnim (ryc. 2.4). Opad powyżej 50 mm notowany jest w okolicach Szumiradu. Zachodnia część dorzecza Stobrawy, podobnie jak w scha-

Tabela 1. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych [mm]
w wieloleciu 1954–1980

Table 1. Mean monthly precipitation totals [in mm] 1954–1980

Posterunek Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Bąków	39	33	33	42	63	83	110	71	50	47	50	47	668
Dąbrówka Dolna	37	35	39	40	68	83	92	70	48	44	49	44	651
Dębiniec	37	34	35	43	68	83	102	68	49	48	50	45	664
Kluczbork	36	30	31	40	65	83	105	70	53	44	50	46	654
Kobyłno	39	37	37	43	68	76	97	67	46	45	47	48	650
Kup	39	36	38	42	72	80	95	75	48	47	47	45	665
Krzywiczyny	35	34	33	45	64	75	98	80	53	46	51	42	659
Pokój	37	34	35	39	67	78	91	74	48	44	44	42	633
Stare Olesno	33	31	34	44	71	92	111	78	55	50	54	45	698
Szumirad	50	41	45	51	71	94	110	75	51	53	60	60	768
Wółczyn	38	33	34	42	57	69	95	63	47	44	45	44	619
Średnia minimalna	33	30	31	39	57	69	91	63	46	44	44	42	619
Średnia	38	34	36	43	67	81	101	72	50	47	50	46	666
Średnia maksymalna	50	41	45	51	72	94	111	80	55	53	60	60	768

 Tabela 2. Średnia zmienność sumy opadów atmosferycznych [mm]
w stosunku do miesiąca poprzedniego w wieloleciu 1954–1980

 Table 2. Mean variability of precipitation totals [in mm] in relation to the previous month
1954–1980

Posterunek Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bąków	-8	-6	0	9	21	20	27	-39	-21	-3	3	-3
Dąbrówka Dolna	-7	-2	4	1	28	15	9	-22	-22	-4	5	-5
Dębiniec	-8	-3	1	8	25	15	19	-34	-19	-1	2	-5
Kluczbork	-10	-6	1	9	25	18	22	-35	-17	-9	6	-4
Kobyłno	-9	-2	0	6	25	8	21	-30	-21	-1	2	1
Kup	-6	-3	2	4	30	8	15	-20	-27	-1	0	-2
Krzywiczyny	-7	-1	-1	12	19	11	23	-18	-27	-7	5	-9
Pokój	-5	-3	1	4	28	11	13	-17	-26	-4	0	-2
Stare Olesno	-12	-2	3	10	27	21	19	-33	-23	-5	4	-9
Szumirad	-10	-9	4	6	20	23	16	-35	-24	2	7	0
Wółczyn	-6	-5	1	8	15	12	26	-32	-16	-3	1	-1
Średnia	-8	-4	1	7	24	15	19	-29	-22	-3	3	-4

rakteryzowanym powyżej kwartale, cechuje się najmniejszymi sumami opadu – poniżej 40 mm.

W maju zauważalny jest wysoki wzrost sum opadów atmosferycznych. W porównaniu do kwietnia to średnio o 24 mm (tab. 2). Największy wzrost odnotowano dla następujących posterunków opadowych: Dąbrówka Dolna – 28, Kup – 30 oraz Pokój – 28, najmniejszy natomiast dla Wołczyna – 15 mm. Dotychczas wyraźnie wyróżniał się kierunek spadku wysokości opadów atmosferycznych z południowego wschodu oraz obszar wokół miejscowości Szumirad. Stosunki pluwiometryczne miesiąca maja, w porównaniu do wyżej analizowanych: stycznia, lutego, marca oraz kwietnia, uległy dużym zmianom przestrzennym. Występują dwa obszary o największych sumach opadu atmosferycznego ograniczone izohietą 70 mm: w południowo-wschodniej części obszaru badań – od Starego Olesna do Szumiradu, a także okolice miejscowości Kup na południu (ryc. 2.5). Interesującym zjawiskiem jest fakt, iż we wcześniej analizowanych miesiącach różnice wartości pomiędzy Starym Olesnem a Szumiradem należały do jednych z większych. Najmniejsze opady atmosferyczne – poniżej 60 mm mierzone są w Wołczynie. Sumy opadów atmosferycznych w maju maleją z południowego-zachodu i południa w kierunku północnym.

