

**Mirosława MALINOWSKA<sup>1</sup>, Ewa JAKUSIK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Katedra Meteorologii i Klimatologii, Uniwersytet Gdański

Department of Meteorology and Climatology, University of Gdańsk

<sup>2</sup>Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, Centrum Monitoringu Klimatu Polski,  
Warszawa

Institute of Meteorology and Water Management – NRI, Center for Poland’s Climate  
Monitoring, Warsaw

## **Charakterystyka opadów atmosferycznych w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010**

### **Characteristics of precipitation in central part of Kashubian Lake District, 1971–2010**

**Słowa kluczowe:** sumy roczne, sezonowe i miesięczne opadu atmosferycznego, opady maksymalne, Pojezierze Kaszubskie

**Key words:** average monthly, seasonal and annual totals of precipitation, maximum precipitation totals, Kashubian Lake District

### **Wprowadzenie**

Centralna część Pojezierza Kaszubskiego to region użytkowany rolniczo, ze znacznym odsetkiem powierzchni pokrytym lasami (31–53%) oraz wodami (ok. 4,4%) (Wirtualny atlas województwa pomorskiego, 2014). Obszar ten pokrywają osady czwartorzędowe o miąższości 100–200 m, będące pozostałościami po kilku zlodowaceniach. Przeważają tu gleby słabe, głównie biellicowe i pseudobiellicowe, we wschod-

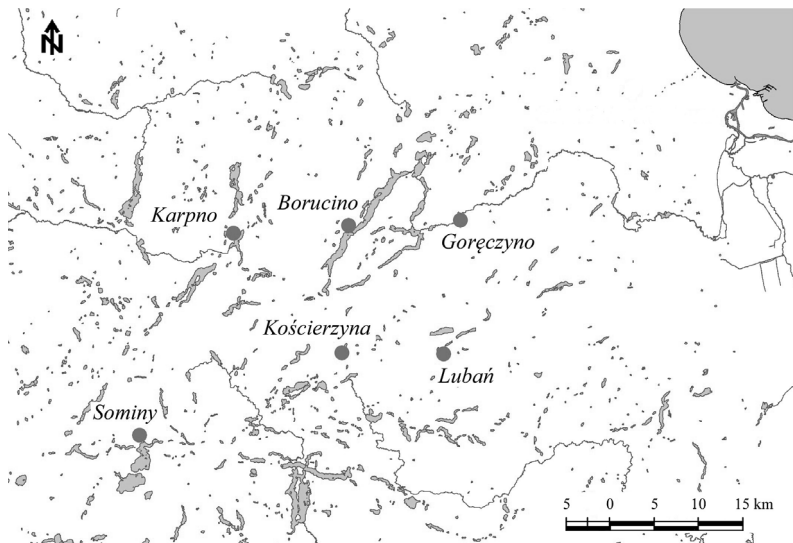
niej części występują gleby brunatne, a miejscami szarobrunatne (Mirowski i Witek, 1979). Dominującą klasą gleb jest klasa IVa i IVb. Rzeźbę terenu charakteryzuje duże urozmaicenie. Znajduje się tu najwyższe wzniesienie na Niżu Polskim – szczyt Wieżyca, położony w obrębie Wzgórz Szymbarskich, na wysokości 329 m n.p.m. Wysokości względne sięgają 80 m, a maksymalne deniwelacje nawet 160 m. W krajobrazie dominują wysoczyzny morenowe oraz liczne jeziora, najczęściej rynnowe. Rynny osiągają przeciętnie głębokość 20–40 m, nachylenie stoków sięga miejscami 40° (Augustowski i Sylwestrzak, 1979).

Warunki opadowe obszaru badań w XX wieku opisywały Kwiecień i Taranowska (1974) oraz Kwiecień

(1979). Najbardziej szczegółową charakterystykę opadów atmosferycznych w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego można znaleźć w pracach Miętusa i innych (2005, 2006), niestety jest ona oparta tylko na danych z jednej stacji Uniwersytetu Gdańskiego w Borucinie, położonej w dolinie rynny południowej. Charakterystyki opadu w tym rejonie lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie zostały opisane w pracach Ewerta (1984, 1998). Miętus (1996a, 1996b, 1999) scharakteryzował zmienność opadów w Polsce Północno-Zachodniej i jej związki z cyrkulacją atmosferyczną, podobnie jak Kirschenstein (2009), Kirschenstein i Baranowski (2009) oraz Świątek (2004, 2009). Normy i anomalie opadowe w Polsce Północnej w ujęciu sezonowym opisał Kalbarczyk i Kalbarczyk (2010). Piłarski i inni (2011) scharakteryzowali sumy i liczbę dni z opadem na stacjach położonych wzdłuż południowego wy-

brzeża Bałtyku w okresie 1971–2005. Zmienność opadów i zachmurzenia na obszarze Polski po 1950 roku scharakteryzowała Żmudzka (2009), a wieloletnią zmienność opadów sezonowych w Polsce opisały Czarnecka i Nidzgorzka-Lencewicz (2012). Najnowsze wyniki badań projektu KLIMAT (Limanówka i in., 2012) również prezentują tendencje sum obszarowych opadu atmosferycznego na obszarze Polski od połowy XX wieku. Na uwagę zasługuje ponadto seria prac Kirschenstein (2008), Kirschenstein i Baranowskiego (2008, 2009) i Baranowskiego i Kirschenstein (2010), analizująca warunki opadowe i ich zmienność w Lęborku, Koszalinie i Słupsku.

