



## Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego w Poznaniu na tle typów cyrkulacji GWL (*Grosswetterlagen*)

*Interdiurnal air-pressure changes in Poznań as set against GWL  
(Grosswetterlagen) circulation types*

**KATARZYNA SZYGA-PLUTA, MAREK PÓŁROLNICZAK**

Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza, 61-680 Poznań, ul. Dziegielowa 27;  
pluta@amu.edu.pl marekpol@amu.edu.pl

**Zarys treści.** Przedmiotem analiz były codzienne wartości międzydobowej zmiany średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego za lata 1951–2000 na poziomie stacji Poznań-Ławica oraz typy cyrkulacji atmosferycznej *Grosswetterlagen* (GWL). Zbadano wpływ cyrkulacji atmosferycznej na częstość dni z bodźcami mechanicznymi odczuwanymi przez człowieka słabo, umiarkowanie, silnie i bardzo silnie. Wskazano typy cyrkulacji sprzyjające pojawianiu się dni z poszczególnymi bodźcami.

**Słowa kluczowe:** zmiany ciśnienia, Poznań, GWL, bodźce mechaniczne.

### Wstęp

W opracowaniu analizowano wpływ cyrkulacji atmosferycznej na międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego jako wskaźnika biometeorologicznego należącego do grupy bodźców mechanicznych. Jak wskazują badania, cyrkulacja wpływa istotnie na zmianę w krótkim czasie wielu elementów meteorologicznych, m.in. temperatury powietrza, ciśnienia i prędkości wiatru. Od tempa i wielkości tych zmian zależy nasilenie bodźców działających na organizm człowieka. Wystąpienie silnych bodźców wiąże się m.in. z chorobami serca, bólami głowy, bólami reumatycznymi, chorobami wrzodowymi, jak również chorobami psychicznymi. Obszerne przykłady z zakresu meteoropatologii można znaleźć w pracach J. Jankowiaka (1976), T. Kozłowskiej-Szczęsnej i innych (1997, 2004) oraz M. Półrolniczaka (2010a).

Ciśnienie atmosferyczne rozpatrywane jest jako wartość bezwzględna, kiedy mamy do czynienia z wysokim lub niskim ciśnieniem, a w znaczeniu biometeorologicznym najistotniejsze są krótkookresowe wahania ciśnienia. Negatyw-

na reakcja organizmu na zmiany ciśnienia może występować, kiedy w ciągu 3 godzin wahnięcia wykazują wartości od 2–4 hPa lub 5–10 hPa z dnia na dzień (Delyukow i Didyk, 1999). W praktyce do badania zmian ciśnienia używa się dynamicznego wskaźnika, jakim jest międzydobowa zmiana średniej dobowej wartości ciśnienia atmosferycznego  $\Delta dp$  (Kozłowska-Szczęsna i inni, 2004). Zmiany ciśnienia atmosferycznego ocenia się również z uwzględnieniem ich kierunku (spadek i wzrost ciśnienia z dnia na dzień), a reakcja organizmu jest uzależniona od wartości zmiany i czasu w jakim wystąpiła (Bogucki i inni, 1999), m.in. dlatego do oceny uciążliwości warunków na polskim wybrzeżu B. Michalska i Cz. Koźmiński (2010) zaproponowali skalę opartą na liczbie dni z międzydobową zmianą ciśnienia  $>8$  hPa.

Z dotychczasowych badań wynika, że wartości  $\Delta dp$  w umiarkowanych szerokościach geograficznych wykazują wyraźną cykliczność roczną. Największe notuje się w chłodniejszej części roku, a najmniejsze w najcieplejszej (Pótrolniczak, 2010b; Fortuniak i inni, 2000; Ustrnul i Czekierda, 2000). Z kolei na podstawie analizy zmian ciśnienia i cyrkulacji według kalendarza Osuchowskiej-Klein ustalono, że duże międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego występują częściej przy cyrkulacji cyklonalnej i napływie powietrza z sektora zachodniego oraz północnego wschodu (Pótrolniczak, 2009).

## Metody i zakres badań

Podstawę opracowania stanowiły codzienne wartości średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego ( $dp$ ) za lata 1951–2000 na stacji Poznań-Ławica. Dla każdego dnia badanego wielolecia wyznaczono wartości międzydobowych zmian ciśnienia ( $\Delta dp$ ), które klasyfikowano w przedziały według natężenia odczucia zmiany. Przyjęto zakresy, według których zmiana  $\leq 4,0$  hPa (typ a) jest bodźcem słabym, od 4,1 do 8,0 hPa (typ b) – umiarkowanym, od 8,1 do 16,0 hPa (typ c) silnym, natomiast  $>16,0$  hPa (typ d) bardzo silnym.