Czerwiec wyróżnia się stosunkowo wysoką amplitudą średnich sum opadów atmosferycznych pomiędzy poszczególnymi posterunkami opadowymi dorzecza Stobrawy (tab. 2). Amplituda dla badanego obszaru wynosi 19 mm (większa jest jedynie w lipcu). Znacznie wzrosły średnie sumy opadów atmosferycznych we wszystkich punktach pomiarowych (tab. 1). Największy wzrost sum opadów charakteryzuje miejscowości Szumirad – o 23 mm oraz Stare Olesno – o 21 mm. W tych miejscowości notowane były także największe opady – przekraczające 90 mm. Niewielki obszar okolic miasta Wołczyn, podobnie jak i w maju, charakteryzuje się najmniejszą średnią sumą opadów atmosferycznych badanego miesiąca – poniżej 70 mm. Ogólnie można stwierdzić, iż w czerwcu średnie sumy opadów atmosferycznych maleją w kierunku północno-zachodnim (ryc. 2.6).

Lipiec w dorzeczu Stobrawy, podobnie jak prawie na obszarze całej Polski nizinnej, w przebiegu rocznym wyróżnia się największymi średnimi sumami opadów atmosferycznych i dużym zróżnicowaniem przestrzennym wysokości badanego zjawiska. Amplituda średnich sum opadów atmosferycznych pomiędzy poszczególnymi posterunkami opadowymi jest największa w stosunku rocznym (20 mm). W porównaniu do czerwca sumy opadów wzrosły średnio o 19 mm (tab. 2). Największy wzrost sum opadów, co ciekawe, stwierdzono w posterunku opadowym w Wołczynie, bo aż o 26 mm. Należy tutaj przypomnieć, iż w miesiącach – maju i czerwcu opad w tym miejscu był najmniejszy. W rozkładzie przestrzennym wyraźnie wyróżnia się pole o największych opadach, obejmujące posterunki opadowe w Bąkowie, Starym Oleśnie oraz Szumiradzie (ryc. 2.7). Wysokość badanego zjawiska maleje w kierunku zachodnim.

Najmniejsze opady atmosferyczne w lipcu, wynoszące 91 mm, zmierzono w posterunku opadowym we wsi Pokój (tab. 1).

Dotychczas sumy miesięczne opadów atmosferycznych sukcesywnie wzrastały począwszy od miesiąca lutego. Gwałtowny przyrost sumy opadów zaznacza się w maju (średnio 24 mm, tab. 2). W sierpniu z kolei obserwowany jest nagły i największy w ciągu roku spadek wysokości badanego zjawiska w stosunku do miesiąca poprzedniego, bo średnio aż o 29 mm (tab. 2). W posterunku opadowym Bąków średnia miesięczna suma opadów jest mniejsza aż o 39 mm, a w Szumiradzie o 35 mm.

Rozkład przestrzenny średnich sum opadów atmosferycznych na obszarze dorzecza Stobrawy w miesiącu sierpniu przedstawiony został na rycinie 2.8. Występują aż trzy obszary o największych wartościach badanego zjawiska (powyżej 75 mm): w okolicach Krzywiczyn – na północy badanego obszaru, źródłiskowe tereny Stobrawy oraz Budkowiczanki, a także na południowy zachód od posterunku opadowego w miejscowości Kup. Najmniejsze średnie sumy opadów (poniżej 65 mm) w analizowanym miesiącu notowane są na niewielkim obszarze: pomiędzy rzeką Stobrawą a Wołczyńskim Strumieniem, na południe od Wołczyna. Przebieg izohiet w sierpniu jest bardziej skomplikowany, aczkolwiek można stwierdzić, iż średnie sumy opadów maleją w kierunku środka dorzecza. Na uwagę zasługuje również fakt, iż pomiędzy Wołczynem, dla którego w sierpniu opad jest najmniejszy – 63 mm, a Krzywiczynami, gdzie jest on największy – 80 mm (tab. 1), występuje bardzo niewielka odległość – około 5 km, co może wskazywać na przeważający konwekcyjny charakter opadów w tym miesiącu.

Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych września jest o 22 mm mniejsza od sierpniowej. W posterunku opadowym Pokój i Krzywiczyny wartość ta spadła aż o 27 mm (tab. 2). Najmniejsza zmienność w stosunku do miesiąca poprzedniego cechowała miejscowości Kluczbork oraz Wołczyn. Rozkład przestrzenny średnich sum miesięcznych opadów atmosferycznych dorzecza Stobrawy w miesiącu wrześniu (ryc. 2.9) nie wykazuje dużej rozbieżności. Opady wahają się od 46 mm w południowej części dorzecza (w Kobylnie) do 55 mm na zachodzie (w posterunku opadowym Stare Olesno). Amplituda wynosi więc zaledwie 9 mm (tab. 1). Przeważająca część obszaru badań cechuje się średnimi miesięcznymi sumami opadów atmosferycznych poniżej 50 mm.