Celem pracy jest charakterystyka warunków opadowych centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010. Obszar badań reprezentują stacje: Kościerzyna, Goręczyno, Lubań, Borucino, Sominy i Karpno (rys. 1, tab. 1).



RYSUNEK 1. Lokalizacja stacji pomiarowych  
FIGURE 1. Location of precipitation stations

TABELA 1. Charakterystyka posterunków, z których dane wykorzystano w pracy  
 TABLE 1. Characteristics of stations from which data were used in the work

Stacja Station	Typ posterunku Type station	Współrzędne geograficzne Geographical coordinates	Wysokość n.p.m. Height above sea level	Charakterystyka lokalizacji miejsca pomiarów oraz daty jego przeniesienia Characteristics of the location of the place of measurement and the date of his transfer
Borucino	Stacja klimatologiczna III rzędu	17°59' 54°15'	163	Posterunek klimatologiczny znajduje się na obszarze Pojezierza Kaszubskiego na przewężeniu dzielącym rynny jezior Raduńskie Górne i Raduńskie Dolne. Rynny obu jezior są zorientowane południkowo, w kierunku S rozciąga się J. Raduńskie Górne, a w kierunku N – J. Raduńskie Dolne. Krajobraz typu młodoglacjalnego z ciągiem moren porozcinanych rynnami jezior. Teren wokół posterunku od wschodu i zachodu zalesiony z przewagą borów mieszanych. Obszar pokrywają gliny z przewagą piasków i żwirów.
Karpno	Stacja opadowa V rzędu	17°48' 54°07'	155	Posterunek usytuowany na Równinie Charzykowskiej w rejonie Kaszub, w powiecie bytowskim, w gminie Lipnica.
Kościerzyna	Stacja klimatologiczna III rzędu	17°58' 54°08'	190	Ogródek oddalony od zabudowań miasta, na terenie otwartym, o dużych deniwelacjach, w niewielkiej formie dolinnej.
Lubań	Stacja opadowa V rzędu	18°10' 54°07'	186	Miejscowość Lubań położona jest na Pojezierzu Kaszubskim, 13 km na wschód od Kościerzyny. Teren o rzeźbie wybitnie polodowcowej i morfologicznie urozmaicony, z dużymi obszarami leśnymi. Wokół ogródka meteorologicznego teren lekko falisty.
Sominy	Stacja opadowa V rzędu	17°39'	150	Stacja położona na północnym brzegu Jeziora Somińskiego, okolice dalsze – tereny leśne. Deszczomierz ustawiony na terenie posesji obserwatora, lokalizacja dobra.

Stacje położone są na wysokości od 150 m n.p.m. (Sominy) do 190 m n.p.m. (Kościerzyna). Rozciągłość południkowa obszaru badań wynosi około 25 km, a rozciągłość równoleżnikowa około 37 km.

## Material i metody

Material źródłowy stanowiły dobowe sumy opadu atmosferycznego za lata 1971–2010, pochodzące ze zweryfikowanej i zhomogenizowanej bazy danych IMGW-PIB. Przeanalizowano

sumy roczne, półroczne, sezonowe i miesięczne opadu atmosferycznego. Za półrocze ciepłe przyjęto okres od maja do października włącznie (Miętus i in., 2005, 2006; Kirschenstein, 2008). W odniesieniu do sum rocznych, półrocznych, sezonowych i miesięcznych opadu wyznaczono współczynniki zmienności właściwej. Ponadto wyznaczono ilorazy opadów półrocza ciepłego i chłodnego, lata i zimy oraz jesieni i wiosny. Ilorazy te są stosowane jako wskaźniki kontynentalizmu pluwialnego (Kozuchowski i Wibig, 1988; Kirschenstein, 2007; Czarnicka i Nidzgorska-Lencewicz, 2012). Istotnym elementem współczesnych rozważań klimatologicznych są obserwowane zmiany średnich wartości charakterystyk meteorologicznych na danym terenie. Dlatego przeanalizowano, wyznaczając współczynniki kierunkowe równań linii trendu, tendencje zmian opadów atmosferycznych na Pojezierzu Kaszubskim w latach 1971–2010. Ich istotność statystyczną zweryfikowano testem F-Snedecora.