Do określenia typu cyrkulacji przyjęto zmodyfikowaną przez F.W. Gerstengarbego i P.C. Wenera (2005) klasyfikację Hessa-Brezowsky'ego, opartą na wcześniejszej klasyfikacji Baura, opracowaną dla Europy Środkowej (Gerstengarbe i inni, 1999). Typologia ta bazuje na pojęciu *Grosswetterlagen* (GWL) oznaczającym podstawowy stan atmosfery, który steruje charakterem i następstwem procesów synoptycznych w ciągu szeregu dni, pozostając jednakże niezmiennym przy zmianach pogody z dnia na dzień. Uwzględniany jest kierunek mas powietrza oraz położenie układów barycznych, a przy ich ocenie bierze się pod uwagę także dolne mapy synoptyczne oraz mapy topografii barycznej z poziomu 500 hPa. Klasyfikacja ta obejmuje 30 typów cyrkulacji *Grosswetterlagen* (GWL) dodatkowo pogrupowanych zgodnie z kierunkiem adwekcji mas powietrza w typy *Grosswettertypen* (GWT). GWL i GWT zaprezentowano w tabeli 1 (Hess i Brezowsky, 1977; Gerstengarbe i Werner, 2005). Ogromna

Tabela 1. Klasyfikacja *Grosswettertypen* (GWT) i *Grosswetterlagen* (GWL)The *Grosswettertypen* (GWT) and *Grosswetterlagen* (GWL) classifications

<i>Grosswettertype</i> (GWT) <i>Ogólny kierunek</i> <i>cyrkulacji</i>	Sym- bol	<i>Grosswetterlage</i> (GWL) <i>Typ cyrkulacji</i>
West <i>Zachodnia</i>	WA	West Circulation, anticyclonal / <i>zachodnia, antycyklonalna</i>
	WS	West Circulation, cyclonal / <i>zachodnia, cyklonalna</i>
	WZ	Southern West Circulation / <i>zachodnia przesunięta ku południowi</i>
	WW	Agled West Circulation / <i>zachodnia, brzeżna na skraju blokującego wyżu rosyjskiego</i>
Southwest <i>Południowo-</i> <i>zachodnia</i>	SWA	Southwest Circulation, anticyclonal / <i>południowo-zachodnia, antycyklonalna</i>
	SWZ	Southwest Circulation, cyclonal / <i>południowo-zachodnia, cyklonalna</i>
Northwest <i>Północno-</i> <i>zachodnia</i>	NWA	Northwest Circulation, anticyclonal / <i>północno-zachodnia, antycyklonalna</i>
	NWZ	Northwest Circulation, cyclonal / <i>północno-zachodnia, cyklonalna</i>
Central Europe High <i>Centralna</i> <i>wyżowa</i>	HM	Central European High / <i>wyż nad Europą Środkową</i>
	BM	Central European Ridge / <i>klin wyżowy nad Europą Środkową</i>
Central Europe Low <i>Centralna niżowa</i>	TM	Central European Low / <i>niż nad Europą Środkową</i>
North <i>Północna</i>	NA	North Circulation, anticyclonal / <i>północna, antycyklonalna</i>
	NZ	North Circulation, cyclonal / <i>północna, cyklonalna</i>
	HNA	Norwegian Sea High, anticyclonal / <i>wyż nad Morzem Północnym - Islandią, antycyklonalna</i>
	HNZ	Norwegian Sea High, cyclonal / <i>wyż nad Morzem Północnym - Islandią, cyklonalna</i>
	HB	British Isles High / <i>wyż nad Wyspami Brytyjskimi</i>
	TRM	Central Europe Trough / <i>bruzda nad Europą Środkową</i>
Northeast <i>Północno-</i> <i>wschodnia</i>	NEA	Northeast Circulation, anticyclonal / <i>północno-wschodnia, antycyklonalna</i>
	NEZ	Northeast Circulation, cyclonal / <i>północno-wschodnia, cyklonalna</i>
East <i>Wschodnia</i>	HFA	Fennoscandian High, anticyclonal / <i>wyż nad Fennoskandią, antycyklonalna</i>
	HFZ	Fennoscandian High, cyclonal / <i>wyż nad Fennoskandią, cyklonalna</i>
	HNFA	Norwegian Sea/Fennoscandia High, anticyclonal / <i>wyż nad M. Północnym - Fennoskandią, antycyklonalna</i>
	HNFZ	Norwegian Sea/Fennoscandia High, cyclonal / <i>wyż nad M. Północnym - Fennoskandią, cyklonalna</i>
Southeast <i>Południowo-</i> <i>wschodnia</i>	SEA	Southeast Circulation, anticyclonal / <i>południowo-wschodnia, antycyklonalna</i>
	SEZ	Southeast Circulation, cyclonal / <i>południowo-wschodnia, cyklonalna</i>
South <i>Południowa</i>	SA	South Circulation, anticyclonal / <i>południowa, antycyklonalna</i>
	SZ	South Circulation, cyclonal / <i>południowa, cyklonalna</i>
	TB	British Isles Low / <i>niż nad Wyspami Brytyjskimi</i>
	TRW	Western Europe Trough / <i>bruzda nad Europą Zachodnią</i>
	U	Undefined / <i>sytuacja nieokreślona lub przejściowa</i>