Od października włącznie rozpoczyna się półrocze chłodne (X–III). Występujące wtedy średnie wysokości sum opadów atmosferycznych są mniejsze od tych z półrocza ciepłego (IV–IX). Na badanym obszarze – dorzeczu Stobrawy – w wieloleciu 1954–1980, w porównaniu do miesiąca września, spadły one średnio o 3 mm (tab. 2). Nie obserwuje się więc, już tak dużych zmienności wartości, w odniesieniu do miesiąca poprzedniego. W większości posterunków opadowych nastąpił spadek średnich sum opadów atmosferycznych w stosunku do miesiąca poprzedniego, w Kluczborku aż o 9 mm, w Krzywiczynach o 7 mm, natomiast w Szumiradzie, w porównaniu do września, średnia wzrosła

o 2 mm. W październiku centralnie przez obszar badań, z północnego wschodu w kierunku południowego zachodu, przebiega izohieta 45 mm (ryc. 2.10). Na południowy wschód od wspomnianej izoliny występują opady większe, w okolicach Szumiradu, powyżej 50 mm (tab. 1). W kierunku północno-zachodnim, od wyżej opisanej izohiety 45 mm, średnie sumy opadów atmosferycznych są najmniejsze i wynoszą 44 mm.

Wieloletnia średnia suma opadów atmosferycznych listopada jest identyczna, jak września i wynosi 50 mm (tab. 1). Rozkład przestrzenny tej wartości, w analizowanym miesiącu przedstawia się jednak zupełnie różnie (ryc. 2.11). Można stwierdzić, iż bardziej przypomina on zróżnicowanie obserwowane w pierwszym kwartale roku. Największe średnie sumy opadów atmosferycznych, powyżej 55 mm, cechują południowo-wschodnią część obszaru dorzecza Stobrawy, w okolicach posterunku opadowego w Szumiradzie. Ponownie zauważyć można, iż sumy opadów maleją od wyżej wymienionego punktu pomiarowego w kierunku zachodnim. Wartości powyżej 50 mm w analizowanym miesiącu mierzone są na obszarze przyległym do Szumiradu oraz w północnej części badanego obszaru – w Krzywiczynach. Najmniejsze średnie sumy opadów atmosferycznych w listopadzie, poniżej 40 mm, charakterystyczne są dla terenu ujściowego Stobrawy do Odry.

Listopad w porównaniu do miesiąca poprzedniego cechował się niewielkim wzrostem średnich sum opadów atmosferycznych, w grudniu natomiast zauważalny jest ponowny ich spadek, średnio o 4 mm (tab. 2). Należy jednak zaznaczyć, że sytuacja taka nie występuje we wszystkich posterunkach opadowych dorzecza Stobrawy. I tak, w Kobylni średnia wieloletnia suma opadów wzrosła o 1 mm w porównaniu do listopada, a w Szumiradzie jest ona identyczna. Największa różnica obserwowana jest dla punktu pomiarowego zlokalizowanego w Krzywiczynach oraz Starym Oleśnie, gdzie wartość ta uległa obniżeniu o 9 mm. Podobnie jak w przypadku przeważającej części analizowanych miesięcy wielolecia 1954–1980, w grudniu największe sumy opadów atmosferycznych wyróżniają południowo-zachodnią część obszaru badań – okolice Szumiradu (ryc. 2.12). Najmniejsze wartości badanego zjawiska ponownie charakteryzują obszar ujściowy Stobrawy, poniżej 40 mm. Izohieta 35 mm przebiega przez ujście Stobrawy do Odry. Zauważalny jest spadek wysokości sum opadów atmosferycznych z kierunku zachodniego w stronę doliny Odry.

Rozkład przestrzenny średnich rocznych sum opadów atmosferycznych dla obszaru badań przedstawiony został na rycinie 3. Najbardziej ubogie w opady są tereny położone w ujściowym odcinku Stobrawy, gdzie średnia roczna suma opadów z reguły nie przekracza 600 mm. Czynnikiem geograficznym wywierającym istotny wpływ na mniejsze sumy opadów w porównaniu do całego obszaru badań (666 mm) jest hipsometria terenu. Dolina Odry cechuje się znacznie mniejszym wyniesieniem w stosunku do reszty obszaru badań. Stobrawa uchodzi do niej na wysokości 136 m n.p.m., a więc różnica wysokości bezwzględnej,

w stosunku do obszaru źródłiskowego, wynosi około 130 m. Mniejsze sumy opadów atmosferycznych w dolinie Odry potwierdzają badania Paszyńskiego (1955). Według tego autora, pas mniejszych opadów ciągnie się wzdłuż Odry na całej jej długości – od Bramy Morawskiej aż po Zalew Szczeciński. Paszyński (1955) obliczył również przeciętny wzrost rocznej sumy opadów wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza dla dorzecza Odry i stwierdził, iż nie przebiega ona bynajmniej na tym terenie równomiernie. Według sporządzonego przez niego wykresu w dorzeczu Stobrawy roczna suma opadów wzrasta o 50 mm na każde 50 m n.p.m.

Nieco większe średnie roczne sumy opadów atmosferycznych – powyżej 600 mm – notowane są w całej zachodniej i północnej części dorzecza Stobrawy. Wyjątek stanowią okolice Krzywiczyn, gdzie wartość ta jest większa – 659 mm (tab. 1).