## Wyniki

Średnie roczne sumy opadu atmosferycznego w latach 1971–2010 przyjmowały wartości od 660,2 mm we wschodniej części obszaru badań do 700 mm w jego części zachodniej (tab. 2). Są to opady wyraźnie wyższe niż określone w projekcie KLIMAT średnie obszarowe dla Polski, wynoszące 623 mm, i zdecydowanie wyższe niż średnie dla Pojezierzy Południowobałtyckich, szacowane na 594,2 mm (Limanówka i in., 2012). Jednocześnie jednak wartości średnich rocznych sum opadów atmosferycznych w latach 1971–2010 są mniejsze od wartości podawanych w pracach: Świątek (2009), Górskiego (2006) i Miętusa z zespołem (2005, 2006), którzy określają wysokość sum rocznych opadu w wybranych fragmentach Pojezierza Pomorskiego na 700–800 mm.

Opady półrocza ciepłego (V–X) w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 charakteryzowały się niewielkim zróżnicowaniem przestrzennym. Najmniejsze średnie sumy półroczne zanotowano na stacji

TABELA 2. Średnie roczne, półroczne i sezonowe sumy opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego, 1971–2010 [mm]

TABLE 2. Mean annual, half-year and seasonal precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010 [mm]

Okres/Period	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
Rok/Year	700,0	687,1	698,9	687,9	660,2
Półrocze ciepłe Warm half-year	404,9	413,8	425,9	401,9	395,4
Półrocze chłodne Cold half-year	294,8	272,9	272,3	285,2	264,6
Wiosna/Spring	138,9	141,0	146,2	139,0	138,2
Lato/Summer	222,5	231,5	233,1	212,4	216,6
Jesień/Autumn	186,8	177,5	189,4	192,4	173,0
Zima/Winter	153,0	137,9	131,1	144,9	133,3

w Kościerzynie (395,4 mm), a najwyższe na stacji w Karpnie (425,9 mm). Średnie opady półrocza chłodnego (XI–IV) w latach 1971–2010 wahały się na analizowanym obszarze od 264,6 mm w Kościerzynie do 294,8 mm na stacji w Sominach.

Średnie sumy opadu atmosferycznego w sezonie wiosennym w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego charakteryzowały się niewielkim zróżnicowaniem przestrzennym i przyjmowały w latach 1971–2010 wartości od 138,2 mm na stacji w Kościerzynie do 146,2 mm na stacji w Karpnie. Były zbliżone do wartości średnich dla Pojezierzy Południowobałtyckich za lata 1961–2009, uzyskanych przez Limanówkę z zespołem (2012). Średnie opady jesieni na wszystkich stacjach były wyższe od średnich opadów wiosny i plasowały się na poziomie od 173 mm w Kościerzynie do 192,4 mm w Borucinie. Przewaga opadów jesieni nad opadami wiosny jest cechą charakterystyczną obszarów północnej Polski. Ta cecha klimatu jest tłumaczona przez Baranowskiego i Kirschenstein (2010) z jednej strony częstą w sezonie jesiennym adwekcją ciepłego i wilgotnego powietrza znad Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego, sprzyjającą powstawaniu opadów, z drugiej zaś strony ochładzającym wpływem wychłodzonego po sezonie zimowym Morza Bałtyckiego wiosną, co ogranicza rozwój konwekcji i tworzenie się opadów. Średnie opady sezonu letniego w okresie 1971–2010 przekraczały na wszystkich stacjach analizowanego obszaru 200 mm, wahał się w granicach od 212,4 mm na stacji w Borucinie do 233,1 mm na stacji w Karpnie. Opady zimy plasowały się w analizowanym

wielolecie na poziomie od 131,1 mm w Karpnie do 153,0 mm w Sominach.

Uzyskane tu wartości średnich sum opadu atmosferycznego jesieni i zimy są większe niż średnie dla Pojezierza Południowobałtyckiego, gdzie są one szacowane na odpowiednio 146,7 mm oraz 112,5 mm (Limanówka i in., 2012), nie odbiegają jednak od wartości sum sezonowych opadu atmosferycznego, uzyskanych przez Miętusa z zespołem (2005, 2006). Dwie z analizowanych stacji charakteryzowały się w okresie 1971–2010 pomorskim typem sezonowego rozkładu opadów (Kožuchowski i Wibig, 1988), w którym to typie największą wartością charakteryzują się opady lata, następnie jesieni i zimy, a najmniejszą opady wiosny (LJZW). Były to stacje w Sominach i Borucinie. Taki typ sezonowego rozkładu charakterystyczny jest dla położonego na północ od obszaru badań Lęborka (Kirschenstein, 2008) i ogólnie dla obszarów pozostających pod wpływem Morza Bałtyckiego (Kirschenstein, 2007, Baranowski i Kirschenstein, 2010). Na stacjach w Lubaniu, Karpnie i Kościerzynie średnie opady wiosny były wyższe niż opady zimy, co sprawia, że stacje te charakteryzowały się w analizowanym okresie typem sezonowego rozkładu opadów właściwym dla centralnej Polski (LJWZ).

Stosunek sum opadu półrocza ciepłego do sum opadu półrocza chłodnego przyjmował wartości od 1,4 w Borucinie i Sominach do 1,6 w Karpnie (tab. 3). Uzyskane wyniki są zbliżone do tych, które przedstawiła Kirschenstein (2008) w odniesieniu do opadów Lęborka w okresie 1861–2000.