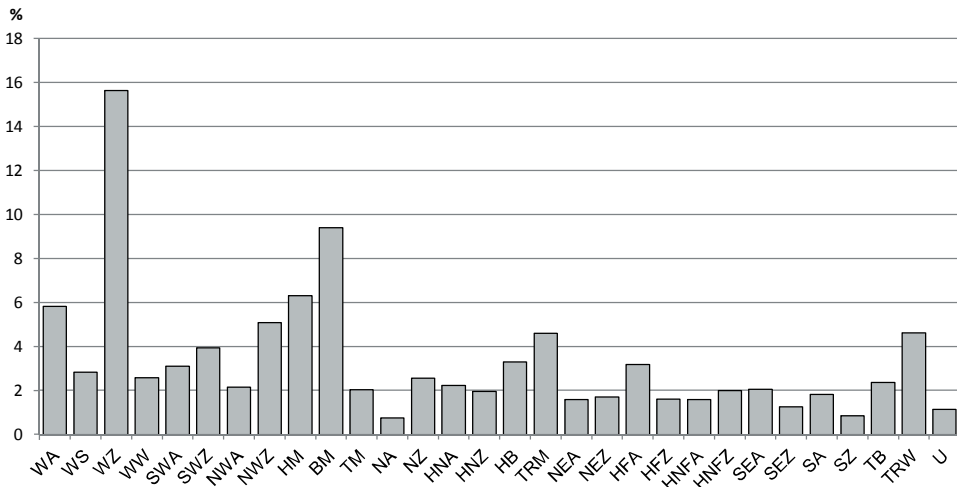
Źródło: Gerstengarbe i Werner (2005); Hess i Brezowsky (1977).

Source: Gerstengarbe and Werner (2005); Hess and Brezowsky (1977).

rola cyrkulacji atmosferycznej prezentowana tutaj w formie kalendarza *Grosswetterlagen* jest podkreślana w wielu pracach. Nazwy typów cyrkulacji według Hessa i Brezowsky'ego przedstawili w języku polskim m.in. Z. Ustrnul i D. Czekierda (2002, 2003) oraz K. Mięgała (2005).

## Wyniki

Najczęściej występującym typem cyrkulacji w badanym wieloleciu jest WZ – zachodni cyklonalny, a następnie BM – klin wysokiego ciśnienia nad Europą Środkową (ryc. 1). Nieco mniejszą frekwencję ma typ cyrkulacji HM (wyż nad Europą Środkową) i WA (zachodni antycyklonalny). Pozostałe typy cyrkulacji nie przekraczają 4%.

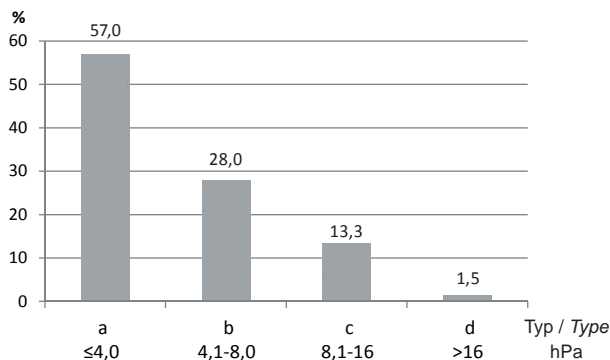


Ryc. 1. Częstość typów cyrkulacji GWL (*Grosswetterlagen*), 1951–2000  
 Frequency of occurrence of GWL (*Grosswetterlagen*) circulation types, 1951–2000  
 Opracowanie własne. / Authors' own elaboration.

W badanym okresie spośród przyjętych typów międzydobowych zmian ciśnienia  $\Delta dp$  dominuje typ a z najmniejszą zmianą ciśnienia z dnia na dzień (ryc. 2). Jego częstość osiąga 57%. Słabe bodźce (typ b) występują z frekwencją 28,1%. Częstość dni z umiarkowanymi zmianami ciśnienia wynosi 13,4% (typ c). Najrzadziej, bo zaledwie jako 1,5% wszystkich dni, pojawiają się dni z największą zmianą ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień – powyżej 16 hPa (typ d).

Stwierdzono, że średnio w ciągu roku największe, czyli bardzo silnie odczuwane przez człowieka zmiany ciśnienia (typ d), związane są przede wszystkim z cyklonalnymi typami cyrkulacji (ryc. 3D). Ich wysoka frekwencja (73,6%) w czasie typów cyklonalnych GWL utrzymuje się w chłodnej połowie roku.

W kwietniu i w październiku dominują typy antycyklonalne. W cieplej połowie roku typ d pojawia się sporadycznie, a pojedyncze przypadki jego występowania nie zostały uwzględnione na wykresie.



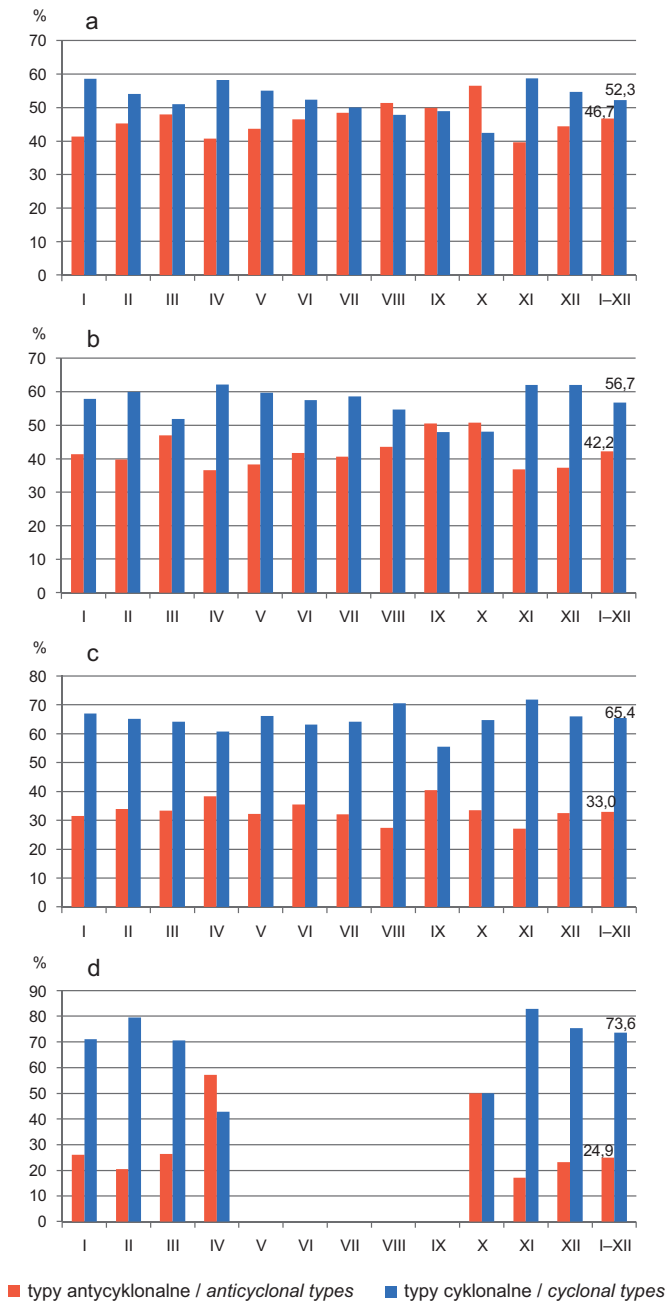
Ryc. 2. Poznań – częstość dni z międzydobową zmianą ciśnienia atmosferycznego typu a, b, c oraz d w latach 1951–2000. Opracowanie własne