Największe średnie roczne sumy opadów atmosferycznych cechują tereny południowo-wschodnie. Na obszarze poniżej Starego Olesna, na wschód od Dębińca oraz powyżej Kobylna, opady atmosferyczne kształtują się powyżej 700 mm, a w najbliższej okolicy posterunku opadowego w Szumiradzie powyżej 750 mm. Bardzo wysokie wartości badanego zjawiska na terenach wokół miejscowości Szumirad mierzone są w każdym miesiącu roku. W maju, lipcu, sierpniu oraz we wrześniu średnia maksymalna suma opadów atmosferycznych notowana jest w innych posterunkach opadowych badanego obszaru. Należy jednak zaznaczyć, iż w Szumiradzie wtedy opad jest niewiele mniejszy, maksymalna różnica wynosi 5 mm. Obszary położone wokół Szumiradu cechują się wilgotnym mikroklimatem. Występuje tutaj wzmożone parowanie z powierzchni rozległych torfowisk i rozlewisk Budkowiczanki, nieopodal przysiółka Kamieniec oraz stawu o powierzchni 11,8 ha w miejscowości Szumirad. Czynnikiem, który w nieco mniejszym stopniu wpływa na większe sumy opadów okolic Szumiradu jest duża lesistość.

Podobnie wysokie średnie sumy opadów atmosferycznych notowane są w górnym biegu Stobrawy, w okolicach Starego Olesna, dla którego średnia roczna z wielolecia wyniosła 698 mm. W lipcu oraz wrześniu mierzone tutaj sumy opadów są największe w całym dorzeczu Stobrawy. Przyczyną wysokich opadów atmosferycznych jest również wzmożone parowanie z powierzchni licznych stawów, a także duże zalesienie tych terenów.

Reasumując, dla badanego okresu stosunki pluwiometryczne obszaru dorzecza Stobrawy charakteryzują się dużą zmiennością przestrzenną. Na niewielkim obszarze dorzecza Stobrawy, bo o powierzchni zaledwie 1601 km², średnie roczne sumy opadów atmosferycznych wahają się od poniżej 600 mm w ujściowym odcinku biegu Stobrawy do ponad 750 mm w okolicach Szumiradu. Dla całego dorzecza Stobrawy średnia roczna suma opadów atmosferycznych, obliczona na podstawie danych z 1954–1980, wynosi 666 mm (tab. 1). Wysokość opadów maleje z południowego wschodu w kierunku doliny Odry.

Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych z wielolecia znacznie różnią się od notowanych w danym punkcie pomiarowym i miesiącu maksymalnych sum opadów atmosferycznych. Dlatego w tabeli 3 zestawione zostały wartości maksymalne miesięczne i roczna suma opadów atmosferycznych dla poszczególnych posterunków opadowych w dorzeczu Stobrawy za okres wielolecia 1954–1980.

Maksymalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy w wieloleciu 1954–1980 notowane są przeważnie w miesiącu lipcu oraz w sierpniu. Wartości największe w każdym z analizowanych posterunków opadowych zanotowane zostały w półroczu letnim. Roczne sumy opadów cechują się dosyć dużą rozpiętością – od poniżej 60 do ponad 250 mm (tab. 3).

Tabela 3. Maksymalne sumy opadów atmosferycznych [mm] w dorzeczu Stobrawy w wieloleciu 1954–1980

Table 3. Maximum precipitation totals [in mm] in the Stobrawa River basin 1954–1980

Posterunek Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Bąków	105	80	63	88	167	181	179	190	115	157	106	97	882 (1974)
Dąbrówka Dolna	103	74	64	96	157	149	164	155	109	131	98	106	804 (1974)
Dębiniec	127	73	62	113	144	156	191	147	108	147	97	89	827 (1962)
Kluczbork	99	74	59	97	175	174	176	194	122	143	101	99	830 (1977)
Kobyłno	101	80	75	103	152	130	173	157	95	130	91	101	803 (1967)
Kup	91	84	77	89	151	156	180	185	119	147	87	93	891 (1977)
Krzywiczyny	86	70	74	94	166	158	179	147	170	152	125	86	883 (1966)
Pokój	86	67	78	81	177	137	177	170	118	129	82	91	777 (1960)
Stare Olesno	90	71	56	109	171	174	252	189	140	138	96	113	979 (1960)
Szumirad	128	89	76	115	148	175	179	211	131	158	110	124	1019 (1977)
Wółczyn	107	75	66	92	162	140	183	152	86	120	112	84	805 (1966)
Minimalna	90	67	56	81	144	130	164	147	86	120	82	84	777 (1960)
Średnia	102	76	68	98	161	157	185	172	119	141	100	98	864
Maksymalna	128	89	78	115	177	181	252	211	170	158	125	124	1019 (1977)

Ekstremalna miesięczna suma opadów atmosferycznych odnotowana została w lipcu w miejscowości Stare Olesno i wyniosła aż 252 mm (tab. 3). To identyczna wartość, jaka – według Mrugały (2001) – cechuje średnie sumy opadów atmosferycznych lipca w stacji meteorologicznej na Śnieżce. W posterunku opadowym Szumirad, który wyróżnia się największą wieloletnią średnią sumą opadów atmosferycznych, maksymalna suma przypadła na miesiąc sierpień i wyniosła 211 mm.