Iloraz opadów jesieni do opadów wiosny był bardzo wyrównany na całym

TABELA 3. Iloraz opadów półrocza ciepłego do opadów półrocza chłodnego, opadów jesieni do opadów wiosny i opadów lata do opadów zimy w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010

TABLE 3. Quotients of warm and cold season, autumn and spring, summer and winter precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010

Iloraz/Quotient	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
Półrocze ciepłe/Półrocze chłodne Warm half-year/Cold half-year	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5
Jesień/Wiosna Autumn/Spring	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3
Lato/Zima Summer/Winter	1,5	1,7	1,8	1,5	1,6

obszarze badań i wyniósł 1,3, z wyjątkiem stacji w Borucinie – 1,4. Stosunek opadów lata do opadów zimy wahał się od 1,5 na stacjach w Sominach i Borucinie do 1,8 na stacji w Karpnie. Zatem na tej stacji wyraźniej niż na pozostałych stacjach analizowanego obszaru zaznacza się przewaga opadów półrocza ciepłego nad opadami półrocza chłodnego oraz przewaga opadów lata nad opadami zimy. Wartości te są bardzo zbliżone do wartości tego wskaźnika, uzyskanych przez Kirschenstein (2007) dla Koszalin oraz przez Czarnecką i Nidzgorską-Lencewicz (2012) dla północnej Polski,

choć autorki za półrocze ciepłe przyjęły okres od kwietnia do września włącznie.

Roczne sumy opadu na analizowanym obszarze w latach 1971–2010 charakteryzowały się niewielką zmiennością. Współczynnik zmienności sum rocznych opadu atmosferycznego przyjmował wartości od 17,0% na stacji Borucino do 18,9% na stacji Lubań (tab. 4). Sumy opadu atmosferycznego w półroczu ciepłym w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego charakteryzowały się tylko nieco większą zmiennością (23,4–28,8%) niż sumy opadu w półroczu chłodnym (22,1–28,5%). W ujęciu

TABELA 4. Współczynniki zmienności sum rocznych, półrocznych i sezonowych opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 [%]

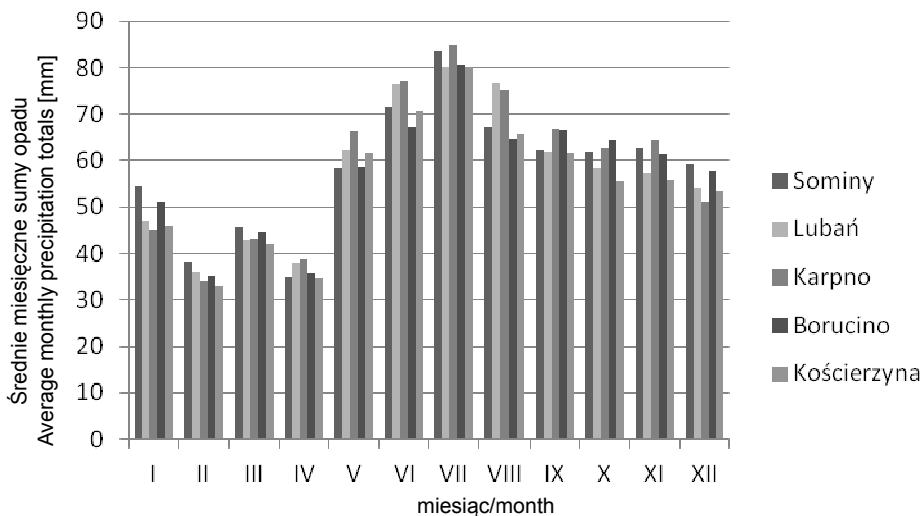
TABLE 4. Variability coefficients for annual, half-year and seasonal precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010 [%]

Okres/Period	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
Rok/Year	17,6	18,9	17,6	17,0	18,2
Półrocze ciepłe Warm half-year	28,8	26,4	27,0	23,4	25,9
Półrocze chłodne Cold half-year	23,4	22,1	28,5	24,5	24,9
Wiosna/Spring	31,7	31,6	32,4	31,9	31,8
Lato/Summer	38,2	38,9	36,4	31,3	36,1
Jesień/Autumn	31,3	29,1	31,2	31,7	28,4
Zima/Winter	33,4	33,5	38,9	35,0	35,8

sezonowym najniższe współczynniki zmienności opadów charakterystyczne były dla jesieni, przyjmując wartości od 28,4 do 31,7%. Natomiast najmniejszym zróżnicowaniem przestrzennym zmienności opadów odznaczała się wiosna, ze współczynnikami zmienności opadu plasującymi się w granicach 31,6–32,4%. Nieco większą zmiennością charakteryzowały się opady lata (współczynniki zmienności opadu w granicach 31,3–38,9%) i zimy (33,4–38,9%). Wartości współczynników zmienności opadów w centralnej części Pojezierza Pomorskiego w sezonach wiosennym, jesiennym i zimowym są większe niż wartości wyznaczone przez Czarnecą i Nidzgor-ską-Lencewicz (2012) dla obszaru Polski w okresie 1951–2010. Współczynniki zmienności opadów lata mają wartości zbliżone do tych wyznaczonych przez wymienione autorki.