Poznań – frequency of occurrence of interdiurnal air pressure changes of types a, b, c and d over the period 1951–2000. Authors' own elaboration

W przypadku silnych międzydobowych zmian ciśnienia (typ c), większe znaczenie mają antycyklonalne typy cyrkulacji, jednakże nadal cyklonalne typy GWL mają przewagę w ciągu całego roku (ryc. 3C). Średnio w badanym okresie typ c występuje w czasie cyklonalnych typów cyrkulacji z frekwencją równą 65,4%. Natomiast w typach antycyklonalnych pojawia się z częstością 33,0%, a największą frekwencję osiąga we wrześniu (40,5%).

Wpływ cyrkulacji cyklonalnych i antycyklonalnych na występowanie typów a i b (bodźce słabe i umiarkowane) jest podobny. Umiarkowane zmiany ciśnienia (typ b) występują średnio w roku w czasie cyklonalnych GWL z częstością 56,7% (ryc. 3B), przede wszystkim w kwietniu, listopadzie i w grudniu. Większy wpływ cyrkulacji antycyklonalnych zaznacza się natomiast we wrześniu i październiku. Słabe międzydobowe zmiany ciśnienia (typ a) występują średnio w czasie cyklonalnych typów cyrkulacji z frekwencją 52,6% (ryc. 3A). Największy ich wpływ na typ a zaznacza się w okresie od listopada do stycznia oraz w kwietniu. Cyrkulacje antycyklonalne wpływają na większą frekwencję typu a od sierpnia do października.

Wszystkie typy zmian ciśnienia mają największą frekwencję przy najczęstszych cyrkulacjach GWL, tzn. WZ i BM (ryc. 3). Frekwencja dni ze zmianą ciśnienia typu a w czasie cyrkulacji WZ jest równa 13,7%, a BM – 9,7%. Nieco mniejszy wpływ na ten typ zmian mają cyrkulacje HM (6,7%) i WA (5,8%). Podobny wpływ cyrkulacji GWL zauważa się w typach z umiarkowanym odczu-



Ryc. 3. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego typu a, b, c oraz d w typach cyrkulacji atmosferycznej GWL (*Grosswetterlagen*) w latach 1951–2000  
 Frequency of occurrence of interdiurnal atmospheric pressure changes of types a, b, c and d under different types of GWL atmospheric circulation over the period 1951–2000

Opracowanie własne. / Authors' own elaboration.

ciem zmiany ciśnienia z dnia na dzień. Frekwencja dni z typem b wynosi w czasie cyrkulacji WZ 15,2%, BM – 9,2%, HM – 6,7% i WA – 6,5%. Zmiany typu c największą częstość wykazują przy cyrkulacji WZ (23,3%), a następnie BM (9,0%) i NWZ (8,5%). W przypadku największych międzydobowych zmian ciśnienia (typ d) najwyższa frekwencja dotyczy cyrkulacji WZ (28,5%) i NWZ (19,9%), a następnie NZ (7,9%) i BM (6,9%).

Decydującą rolę w ciągu roku, szczególnie w przypadku największych zmian ciśnienia, ma cyrkulacja z kierunku zachodniego, a następnie północnego i północno-zachodniego oraz typy cyrkulacji związane z wyżem w Środkowej Europie (tab. 2). Frekwencja dni ze słabymi zmianami ciśnienia (typ a) podczas GWT (*Grosswettertypen*) zachodnich wynosi 24,6% średnio w ciągu roku, z tym, że większa ich częstość przypada na chłodne półroczce. Znaczny wpływ na ten typ zmian mają również cyrkulacje związane z wyżem środkowoeuropejskim (16,3%) oraz cyrkulacje północne (14,7%). Podobnie w przypadku zmian typu b największa frekwencja charakteryzuje cyrkulacje zachodnie (27,1%), północne (16,4%) i typy związane z wyżem środkowoeuropejskim (15,6%). Na słabe i umiarkowane zmiany ciśnienia mają również znaczący wpływ wschodnie i południowe typy cyrkulacji (około 10%). Największa częstość dni z silnymi zmianami ciśnienia przypada na cyrkulacje zachodnie (34,9%), a następnie północne (16,1%), wyż w Europie Środkowej (13,9%) i typy północno-zachodnie (11,0%). Największe międzydobowe zmiany ciśnienia występują najczęściej podczas cyrkulacji zachodnich (37,9%), północno-zachodnich (23,1%) i północnych (14,8%).