Rekordowo wysoka suma roczna opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy pomierzona została w Szumiradzie. W 1977 r. spadło tam w sumie aż 1019 mm opadów atmosferycznych. W tym samym roku swoje roczne maksimum również odnotowały posterunki opadowe w miejscowościach Kup oraz Kluczbork. Także bardzo wilgotnym rokiem okazał się 1966, kiedy to w Starym Oleśnie suma roczna wyniosła 979 mm, a w miejscowości Pokój 777 mm. Największe roczne sumy opadów atmosferycznych dla pozostałych posterunków opadowych dorzecza Stobrawy w badanym wieloleciu przyniosły lata: 1962 (Dębiniec), 1966 (Wółczyn, Krzywiczyny), 1967 (Kobyłno) oraz 1974 (Bąków, Dąbrówka Dolna).

Minimalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy w badanym wieloleciu 1954–1980 w porównaniu do wyżej omówionych maksimum nie wykazują tak dużej rozbieżności (tab. 4). Wysokość minimalnych sum miesięcznych opadów waha się od 0 do ponad 30 mm. Najmniejsze wartości tej charakterystyki notowane są od września do kwietnia. Nieco większymi sumami opadów cechuje się listopad. W prawie każdym z analizowanych posterunków opadowych dorzecza Stobrawy najmniejsza minimalna miesięczna suma opadów atmosferycznych w latach 1954–1980 mierzona była we wrześniu i wahała się od 0 do 5 mm (Bąków, Dąbrówka Dolna, Dębiniec,

Tabela 4. Minimalne sumy opadów atmosferycznych [mm] w dorzeczu Stobrawy w wieloleciu 1954–1980

Table 4. Minimum precipitation totals [in mm] in the Stobrawa River basin 1954–1980

Posterunek Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Bąków	10	3	6	8	27	29	25	27	3	3	15	6	410 (1959)
Dąbrówka Dolna	7	4	8	8	16	16	8	30	2	4	8	6	465 (1959)
Dębiniec	9	7	11	12	21	27	17	30	4	4	17	5	454 (1959)
Kluczbork	6	3	6	9	26	28	27	25	2	6	13	5	405 (1959)
Kobyłno	10	4	8	8	13	22	22	17	2	4	15	4	498 (1969)
Kup	6	7	10	10	19	23	17	28	0	4	16	6	484 (1959)
Krzywiczyny	10	5	7	11	22	25	15	20	2	1	12	3	490 (1975)
Pokój	7	4	9	3	19	14	12	28	2	4	14	4	479 (1969)
Stare Olesno	7	3	10	11	18	31	22	23	8	5	24	5	517 (1980)
Szumirad	13	6	12	7	21	22	17	22	6	5	21	6	554 (1963)
Wółczyn	8	5	7	7	5	20	21	10	1	2	8	4	387 (1959)
Minimalna	6	3	6	3	5	14	8	10	0	1	8	4	387 (1956)
Średnia	8	5	9	9	19	23	18	24	3	4	15	5	468
Maksymalna	13	7	12	12	27	31	27	30	8	6	24	6	554 (1963)

Kluczbork, Kobylno, Kup, Pokój, Wołczyn). W pozostałych punktach pomiarowych najmniejsza wartość tej charakterystyki przypada na październik lub luty. We wrześniu 1959 r. w miejscowości Kup nie został w ogóle odnotowany opad atmosferyczny (tab. 4) i jest to ekstremalna minimalna miesięczna suma opadów atmosferycznych dla całego analizowanego 27-letnia. Największe minimalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych w analizowanym wieloleciu występują w miesiącach letnich od maja do sierpnia. Największa jej wartość dla badanego obszaru odnotowana została w czerwcu w miejscowości Stare Olesno i wynosiła 31 mm.

Minimalne roczne sumy opadów atmosferycznych w latach 1954–1980 wahały się od około 400 mm do 550 mm. Najmniejsza wartość tej charakterystyki wystąpiła w roku 1959 w miejscowości Wołczyn i wynosiła 397 mm. Rok 1959 okazał się także najbardziej posuszny w badanym wieloleciu. Najmniejsze roczne sumy opadów atmosferycznych odnotowano wtedy w ponad połowie analizowanych posterunków opadowych (Bąków, Dąbrówka Dolna, Dębiniec, Kluczbork, Kup, Wołczyn). Dla pozostałych punktów pomiarowych dorzecza Stobrawy niskie wartości opadów atmosferycznych przyniosły lata: 1963 (Szumirad), 1969 (Kobylno, Pokój), 1975 (Krzywiczyny) oraz 1980 (Stare Olesno).