W przebiegu rocznym sum opadów atmosferycznych ujawniają się dwa minima (rys. 2): w lutym i w kwietniu, w których średnia suma opadów wyniosła około 35 mm. Miesiącem o najwyższych sumach opadu jest lipiec, wartości tego elementu klimatu sięgają wówczas w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego 80–85 mm. W miesiącach jesiennych (IX–XI) sumy opadu są wyrównane i kształtują się na poziomie około 60 mm i są wyraźnie wyższe od sum opadów w miesiącach wiosennych (III–V). Opisany przebieg roczny sum opadów jest bardziej zbliżony do przebiegu rocznego notowanego na Po-brzeżu PołudniowoBałtyckim niż na Po-jezierzu PołudniowoBałtyckim (Lima-nówka i in., 2012).

Najbardziej zmiennymi miesiącami pod względem opadowym w analizowa-nym okresie były styczeń i październik,



RYSUNEK 2. Przebieg roczny sum miesięcznych opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 [mm]

FIGURE 2. Annual course of monthly precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010 [mm]

TABELA 5. Współczynniki zmienności opadu atmosferycznego w ujęciu miesięcznym w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 [%]

TABLE 5. Variability coefficients of monthly precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010 [%]

Miesiąc Month	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
I	64,2	63,0	76,2	65,6	67,4
II	52,2	48,4	59,8	55,7	55,7
III	58,1	59,0	55,7	57,3	56,3
IV	60,6	58,2	63,2	59,0	56,2
V	56,4	53,2	50,9	48,3	51,3
VI	61,4	64,6	58,2	58,2	60,4
VII	61,2	56,4	51,3	50,5	58,0
VIII	57,0	60,4	54,3	52,2	53,6
IX	53,1	50,6	55,5	57,7	50,0
X	75,6	59,0	60,9	66,4	63,1
XI	47,7	47,9	52,1	47,1	42,7
XII	44,6	43,9	52,4	44,6	44,5

a najmniej zmienne okazały się opady listopada i grudnia (tab. 5). Współczynniki zmienności opadu w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 przyjmowały wartości od 42,7% w Kościerzynie w listopadzie do 76,2% w Karpnie w styczniu.

Maksymalne dobowe sumy opadu zanotowane na analizowanym obszarze w latach 1971–2010 mają przebieg roczny zbliżony do przebiegu rocznego średnich miesięcznych sum opadu atmosferycznego (rys. 2).

Najmniejsze maksymalne sumy dobowe notowano w lutym (14,1–20,9 mm), największe w czerwcu i lipcu – od około 55 do powyżej 100 mm (tab. 6). Należy zwrócić uwagę na fakt, że maksymalne sumy dobowe opadu atmosferycznego notowane w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego przewyższały niekiedy wartości średnie miesięczne. Taka sytuacja miała miej-

sce na stacji w Sominach w lipcu, na stacji w Lubaniu w czerwcu i sierpniu, na stacji w Borucinie w czerwcu, lipcu i wrześniu oraz na stacji w Kościerzynie w maju i czerwcu.

Tendencje zmian sum rocznych, półrocznych i sezonowych opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010 są pozytywne. Jedynym wyjątkiem jest stacja w Sominach, w której jesienią współczynnik kierunkowy równania linii trendu jest ujemny (tab. 7).

Istotnie statystycznie na poziomie istotności  $1 - \alpha = 0,05$  dodatnie tendencje zmian wykazują roczne sumy opadu atmosferycznego oraz sumy opadu w sezonie wiosennym na stacjach w Borucinie i Kościerzynie. Dodatnia tendencja zmian sum rocznych opadu w Borucinie utrzymuje się od lat 60. XX wieku (Miętus i in., 2005, 2006) i pokrywa się z tendencjami zmian opadu obszar-



TABELA 6. Ekstremalne wartości sum dobowych opadu atmosferycznego na obszarze badań w latach 1971–2010 [mm]

TABLE 6. Extreme daily precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010 [mm]

Miesiąc Month	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
I	26,1	22,5	26,1	31,8	24,3
II	17,0	17,1	14,1	20,9	17,9
III	24,6	26,2	34,2	30,5	25,5
IV	26,0	24,0	19,1	25,2	19,2
V	44,5	38,3	38,9	56,4	62,0
VI	60,0	104,8	54,9	75,9	100,8
VII	88,8	66,0	64,1	82,3	79,5
VIII	47,9	79,3	53,0	41,2	38,6
IX	57,0	49,4	63,1	77,9	46,4
X	55,5	41,0	28,9	47,4	34,5
XI	28,5	33,0	46,9	26,3	22,2
XII	28,3	46,6	24,5	42,6	45,6

TABELA 7. Współczynniki kierunkowe równań linii trendu dla sum rocznych, półrocznych i sezonowych opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010, istotne statystycznie na poziomie  $1 - \alpha = 0,05$  pogrubiono