Analiza prawdopodobieństwa warunkowego (tab. 3) wystąpienia danego zakresu międzydobowej zmiany ciśnienia atmosferycznego w zależności od typu cyrkulacji wskazuje, że z większym prawdopodobieństwem można oczekiwać zmian ciśnienia  $< 4$  hPa (maksymalnie w ciągu roku w typach cyrkulacji zachodniej 15,3%) niż zmian  $> 16$  hPa (maksymalnie w roku 0,4%, a w półroczu chłodnym 0,88%). Prawdopodobieństwo warunkowe, podobnie jak wcześniejsza analiza częstości, wskazuje na podobne typy cyrkulacji odpowiedzialne za dany typ zmiany ciśnienia, z tą różnicą, że wykazuje znaczne zróżnicowanie w wartościach dla półroczy. Na przykład w typie cyrkulacji WZ prawdopodobieństwo wystąpienia zmiany ciśnienia typu c (8–16 hPa) w okresie IV–IX wynosi 0,9% i wzrasta w okresie X–III do 3,6%, a w typie d ( $> 16$  hPa) wynosi odpowiednio 0,02 i 0,53%.

## Podsumowanie

W pracy analizowano wpływ cyrkulacji atmosferycznej na występowanie dni z typami międzydobowych zmian ciśnienia, które są wskaźnikiem bodźcowości zmian pogody odczuwanych przez człowieka.

Na podstawie analizy częstości i prawdopodobieństwa warunkowego stwierdzono, że pojawianiu się silnych (typ c) i bardzo silnych bodźców (typ d)

Tabela 2. Częstość względna międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Poznaniu w *Grosswettertypen* (GWT) i *Grosswetterlagen* (GWL) dla półroczy i roku w latach 1951–2000  
 Annual and half-year relative frequencies of occurrence of interdiurnal atmospheric pressure changes types in relation to *Grosswettertypen* and *Grosswetterlagen* over the period 1951–2000

GWT	GWL	Typ a / Type a			Typ b / Type b			Typ c / Type c			Typ d / Type d		
		X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year
West Zachodnia	WA	5,3	6,2	5,8	5,6	7,7	6,5	4,5	5,4	4,7	3,8	0,0	4,0
	WS	3,4	1,6	2,4	3,2	2,0	2,7	5,7	3,2	5,0	5,3	0,0	5,1
	WZ	15,5	12,3	13,7	16,3	13,7	15,2	24,7	19,3	23,3	29,0	25,0	28,5
	WW	3,3	2,4	2,8	3,0	2,1	2,7	2,2	0,9	1,9	0,4	0,0	0,4
	Σ	<b>27,6</b>	<b>22,4</b>	<b>24,6</b>	<b>28,2</b>	<b>25,5</b>	<b>27,1</b>	<b>37,1</b>	<b>28,9</b>	<b>34,9</b>	<b>38,5</b>	<b>25,0</b>	<b>37,9</b>
Southwest Południowo- zachodnia	SWA	4,4	2,8	3,5	3,2	2,4	2,8	2,2	2,5	2,2	0,4	0,0	0,4
	SWZ	4,2	3,7	3,9	5,2	4,0	4,6	3,0	2,2	2,8	2,3	0,0	2,2
	Σ	<b>8,6</b>	<b>6,5</b>	<b>7,4</b>	<b>8,4</b>	<b>6,4</b>	<b>7,5</b>	<b>5,1</b>	<b>4,6</b>	<b>5,0</b>	<b>2,7</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>
Northwest Północno-zachodnia	NWA	1,8	2,4	2,1	2,0	2,2	2,0	2,4	2,9	2,5	3,4	0,0	3,2
	NWZ	3,8	4,1	3,9	4,6	5,5	5,0	8,7	8,2	8,5	19,1	25,0	19,9
	Σ	<b>5,6</b>	<b>6,4</b>	<b>6,0</b>	<b>6,6</b>	<b>7,7</b>	<b>7,0</b>	<b>11,1</b>	<b>11,1</b>	<b>11,0</b>	<b>22,5</b>	<b>25,0</b>	<b>23,1</b>
Central European High	HM	8,3	5,5	6,7	6,8	6,0	6,4	4,6	5,7	4,9	4,2	8,3	4,3
	BM	8,9	10,3	9,7	9,1	9,4	9,2	9,0	9,4	9,0	6,9	8,3	6,9
	Σ	<b>17,2</b>	<b>15,8</b>	<b>16,3</b>	<b>15,9</b>	<b>15,4</b>	<b>15,6</b>	<b>13,5</b>	<b>15,1</b>	<b>13,9</b>	<b>11,1</b>	<b>16,7</b>	<b>11,2</b>
Central Europ. Low Centralna niżowa	TM	1,5	2,4	2,0	1,8	2,4	2,0	2,2	2,5	2,3	0,8	0,0	0,7
North Północna	NA	0,4	1,0	0,7	0,5	1,3	0,9	0,5	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0
	NZ	2,3	2,2	2,2	2,5	2,9	2,7	3,5	3,1	3,3	8,0	8,3	7,9
	HNA	1,4	2,9	2,3	2,1	3,0	2,5	1,0	2,6	1,4	1,5	8,3	1,8
	HNZ	1,3	2,5	2,0	2,1	2,3	2,2	1,4	2,0	1,5	1,5	0,0	1,4
	HB	2,9	4,0	3,5	3,3	2,7	2,9	3,9	2,2	3,4	0,8	8,3	1,1
	TRM	3,8	4,1	4,0	4,7	5,9	5,2	5,3	7,1	5,8	2,7	0,0	2,5
	Σ	<b>12,1</b>	<b>16,6</b>	<b>14,7</b>	<b>15,1</b>	<b>18,1</b>	<b>16,4</b>	<b>15,5</b>	<b>18,1</b>	<b>16,1</b>	<b>14,5</b>	<b>25,0</b>	<b>14,8</b>