Miejscowość Szumirad, gdzie mierzone są największe średnie roczne sumy opadów atmosferycznych (tab. 4), cechuje się również największą wartością minimalnych rocznych sum opadów atmosferycznych za okres badanego wielolecia – 554 mm.

PODSUMOWANIE

1. W przekroju rocznym stosunki pluwiometryczne dorzecza Stobrawy cechują się dużą zmiennością przestrzenną. Na niewielkim obszarze, bo o powierzchni zaledwie 1601 km², średnie roczne sumy opadów atmosferycznych wahają się od poniżej 600 mm w ujściowym odcinku biegu Stobrawy do ponad 750 mm w okolicach Szumiradu. Dla całego dorzecza Stobrawy średnia roczna suma opadów atmosferycznych, obliczona na podstawie danych dla wszystkich posterunków w obrębie dorzecza z lat 1954–1980, wynosi 666 mm. Wyniki postępowania badawczego potwierdzają tezę Paszyńskiego, iż dla stosunków opadowych dorzecza Odry, czynnik położenia geograficznego ma niewielkie znaczenie. Decydującą natomiast rolę odgrywają czynniki natury lokalnej, jak: wysokość bezwzględna, ekspozycja stoków, obecność dużych zbiorników wodnych, występowanie obszarów podmokłych i gęstość zalesienia.
2. Mapy średnich miesięcznych sum opadów atmosferycznych z wielolecia 1954–1980 na obszarze dorzecza Stobrawy ukazują duże zróżnicowanie

wysokości oraz rozkładu przestrzennego tej charakterystyki w poszczególnych miesiącach roku. Obszary o bardzo wysokich średnich miesięcznych sumach opadów atmosferycznych nierzadko sąsiadują z regionami, gdzie wartości te są znacznie mniejsze. Zauważalna jest tendencja spadku wysokości opadów z południowego wschodu w kierunku doliny Odry (czyli zachodnim).

3. W dorzeczu Stobrawy obszarem cechującym się największymi miesięcznymi sumami opadów atmosferycznych, prawie w każdym miesiącu roku są okolice Szumiradu. Lokalny mikroklimat kształtuje stosunki pluwiometryczne tego obszaru. Charakteryzuje się on występowaniem wzmózonego parowania z powierzchni terenów podmokłych (np. torfowisk okolic przysiółka Kamieniec) oraz dużego stawu, a ponadto okolica ta wyróżnia się dużym zalesieniem. Pole najmniejszych opadów atmosferycznych obejmuje swym zasięgiem najczęściej ujściowy odcinek Stobrawy oraz rozległą dolinę Odry. Najmniejsze miesięczne sumy opadów notowane są od listopada do marca, czyli w półroczu zimowym. Przyczyny takiej sytuacji pluwiometrycznej należy doszukiwać się w hipsometrii analizowanego terenu. Dolina Odry (ok. 136 m) jest znacznie obniżona w stosunku do reszty obszaru badań (160–270 m n.p.m.).
4. Największe opady, podobnie jak w całej Polsce, notowane są w lipcu, kiedy duży udział ma zachmurzenie konwekcyjne cechujące się znaczną miąższością chmur i bardzo dużą ich wodnością. Wieloletnia średnia tego miesiąca dla całego obszaru badań wynosi 101 mm. Również w lipcu obserwowane są największe w skali roku amplitudy średnich wieloletnich sum opadów atmosferycznych (20 mm) pomiędzy poszczególnymi posterunkami opadowymi. Świadczy to o bardzo dużym zróżnicowaniu przestrzennym wysokości badanego zjawiska w tym miesiącu.
Najmniejsze sumy opadów atmosferycznych notowane są w lutym. Wieloletnia średnia tego miesiąca dla całego obszaru badań za okres 1954–1980 wynosi 34 mm.
5. W ciągu roku największą zmiennością opadów atmosferycznych w stosunku do miesiąca poprzedniego cechują się miesiące: maj, czerwiec, lipiec, sierpień, październik. Do lipca włącznie zauważalny jest wyraźny przyrost średnich sum opadów, największy w maju, bo aż o 24 mm. W miesiącu sierpniu natomiast notowany jest bardzo wysoki spadek sum opadów atmosferycznych, średnio o 29 mm. Miesiące półrocza zimowego charakteryzują się bardzo niewielką zmiennością stosunków pluwiometrycznych.
6. Maksymalne miesięczne sumy opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy w badanym wieloleciu 1954–1980 notowane są przeważnie w miesiącu lipcu oraz w sierpniu. Ekstremalna maksymalna miesięczna suma opadów atmosferycznych odnotowana została w lipcu w miejscowości Stare Olesno i wyniosła aż 252 mm.