TABLE 8. Linear trends for annual, half-year and seasonal precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010, statistically significant at significance level  $1 - \alpha = 0,05$  bolded

Okres/Period	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
Rok/Year	1,88	3,30	2,43	<b>3,46</b>	<b>4,59</b>
Półrocze ciepłe Warm half-year	1,14	1,48	0,97	1,77	2,49
Półrocze chłodne Cold half-year	0,37	1,37	1,18	1,27	1,72
Wiosna/Spring	0,97	1,13	0,48	<b>1,25</b>	<b>1,20</b>
Lato/Summer	0,61	0,94	0,61	0,96	1,70
Jesień/Autumn	-0,38	0,01	0,11	0,36	0,44
Zima/Winter	0,58	1,04	1,17	0,70	1,13

wego obserwowanymi na obszarze Polski od drugiej połowy XX wieku (Limanówka i in., 2012) oraz z tendencjami opisanymi przez Kirschenstein i Baranowskiego (2008, 2009) w Łęborku, Koszalinie i Słupsku. Podobne

wyniki uzyskała Banaszek z zespołem (2007, 2008, 2009), analizując trendy zmian sum rocznych i sezonowych opadu atmosferycznego na Pojezierzu Suwalskim, Pojezierzu Mazurskim oraz Pojezierzu Iławskim i Chełmińsko-Do-

brzyńskim. Uzyskane wyniki nie potwierdzają doniesień wspomnianych autorów o spadku sum opadów atmosferycznych w sezonie letnim w drugiej połowie XX wieku.

Obszar badań, choć niewielki przestrzennie, charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem tendencji zmian sum miesięcznych opadu zarówno co do wielkości, jak i znaku (tab. 8). Na analizowanym obszarze w latach 1971–2010 stwierdzono istnienie istotnych statystycznie dodatnich trendów zmian sum miesięcznych opadu w lutym na stacjach Lubań i Kościerzyna, w marcu na stacjach Lubań, Borucino i Kościerzyna oraz w sierpniu na stacji w Kościerzynie. W kwietniu, czerwcu, wrześniu, listopadzie i grudniu obserwowane są tendencje negatywne zmian sum opadu atmosferycznego lub utrzymywanie się sum opadu miesięcznego na niezmiennym

poziomie (współczynnik kierunkowy równania linii trendu dodatni, lecz bliski 0). Sytuacja, w której na niewielkim obszarze na stacjach sąsiadujących ze sobą obserwowane są odmienne tendencje zmian opadu atmosferycznego, jest opisywana w literaturze (Miętus, 1996a) i wynika z tego, że opady atmosferyczne są elementem meteorologicznym niezwykle zmiennym w czasie i przestrzeni.

## Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała, że sumy roczne opadów w północno-wschodniej części Pojezierza Pomorskiego należą do największych na Pojezierzu Pomorskim. Zróżnicowanie przestrzenne opadów atmosferycznych

TABELA 8. Współczynniki kierunkowe równań linii trendu dla sum miesięcznych opadu atmosferycznego w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010, istotne statystycznie na poziomie  $1 - \alpha = 0,05$  pogrubiono

TABLE 8. Linear trends for monthly precipitation totals in the central part of Kashubian Lake District, 1971–2010, statistically significant at significance level  $1 - \alpha = 0,05$  bolded

Miesiąc Month	Sominy	Lubań	Karpno	Borucino	Kościerzyna
I	0,48	0,64	0,64	0,59	0,64
II	0,44	<b>0,51</b>	0,50	0,40	<b>0,55</b>
III	0,56	<b>0,71</b>	0,54	<b>0,86</b>	<b>0,73</b>
IV	-0,15	-0,05	-0,28	0,02	0,04
V	0,56	0,46	0,22	0,38	0,43
VI	-0,24	-0,15	0,09	-0,10	0,26
VII	0,22	0,08	0,09	0,35	0,44
VIII	0,63	1,02	0,43	0,71	1,00
IX	0,16	-0,01	0,12	0,21	0,23
X	-0,19	0,09	0,01	0,22	0,13
XI	-0,35	-0,07	-0,02	-0,07	0,08
XII	-0,24	0,07	0,08	-0,11	0,05

jest bardzo silnie zależne od czynników działających w skali lokalnej (np. wysokość n.p.m., efekt cienia opadowego, szata roślinna, użytkowanie terenu, obecność zbiorników wodnych). Pomimo położenia obszaru badań w niewielkiej odległości od morza stosunek opadów półrocza ciepłego do opadów półrocza chłodnego jest dosyć duży i dosyć zróżnicowany, jak na tak niewielki obszar, z wartościami od 1,4 do 1,6, podczas gdy w Polsce przyjmuje on wartości od 1,4 na północy do 2,0 na południu (Czarnecka i Nidzgorzka-Lencewicz, 2012). Przewaga opadów sezonu jesiennego i zimowego nad opadami wiosny w dwóch z pięciu analizowanych stacji oraz przebieg sum miesięcznych opadu atmosferycznego świadczą o oddziaływaniu Bałtyku na stosunki pluwialne obszaru badań, ale są również charakterystyczne dla całej Polski Północnej i Centralnej (Kožuchowski, 2011). W pozostałych trzech stacjach przewaga opadów wiosny nad opadami zimy może świadczyć o dużym wpływie czynników lokalnych (np. wysokość n.p.m., ekspozycja stoku, cień opadowy, szata roślinna, zbiorniki wodne, ekspozycja stacji w stosunku do przeważających kierunków wiatru i urozmaicona rzeźba terenu) i słabnących wpływach oceanicznych.