GWT	GWL	Typ a / Type a			Typ b / Type b			Typ c / Type c			Typ d / Type d		
		X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year
Northeast <i>Północno- wschodnia</i>	NEA	0,7	2,7	1,9	0,7	2,0	1,5	0,6	0,8	0,7	0,4	0,0	0,4
	NEZ	1,0	2,7	2,0	1,2	1,7	1,4	0,9	1,5	1,1	1,9	0,0	1,8
	Σ	<b>1,6</b>	<b>5,4</b>	<b>3,8</b>	<b>2,0</b>	<b>3,8</b>	<b>2,9</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>2,2</b>
East <i>Wschodnia</i>	HFA	4,2	3,9	4,0	3,3	2,2	2,7	1,0	1,4	1,1	1,1	0,0	1,1
	HFZ	1,7	2,1	1,9	1,6	1,3	1,4	0,9	0,8	0,8	1,1	0,0	1,1
	HNFA	1,4	2,6	2,1	0,9	1,3	1,1	0,7	0,5	0,7	0,8	0,0	0,7
	HNFZ	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	1,5	0,6	1,2	0,8	0,0	0,7
	Σ	<b>9,4</b>	<b>10,6</b>	<b>10,0</b>	<b>7,9</b>	<b>7,0</b>	<b>7,4</b>	<b>4,1</b>	<b>3,2</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>0,0</b>	<b>3,6</b>
Southeast <i>Południowo- wschodnia</i>	SEA	3,6	1,4	2,3	3,1	1,0	2,0	1,4	0,6	1,1	1,1	0,0	1,1
	SEZ	2,4	0,5	1,3	1,9	0,5	1,2	1,3	0,8	1,2	0,0	0,0	0,0
	Σ	<b>6,1</b>	<b>1,8</b>	<b>3,6</b>	<b>5,0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,3</b>	<b>2,7</b>	<b>1,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>
South <i>Południowa</i>	SA	3,1	1,6	2,3	2,1	0,8	1,6	0,6	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0
	SZ	1,6	0,2	0,8	1,5	0,3	0,9	1,4	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0
	TB	1,6	3,2	2,5	1,5	3,1	2,4	1,1	2,5	1,8	0,0	0,0	0,0
	TRW	3,1	5,9	4,8	3,1	6,7	4,8	2,6	7,1	3,8	1,1	8,3	1,4
	Σ	<b>9,4</b>	<b>10,9</b>	<b>10,4</b>	<b>8,2</b>	<b>10,9</b>	<b>9,7</b>	<b>5,6</b>	<b>10,7</b>	<b>7,3</b>	<b>1,1</b>	<b>8,3</b>	<b>1,4</b>
Undefined <i>Niezdefiniowana</i>	U	0,9	1,1	1,0	0,9	1,4	1,1	1,5	2,0	1,6	1,5	0,0	1,4

Opracowanie własne. / Authors' own elaboration.

Tabela 3. Prawdopodobieństwo warunkowe międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Poznaniu w *Grosswettertypen* (GWT) i *Grosswetterlagen* (GWL) dla półroczy i roku w latach 1951–2000  
 Annual and half-year conditional probability of interdiurnal atmospheric pressure changes types in relation to *Grosswettertypen* and *Grosswetterlagen* over the period 1951–2000

