

WARUNKI KLIMATYCZNE WIELKOPOLSKI I KUJAW

Bogdan BĄK

Bydgoskie Biuro Pogody, Bydgoszcz

Słowa kluczowe: elementy meteorologiczne, klimat, Kujawy, Wielkopolska

Streszczenie

Badania klimatu Wielkopolski i Kujaw trwają już od połowy XIX w. Dość rozległa, chociaż zmienna ilościowo sieć stacji pomiarowych dostarcza wiele informacji, na podstawie których już w pierwszej połowie XX w. obszar Wielkopolski i Kujaw pod względem termicznym został zaklasyfikowany do regionów najcieplejszych w Polsce, a pod względem opadowym – do regionów najsuchszych. Podstawą takiego podziału klimatycznego były wieloletnie, w przypadku Bydgoszczy ponad 150-letnie, ciągi temperatury i opadów. Badania ewapotranspiracji wykazały, że jest to również obszar z największymi niedoborami wody w rolnictwie. Szczegółowa analiza potwierdza zróżnicowanie w rozkładzie przestrzennym i czasowym wartości poszczególnych elementów meteorologicznych. Różnice są najbardziej widoczne w rozkładzie temperatury, opadów i parowania. Mniejsze zróżnicowanie występuje w rozkładzie ciśnienia, wiatru i usłonecznienia. Dane ze stacji pomiarowych IMUZ w Bydgoszczy i na obszarze zlewni górnej Noteci świadczą o różnicach mikroklimatycznych w różnych siedliskach: wilgotnych i suchych łąkowych w dolinach rzek, suchych na gruntach ornym oraz na terenach zurbanizowanych.

WSTĘP

Rolnictwo jest jedną z ważniejszych gałęzi produkcji w Wielkopolsce i na Kujawach. Mimo stosunkowo dobrych gleb, rozmaitość upraw i ilość plonów w dużej mierze zależy od warunków klimatycznych i pogody. Walory rolniczej przestrzeni produkcyjnej obu regionów były znane od stuleci i dlatego wraz z rozwojem nowoczesnego rolnictwa rozwijała się agrometeorologia, która swoimi badaniami

Adres do korespondencji: mgr inż. B. Bąk, Bydgoskie Biuro Pogody, ul. M. Bołtucia 10/20, 85-791 Bydgoszcz; tel. +48 (52) 343 44 38, e-mail: bogbak@poczta.onet.pl

obejmowała te regiony. Już w 1848 r. powstała bydgoska stacja meteorologiczna, jedna z najstarszych w Polsce.

W niniejszym opracowaniu skupiono się przede wszystkim na wynikach badań klimatu z obu regionów z drugiej połowy XX w., chociaż klimat Wielkopolski i Kujaw był obszernie badany również w latach dwudziestych i trzydziestych XX w. Największy wkład w poznanie klimatu Wielkopolski wniósł WOŚ [1994; 1996]. Poznanie klimatu Kujaw jest między innymi zasługą badaczy związanych z Instytutem Melioracji i Użytków Zielonych (IMUZ) [HOHENDORF, 1969; KONOPKO, 1988; ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996], duży udział mają również naukowcy z Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy [ŻARSKI, DUDEK, KUŚMIEREK, 2001], a także z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu [WÓJCIK, TOMASZEWSKI, 1987].

Region Wielkopolski i Kujaw został zaliczony przez ROMERA [1949] do regionu klimatycznego Krainy Wielkich Dolin, charakteryzującego się najmniejszymi opadami w kraju (450–500 mm) i największymi niedoborami wody w rolnictwie. Na podstawie rozkładu temperatury i opadu w Polsce SCHMUCK [1969] zaklasyfikował obszar Wielkopolski i Kujaw do regionów najcieplejszych pod względem termicznym, a pod względem opadowym – do regionów bardzo suchych.

Wszelkie zestawienia statystyczne w niniejszej pracy, dotyczące całego obszaru Niziny Wielkopolskiej, zostały opracowane na podstawie analizy wyników pomiarowych i obserwacji meteorologicznych, pochodzących z sieci stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Do oceny klimatu Kujaw wykorzystano także komputerową bazę danych [ŁABĘDZKI, 1997] obserwacji meteorologicznych Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych prowadzonych w Bydgoszczy w latach 1945–2001, w dolinie Noteci we Frydrychowie (1972–2001) oraz w Polanowicach koło Kruszwicy (1980–1998), uzupełnioną danymi z SHR w Łagiewnikach (przedmieście Kruszwicy) z lat 1951–1979 oraz danymi opadowymi z SHR w Więclawicach koło Inowrocławia z lat 1949–1998.

Serie pomiarowe temperatury i opadów wykorzystano w postaci, w jakiej zostały opracowane według obowiązujących w chwili pomiarów zasad i procedur. Serie danych IMGW są stosunkowo krótkie i prawdopodobnie był to jeden z powodów, dla którego klimatolodzy nie sprawdzili ich jednorodności [LORENC, 1999].