Wysokość minimalnych sum miesięcznych opadów waha się od 0 do nieco ponad 30 mm. W większości analizowanych posterunków opadowych dorzecza Stobrawy najmniejsza minimalna miesięczna suma opadów atmosferycznych w latach 1954–1980 mierzona była we wrześniu i wahała się w granicach 0–5 mm. W pozostałych punktach pomiarowych najmniejsza wartość tej charakterystyki przypada na październik lub luty. Ekstremalna minimalna miesięczna suma opadów atmosferycznych (0 mm) z badanego wielolecia odnotowana została w miejscowości Kup we wrześniu 1959 r.

7. Rekordowo wysoką sumę roczną opadów atmosferycznych w dorzeczu Stobrawy odnotowano w posterunku opadowym Szumirad. W 1977 r. roczna suma opadów atmosferycznych wyniosła aż 1019 mm. W tym samym roku roczne maksimum odnotowano również w posterunkach opadowych zlokalizowanych w miejscowościach Kup oraz Kluczbork. Także bardzo wilgotnym rokiem okazał się 1966, kiedy to w Starym Oleśnie suma roczna wyniosła 979 mm, a w miejscowości Pokój 777 mm.

Minimalne roczne sumy opadów atmosferycznych, w latach 1954–1980 wahały się od około 400 mm do 550 mm. Najmniejsza wartość tej charakterystyki wystąpiła w roku 1959 w miejscowości Wołczyn i wynosiła 397 mm. Rok 1959 okazał się najbardziej posuszny w badanym wieloleciu. Najmniejsze roczne sumy opadów atmosferycznych odnotowano wtedy w ponad połowie analizowanych posterunków opadowych (Bąków, Dąbrówka Dolna, Dębiniec, Kluczbork, Kup, Wołczyn).

Przedstawiona w pracy charakterystyka zróżnicowania oraz zmienności opadów atmosferycznych w zlewni Stobrawy stanowi doskonałe tło do dalszych badań i analiz, jak np. modelowania transformacji opadu w odpływ, badań bilansu wodnego itd. Pomocne w zrozumieniu czynników kształtujących stosunki pluwiometryczne obszaru mogą być również analizy rzeźby terenu.

*

Serdecznie podziękowaia składam Profesor dr hab. Małgorzacie Mazurek oraz Profesorowi dr. hab. Zbigniewowi Zwolińskiemu za okazaną pomoc i liczne konsultacje naukowe.

LITERATURA

- Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*, 1997: Uniw. Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Wrocław.
- Baranowska A., 2000: *Wiek torfowiska koło Szumiradu (Śląsk Opolski) w świetle badań palinologicznych*. Opolskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Zesz. Przyrodnicze, Opole, nr 34, 69–93.