GWT	GWL	Typ a / Type a			Typ b / Type b			Typ c / Type c			Typ d / Type d		
		X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year
West Zachodnia	WA	2,5	4,3	3,3	1,5	1,7	1,6	1,0	0,5	0,8	0,15	0,01	0,09
	WS	1,9	1,2	1,6	1,1	0,5	0,8	0,8	0,1	0,4	0,11	0,00	0,04
	WZ	8,7	8,7	8,9	5,3	3,5	4,4	3,6	0,9	2,1	0,53	0,02	0,24
	WW	1,4	1,4	1,5	0,9	0,6	0,7	0,6	0,2	0,3	0,09	0,00	0,04
	Σ	<b>14,4</b>	<b>15,6</b>	<b>15,3</b>	<b>8,8</b>	<b>6,3</b>	<b>7,5</b>	<b>5,9</b>	<b>1,7</b>	<b>3,6</b>	<b>0,88</b>	<b>0,03</b>	<b>0,41</b>
Southwest Południowo- zachodnia	SWA	1,7	1,8	1,8	1,0	0,7	0,9	0,7	0,2	0,4	0,10	0,00	0,05
	SWZ	2,0	2,4	2,2	1,2	1,0	1,1	0,8	0,3	0,5	0,12	0,00	0,06
	Σ	<b>3,7</b>	<b>4,2</b>	<b>4,0</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,23</b>	<b>0,01</b>	<b>0,11</b>
Northwest Północno-zachodnia	NWA	0,9	1,5	1,2	0,6	0,6	0,6	0,4	0,2	0,3	0,06	0,00	0,03
	NWZ	2,6	3,1	2,9	1,6	1,3	1,4	1,1	0,3	0,7	0,16	0,01	0,08
	Σ	<b>3,5</b>	<b>4,7</b>	<b>4,1</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,21</b>	<b>0,01</b>	<b>0,11</b>
Central European High	HM	3,3	3,8	3,6	2,0	1,5	1,8	1,4	0,4	0,8	0,20	0,01	0,10
	BM	4,2	6,6	5,4	2,6	2,7	2,6	1,7	0,7	1,3	0,26	0,01	0,14
	Σ	<b>7,6</b>	<b>10,3</b>	<b>9,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,2</b>	<b>4,4</b>	<b>3,1</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>0,46</b>	<b>0,02</b>	<b>0,24</b>
Central Europ. Low Centralna niżowa	TM	0,8	1,6	1,2	0,5	0,6	0,6	0,3	0,2	0,3	0,05	0,00	0,03
North Północna	NA	0,2	0,7	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,01	0,00	0,01
	NZ	1,3	1,6	1,5	0,8	0,7	0,7	0,5	0,2	0,3	0,08	0,00	0,04
	HNA	0,7	1,9	1,3	0,5	0,8	0,6	0,3	0,2	0,3	0,04	0,00	0,03
	HNZ	0,7	1,6	1,1	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,3	0,04	0,00	0,03
	HB	1,5	2,3	1,9	0,9	0,9	0,9	0,6	0,2	0,4	0,09	0,00	0,05
	TRM	2,1	3,2	2,6	1,3	1,3	1,3	0,9	0,3	0,6	0,13	0,01	0,07
	Σ	<b>6,5</b>	<b>11,3</b>	<b>8,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,3</b>	<b>2,7</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>0,40</b>	<b>0,02</b>	<b>0,23</b>

GWT	GWL	Typ a / Type a			Typ b / Type b			Typ c / Type c			Typ d / Type d		
		X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year	X-III	IV-IX	rok/year
West Zachodnia	WA	2,5	4,3	3,3	1,5	1,7	1,6	1,0	0,5	0,8	0,15	0,01	0,09
Northeast	NEA	0,4	1,6	0,9	0,2	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,02	0,00	0,02
Północno- wschodnia	NEZ	0,5	1,6	1,0	0,3	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,03	0,00	0,03
	Σ	<b>0,9</b>	<b>3,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>
East	HFA	1,5	2,1	1,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,2	0,4	0,09	0,00	0,05
Wschodnia	HFZ	0,7	1,2	0,9	0,4	0,5	0,5	0,3	0,1	0,2	0,04	0,00	0,02
	HNFA	0,5	1,4	0,9	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,03	0,00	0,02
	HNFZ	0,9	1,3	1,1	0,6	0,5	0,6	0,4	0,1	0,3	0,06	0,00	0,03
	Σ	<b>3,7</b>	<b>6,0</b>	<b>4,8</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>1,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,22</b>	<b>0,01</b>	<b>0,13</b>
Southeast	SEA	1,4	0,8	1,2	0,9	0,3	0,6	0,6	0,1	0,3	0,08	0,00	0,03
Południowo- wschodnia	SEZ	1,0	0,3	0,7	0,6	0,1	0,4	0,4	0,0	0,2	0,06	0,00	0,02
	Σ	<b>2,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>
South	SA	1,1	0,9	1,0	0,7	0,4	0,5	0,5	0,1	0,2	0,07	0,00	0,03
Południowa	SZ	0,7	0,2	0,5	0,4	0,1	0,2	0,3	0,0	0,1	0,04	0,00	0,01
	TB	0,8	2,1	1,4	0,5	0,8	0,7	0,3	0,2	0,3	0,05	0,00	0,04
	TRW	1,5	4,1	2,6	0,9	1,7	1,3	0,6	0,4	0,6	0,09	0,01	0,07
	Σ	<b>4,0</b>	<b>7,2</b>	<b>5,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,9</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>	<b>0,24</b>	<b>0,01</b>	<b>0,15</b>
Undefined Niezdefiniowana	U	0,5	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,03	0,00	0,02

Opracowanie własne. / Authors' own elaboration.

mechanicznych sprzyja cyrkulacja cyklonalna i napływ mas powietrza z sektora zachodniego. Najwyższa frekwencja cechuje typy: WZ (zachodni cyklonalny), NWZ (północno-zachodni cyklonalny) i NZ (północny cyklonalny). Spośród cyrkulacji antycyklonalnych największy wpływ na typ d ma cyrkulacja BM (wyż z centrum nad Europą Środkową).

Cyrkulacja zachodnia jest również najczęściej odpowiedzialna za występowanie umiarkowanych i słabych bodźców (typ a i b), lecz ich frekwencja jest niższa niż w przypadku typów c i d. Bodźcom umiarkowanym i słabym wyraźnie sprzyja także cyrkulacja północna. W odniesieniu do nich, w odróżnieniu od bodźców silnych i bardzo silnych, zaznacza się również duży wpływ cyrkulacji z kierunku wschodniego i południowego.

Prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych typów zmian ciśnienia atmosferycznego zmniejsza się wraz ze wzrostem zakresu zmiany ciśnienia i wynosi w typie a (<4 hPa) maksymalnie 15,3% (w zachodnich typach cyrkulacji (najwięcej w cyrkulacji WZ – 8,9%) i wielokrotnie mniej w typie d (>16 hPa) – maksymalnie w półroczu chłodnym dla cyrkulacji WZ 0,53%. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego z zakresu silnego i bardzo silnego odczucia zmiany są znacznie bardziej prawdopodobne w chłodniejszej połowie roku.

## Piśmiennictwo

- Delyukov A., Didyk L., 1999, *The effect of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity*, International Journal of Biometeorology, 43, 1, s. 31–37.
- Fortuniak K., Kożuchowski K., Papiernik Ż., 2000, *Sezonowa zmienność ciśnienia atmosferycznego w Warszawie w XIX i XX wieku*, Przegląd Geofizyczny, 45, 1, s. 17–32.
- Gerstengarbe F.-W., Werner P.C., Rüge U., 1999, *Katalog der Grosswetterlagen Europas (1881–1998) nach P. Hess and H. Brezowsky*, Offenbach, Potsdam.
- Gerstengarbe F.W., Werner P.C., 2005, *Katalog der Großwetterlagen Europas (1881–2004) nach Paul Hess und Helmuth Brezowsky*. 6. Auflage, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, Potsdam.
- Hess P., Brezowsky H., 1977, *Katalog der Grosswetterlagen Europas 1881–1976. 3. verbesserte und ergänzte Auflage*, Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 15 (113).
- <http://www.deutscher-wetterdienst.de/lexikon/download.php?file=Grosswetterlage.pdf> (15.07.2011); <http://www.pik-potsdam.de/uwerner/gwl/welcome.htm> (15.07.2011).
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowieka*, PZWŁ, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*, Monografie IGiPZ PAN, 1, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, Monografie IGiPZ PAN, 4, Warszawa.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2010, *Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku*, Przegląd Geograficzny, 82, 1, s. 73–84.
- Migała K., 2005, *Piętra klimatyczne w górach Europy a problem zmian globalnych*, Acta Universitatis Wratislaviensis, 2718, Studia Geograficzne, 78.

- Pórolniczak M., 2009, *Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego w Poznaniu na tle typów cyrkulacji atmosferycznej*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A, Geografia Fizyczna, 60, s. 115–132.
- , 2010a, *Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego na obszarze środkowej Europy w latach 1951–2000 jako czynnik wpływający na zdrowie człowieka*, Studia i Prace z Geografii i Geologii, 20, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- , 2010b, *Sezony bioklimatyczne międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Poznaniu w drugiej połowie XX wieku*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A, Geografia Fizyczna, 61, s. 73–89.
- Ustrnul Z., Czekierda D., 2000, *Air pressure extremes during the instrumental observation period in Warsaw*, Prace Geograficzne, IGiGP UJ, 108, s. 207–213.
- , 2002, *Ekstremalne wartości temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku na tle warunków cyrkulacyjnych*, Wiadomości IMGW, 25 (46), 4, s. 3–22.
- , 2003, *Zróżnicowanie przestrzenne warunków termicznych powietrza Polski z wykorzystaniem GIS*, IMGW, Warszawa.

[Wpłynęło: grudzień 2011; poprawiono czerwiec 2012 r.]

KATARZYNA SZYGA-PLUTA, MAREK PÓŁROLNICZAK

INTERDIURNAL AIR-PRESSURE CHANGES IN POZNAŃ  
AS SET AGAINST GWL (GROSSWETTERLAGEN) CIRCULATION TYPES

The study detailed here analyzed conditions in Poznań on the basis of mechanical stimuli, as set against atmospheric–circulation type. Atmospheric circulation is known to contribute significantly to rapid change in such meteorological elements as air temperature, air pressure and wind speed. The rate and magnitude of these changes relate to the intensity of stimuli acting on the human body.

A basis for the study was provided by mean values for daily atmospheric pressure (dp) for the years 1951–2000, as recorded at the Poznań Ławica station. The multi-set value of day-to-day pressure changes was taken into consideration for each day of the test, being classified in intervals in line with the intensity of sensation change. The assumed ranges were such that a change of  $\leq 4.0$  hPa (type a) was regarded as a 'weak' stimulus, while changes in the range 4.1 to 8.0 hPa (type b) were 'moderate', those of between 8.1 and 16.0 hPa (type c) 'strong', and those of  $> 16.0$  hPa (type d) 'very strong'.

The Hess and Brezowsky classification (GWL – *Grosswetterlagen*) was used to determine the types of atmospheric circulation, as developed for Central Europe. 'Very strong' (type d) changes in pressure are found to be associated primarily with cyclonic types of circulation, while anticyclonic types are of greater influence in the case of 'strong' interdiurnal pressure changes. The impacts of cyclonic and anticyclonic circulations on types a and b ('weak' and 'moderate' stimuli) are even. All types of pressure change are associated most, frequently with the commonest GWL circulation types, i.e. GM and BM. A decisive role, particularly in the case of major changes in pressure, is that played by circulation from the west, followed by the north and the north-west, and then the types of circulation associated with the Central European High.