Obserwowane w drugiej połowie XX wieku tendencje zmian sum rocznych i sezonowych opadu, wykazujące ich wzrost (z wyjątkiem sezonu letniego), utrzymywały się również w pierwszej dekadzie XXI wieku. W okresie 1971–2010 sumy opadu atmosferycznego w sezonie letnim również charakteryzowały się tendencjami dodatnimi.

## Literatura

- Augustowski, B. i Sylwestrzak, J. (1979). Zarys budowy geologicznej i rzeźba terenu. W: B. Augustowski (red.), *Pojezierze Kaszubskie* (s. 49–71). Gdańsk: GTN.
- Banaszkiewicz, B., Grabowska, K. i Suchecki, S. (2007). Charakterystyka warunków opadowych Pojezierza Suwalskiego w latach 1971–2000. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 3 (37), 23–32.
- Banaszkiewicz, B., Grabowska, K. i Szwejkowski, Z. (2008). Characterisation of variability of atmospheric precipitation at selected stations of the Mazury lake District in the years 1951–2000. *Acta Agrophysica*, 12(1), 19–27.
- Banaszkiewicz, B., Grabowska, K. i Panfil, M. (2009). Characterisation of atmospheric precipitation of Iława and Chełmińsko-Dobrzyńskie Lake Districts in the years 1951–2000. *Acta Agrophysica*, 13(3), 575–585.
- Baranowski, D. i Kirschenstein, M. (2010). The climate of Słupsk. *Baltic Coastal Zone*, 14, 99–120.
- Czarnecka, M. i Nidzgorzka-Lencewicz, J. (2012). Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, 2(38), 45–60.
- Ewert, A. (1984). *Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym*. Słupsk: WSP.
- Ewert, A. (1998). Korelacja i spektrum wieloletnich serii opadów atmosferycznych w północno-zachodniej Polsce. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, XLIX, A, Geografia fizyczna*, 19–27.
- Górski, T. (2006). Klimatologiczny model sum opadów atmosferycznych w Polsce. W: K. Migala (red.) i P. Ropuszyński, *Współczesna meteorologia i klimatologia w geografii i ochronie środowiska* (s. 43–57). Wrocław: Wydawnictwo PTGeogr, Oddział Wrocławski.
- Kalbarczyk, E. i Kalbarczyk, R. (2010). Ocena warunków opadowych w polskiej strefie Pobrzeży Południowobałtyckich. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 2 (48), 23–34.