- Baranowski D., Kirschenstein M., 2005: *Sumy opadów atmosferycznych w Polsce w latach 1951–1995*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Seria A – Geogr. Fiz., t. 56, 55–72.
- Chomicz K., 1976: *Opady rzeczywiste w Polsce (1931–1960)*. Przeg. Geofiz., R. 21, z. 1, 19–25.
- Dubicki A., Malinowska-Matek J., 2008: *Rozwój lokalnych systemów osłony przeciwpowodziowej w dorzeczu Odry w sytuacji rosnącego ryzyka związanego z wystąpieniem opadów nawalnych*. [W:] A. Dubicki (red.), *Meteorologia, Hydrologia, Ochrona Środowiska – kierunki badań i problemy*. IMGW, Warszawa.
- Ewert A., 1984: *Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym*. WSP w Słupsku, Słupska.
- Jania J., Zwoliński Zb., 2011: *Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne, hydrologiczne i geomorfologiczne w Polsce*. [W:] Zb. Zwoliński (red.), *Globalne zmiany klimatu i ich implikacje dla rzeźby Polski*. Landform Analysis, 15, 51–64.
- Kaczorowska Z., 1962: *Opady w Polsce w przekroju wieloletnim*. Inst. Geogr., Polska Akad. Nauk, Pr. Geogr., nr 33.
- Kondracki J., 2001: *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kosiński S., Makowiecki J. (red.), 2000: *Walory przyrodniczo-krajobrazowe Stobrawskiego Parku Krajobrazowego*. Uniw. Opolski, Stud. i Monografie nr 283, Opole.
- Kosiba A., 1948: *Klimat Ziemi Śląskich*. Wyd. Inst. Śląskiego, Zagadnienia Gospodarcze Śląska, seria II. Katowice–Wrocław.
- Kostrzewski A., Klimczak R., Stach A., Zwoliński Zb., 1989: *Morphologic effects of heavy rainfall (24 may, 1983) over relief features of the scarpland in the middle Parsęta valley, west Pomerania, Poland*. Quaest. Geogr., Spec. Iss. 2, 101–110.
- Kostrzewski A., Klimczak R., Stach A., Zwoliński Zb., 1992: *Extreme rainfalls and their influence on functioning of the present-day denudative system in a young glacial region, West Pomerania*. Quaest. Geogr., Spec. Iss. 3, 97–113.
- Koźuchowski K., 1985: *Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w stuleciu 1881–1980*. Łódzkie Tow. Nauk., Acta Geograph. Lodz., nr 48, Łódź.
- Kuchar L., Otop I., 2008: *Zmienność opadów atmosferycznych półrocza ciepłego (IV–IX) w dorzeczu środkowej Odry w latach 1951–2005*. [W:] A. Dubicki (red.), *Meteorologia, Hydrologia, Ochrona Środowiska – kierunki badań i problemy*. IMGW, Warszawa.
- Lorenc H. (red.), 2005: *Atlas klimatu Polski*. IMGW, Warszawa.
- Martyn D., 2000: *Klimaty kuli ziemskiej*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Michalska G., Szpikowski J., 2000: *Obieg wody w ekosystemie zlewni górnej Parsęty w roku hydrologicznym 1995*. [W:] G. Wójcik, K. Marciniak (red.), *Funkcjonowanie i monitoring ekosystemów z uwzględnieniem lokalnych problemów ekologicznych*, Kom. Nauk. Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”, Z. Nauk., 25, 87–103.
- Mrugała S., 2001: *Opady atmosferyczne o normalnej i anomalnej wysokości na obszarze Polski (1951–1990)*. Wyd. UMCS, Lublin.
- Opady atmosferyczne, 1954–1980* – PIHM/IMGW, Warszawa.
- Paszyński J., 1955: *Opady atmosferyczne dorzecza Odry i ich związek z hipsometrią i zalesieniem*. Inst. Geogr., Polska Akad. Nauk, Pr. Geogr., nr 4, PWN, Warszawa.
- Przedpełska W., 1993: *Zmienność sum opadów atmosferycznych uśrednionych dla obszaru Polski*. Wiadomości IMGW, T. 16, z. 1. 17–31
- Schmuck A., 1966: *Zarys hydrometeorologii*. PWN, Wrocław.
- Stach A., 2009: *Analiza struktury przestrzennej i czasoprzestrzennej maksymalnych opadów dobowych w Polsce w latach 1956–1980*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Tamulewicz J., 1993: *Struktura pola opadów atmosferycznych Polski w okresie 1951–1980*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Tamulewicz J., 1997: *Pogoda i klimat Ziemi. Wielka Encyklopedia Geografii Świata*. Wyd. Kurpisz, Poznań.

- Tamulewicz J., 2001: *Wody i klimat Ziemi. Pogoda i klimat*. Wyd. Kurpisz, Poznań.
- Wiatkowski M., 2006: *Charakterystyka warunków hydrochemicznych w przekroju planowanego Zbiornika Kluczborskiego*. Przegląd Naukowy, Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, R. 15, z. 2(34).
- Woś A., 1999: *Klimat Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Wrona B., 2008: *Występowanie ekstremalnych opadów atmosferycznych ≥ 100 mm/dobę na obszarze dorzecza górnej i środkowej Odry w 30-leciu (1977–2006)*. [W:] A. Dubicki (red.), *Meteorologia, Hydrologia, Ochrona Środowiska – kierunki badań i problemy*. IMGW, Warszawa.

SPATIAL DIFFERENTIATION AND ANNUAL PRECIPITATION IN THE STOBRAWA RIVER BASIN IN THE YEARS 1954–1980

Summary

The main objective of this paper is to characterize the spatial diversity of the distribution of annual precipitation in the Stobrawa River basin and to indicate the areas of highest and lowest average monthly precipitation. Furthermore, the factors that influenced this variation between 1956–1980 will be presented.

Throughout the year, pluviometric relations in the Stobrawa River basin are characterized by high spatial variability. On such a small research area (1601 km²), mean annual precipitation totals range from about 600 mm in the estuary section of the Stobrawa River to over 750 mm near Szumirad village. For the entire Stobrawa River basin, mean annual precipitation total is 666 mm. The highest precipitation totals for the entire research area are recorded in July – the long-term average of this month is 101 mm. The lowest precipitation totals are observed in February – 34 mm.

In the Stobrawa River basin, the area characterized by the largest monthly precipitation totals, in almost every month of the year, is around Szumirad village. The smallest field of precipitation encompasses most of the estuary section of the Stobrawa River and the wide valley of the Oder River.

The results of the research confirm Paszyński's hypothesis that geographical factors have little relevance for precipitation relations in the Odra River basin. Local factors such as altitude, slope exposition, the presence of reservoirs or wetlands and density of forest cover play a more crucial role for these relations in the Stobrawa River basin.