- Kirschenstein, M. (2007). Zastosowanie danych wieloletnich sum opadów atmosferycznych do oceny stopnia kontynentalizmu pluwialnego w Koszalinie. W: M. Miętus (red.) i J. Filipiak, A. Wyszowski, *200 lat regularnych pomiarów i obserwacji w Gdańsku*. (s. 116–134). Warszawa: IMGW, UG, GTN.
- Kirschenstein, M. (2008). Annual variations and tendencies of changes in atmospheric fall sums in Lębork in 1861–2000. *Baltic Coastal Zone*, 12, 97–111.
- Kirschenstein, M. (2009). Extreme twenty-four hour precipitation sums in north-western Poland. *Baltic Coastal Zone*, 13, 53–65.
- Kirschenstein, M. i Baranowski, D. (2008). The frequency of normal and abnormal sums of atmospheric falls in Lębork in 1861–2000. *Baltic Coastal Zone*, 12, 85–95.
- Kirschenstein, M. i Baranowski, D. (2009). The influence of North Atlantic Oscillation (NAO) on the air temperature and the total precipitation in Koszalin in 1861–2007. *Baltic Coastal Zone*, 13, 67–84.
- Kożuchowski, K. (2011). *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kożuchowski, K. i Wibig, J. (1988). Kontynentalizm pluwialny w Polsce: różnicowanie geograficzne i zmiany wieloletnie. *Acta Geographica Lodzientia*, 55, 9–102.
- Kwiecień, K. (1979). Warunki klimatyczne. W: B. Augustowski (red.), *Pojezierze Kaszubskie*. (s. 95–120). Gdańsk: GTN.
- Kwiecień, K. i Taranowska, S. (1974). Warunki klimatyczne. W: J. Moniak (red.), *Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego* (s. 93–143). Gdańsk: GTN.
- Limanówka, D., Biernacik, D., Czernecki, B., Farat, R., Filipiak, J., Kasprowicz, T., ..., Wójcik, R. (2012). Zmiany i zmienność klimatu od połowy XX w. W: J. Wibig (red.) i E. Jakusik, *Warunki klimatyczne i oceanograficzne w Polsce i na Bałtyku Południowym. Spodziewane zmiany i wytyczne do opracowania strategii adaptacyjnych w gospodarce krajowej* (s. 7–33). Monografie. Warszawa: IMGW-PIB.
- Miętus, M. (1996a). Zmienność temperatury i opadów w rejonie polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego i jej spodziewany przebieg do roku 2030. *Materiały Badawcze IMGW, Meteorologia*, 26, 1–72.
- Miętus, M. (1996b). Zmienność lokalnej cyrkulacji atmosferycznej nad Północną Polską i jej związek z elementami klimatu. *Wiadomości IMGW, XIX (1)*, 9–30.
- Miętus, M. (1999). Rola regionalnej cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu warunków klimatycznych i oceanograficznych w polskiej strefie brzegowej Morza Bałtyckiego. *Materiały Badawcze IMGW, Meteorologia*, 29, 1–157.
- Miętus, M., Filipiak, J., Jakusik, E., Malinowska, M., Marosz, M., Korzeniewski, J., ..., Sobieraj, M. (2005). Wybrane zagadnienia klimatu lokalnego rejonu Stacji Limnologicznej UG w Borucinie, 1961–2000. W: W. Lange (red.), *Jezióra górnej Raduni i jej zlewnia w badaniach z udziałem Stacji Limnologicznej w Borucinie. Badania Limnologiczne*, 3, 75–126.
- Miętus, M., Filipiak, J., Jakusik, E., Malinowska, M., Marosz, M., Korzeniewski, J., ..., Sobieraj, M. (2006). *Klimat rynny Jezior Raduńskich*. Warszawa: IMGW.
- Mirowski, Z. i Witek, T. (1979). Gleby i ich przydatność rolnicza. W: B. Augustowski (red.), *Pojezierze Kaszubskie*. (s. 73–93). Gdańsk: GTN.
- Pilarski, M., Wójcik, R., Biernacik, D., Filipiak, J., Jakusik, E., Marosz, M., ..., Miętus, M. (2011). Warunki klimatyczne. W: M. Miętus (red.) i M. Sztobryn, *Stan środowiska polskiej strefy przybrzeżnej Bałtyku w latach 1986–2005. Wybrane zagadnienia* (s. 19–55). Warszawa: IMGW-PIB.
- Świątek, M. (2004). Effects of zonal circulation over the Southern Baltic on precipitation at Polish coastal stations. *Baltic Coastal Zone*, 8, 23–35.
- Świątek, M. (2009). Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na zmienność opadów na polskim wybrzeżu Bałtyku. *Rozprawy i Studia Uniwersytetu Szczecińskiego, DCCCXXVI*. Szczecin: Wydawnictwo USz.
- Wirtualny atlas województwa pomorskiego (2014). Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego. Pobrano z lokalizacji: <http://www.midwig.pomorskie.eu/assets/images/AtlasII/powiaty/1.jpg>
- Żmudzka, E. (2009). Współczesne zmiany klimatu Polski. *Acta Agrophysica*, 13(2), 555–568.

## Streszczenie

**Charakterystyka opadów atmosferycznych w centralnej części Pojezierza Kaszubskiego w latach 1971–2010.** Artykuł prezentuje podstawowe charakterystyki opadu atmosferycznego w północno-wschodniej części Pojezierza Pomorskiego. Roczne sumy opadu przyjmują wartości od około 660 mm do około 700 mm. Opady półrocza ciepłego szacowane są na około 400 mm, a opady półrocza chłodnego na około 270 mm. Dominują opady w sezonie letnim (212–233 mm). Opady jesieni (173–189 mm) przewyższają opady wiosny i zimy (133–153 mm), co dowodzi wpływu Morza Bałtyckiego na stosunki pluwialne obszaru badań. Lata 1971–2010 charakteryzowały się pozytywnymi tendencjami zmian sum rocznych, półrocznych i sezonowych opadu atmosferycznego.

## Summary

**Characteristics of precipitation in central part of Kashubian Lake District, 1971–2010.** This article presents the main characteristics of precipitation in the north-

-eastern part of the Pomeranian Lake District. Total annual precipitation ranges from about 660 mm to 700 mm. Warm period and cold period precipitation totals account for about 400 mm and 270 mm respectively. The highest values of seasonal precipitation are characteristic for summer (212–233 mm). Autumn precipitation totals (173–189 mm) exceed both spring and winter precipitation totals (133–153 mm) which reveals the influence of the Baltic Sea on the course of precipitation in this region. There are positive trends in changes of annual, warm and cold half year and seasonal precipitation totals observed in investigated area in the period 1971–2010.

### Authors' addresses:

Mirosława Malinowska  
Katedra Meteorologii i Klimatologii IG UG  
ul. Bażyńskiego 4, 80-309 Gdańsk  
Poland  
e-mail: mirosława.malinowska@univ.gda.pl

Ewa Jakusik  
IMGW PIB  
ul. Waszyngtona 42, 81-342 Gdynia  
Poland  
e-mail: ewa.jakusik@imgw.pl