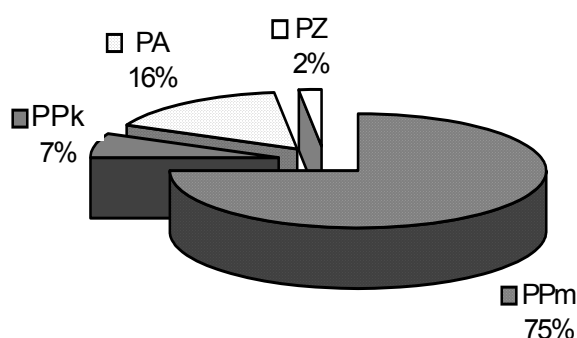
UKŁADY BARYCZNE, CIŚNIENIE ORAZ FRONTY ATMOSFERYCZNE

Ze względu na niewielkie zmiany w ukształtowaniu terenu na klimat Wielkopolski i Kujaw wywierają wpływ przede wszystkim swobodnie napływające masy powietrza. Udział czynników lokalnych jest bardzo niewielki, a ich wpływ uwiadcza się głównie podczas okresów bezwietrznej pogody oraz podczas burz i mgieł. Obszarem źródłowym dominujących mas powietrza jest północna i pół-

nocno-wschodnia część Atlantyku. Niż Islandzki kieruje do Wielkopolski i Kujaw wilgotne masy powietrza polarno-morskiego (PPm), które decydują o pogodzie przez prawie 3/4 roku. Wywołuje to określone skutki w klimacie – lata są chłodniejsze, a zimy łagodniejsze w porównaniu ze wschodnią częścią Polski, gdzie udział kontynentalnych mas powietrza jest większy. Przez pozostałą część roku na pogodę ma wpływ powietrze:

- polarno-kontynentalne (PPk) – z obszarem źródłowym na terenie państw nadbałtyckich należących do byłego ZSRR lub północnej Rosji,
- arktyczne (PA) – napływające z obszarów Grenlandii i Szczybergenu,
- zwrotnikowe (PZ) – obszarem źródłowym jest podzwrotnikowa część Atlantyku, Morze Śródziemne, Półwysep Bałkański lub Azja Mniejsza.

Udział poszczególnych mas powietrza w kształtowaniu pogody w omawianym regionie przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Udział mas powietrza w kształtowaniu pogody w regionie Wielkopolski w latach 1981–1990 (na podstawie WOSIA [1994]); *PPm* – polarno-morskie, *PPk* – polarno-kontynentalne, *PA* – arktyczne, *PZ* – zwrotnikowe

Fig. 1. Share of air masses in the Wielkopolska region in 1981–1990 (according to Woś [1994]); *PPm* – polar-oceanic, *PPk* – polar-continental, *PA* – arctic, *PZ* – tropical

Niż Islandzki ma znaczący wpływ na kształtowanie pogody w okresie zimowym, a Wyż Azorski w okresie letnim. W niektórych latach okres suchej pogody utrzymuje się od kilkadziesiąt dni do kilku miesięcy, powodując posuchę lub suszę w regionie – na przykład w latach 1989, 1992, 1994 i 2000.

Badania rozkładu ciśnienia atmosferycznego w latach 1951–1990 na obszarze Niziny Wielkopolskiej nie wykazały jego zróżnicowania przestrzennego [Woś, 1994]. Opierając się na danych z Poznania, które są reprezentatywne dla całego regionu, uzyskano średnią roczną wartość ciśnienia, która wynosi około 1005 hPa. Średnie wartości ciśnienia atmosferycznego w poszczególnych miesiącach niewiele się różnią od średniej wartości rocznej (2–3 hPa), natomiast istotnie różnią się

średnie wartości dobowe, co świadczy o zmienności warunków meteorologicznych w regionie. Największe różnice dobowych wartości ciśnienia atmosferycznego notuje się w grudniu i lutym (odchylenia mogą dochodzić do 76 hPa), a najmniejsze – w czerwcu i lipcu (ok. 34 hPa). W czasie zalegania jesiennych i zimowych wyżów średnie dobowe ciśnienie nierzadko osiąga wartość 1035 hPa. Podczas letnich wyżów, które trwają zazwyczaj dłużej, wartość ciśnienia raczej nie przekracza 1021 hPa. Kilka razy w roku pojawiają się głębokie niże. W sporadycznych przypadkach ciśnienie atmosferyczne spada wówczas do ok. 960 hPa (tab. 1).

Tabela 1. Ciśnienie powietrza atmosferycznego w Poznaniu w latach 1951–1990 [Woś, 1994]

Table 1. Air pressure in Poznań in 1951–1990 [Woś, 1994]

Miesiąc Month	Ciśnienie w ciągu doby, hPa Daily air pressure, hPa			
	średnie mean	maksymalne maximum	minimalne minimum	maksymalna różnica maximum difference
I	1005	1033	968	65
II	1005	1034	958	76
III	1005	1034	975	59
IV	1003	1023	977	46
V	1005	1026	984	42
VI	1004	1021	987	34
VII	1004	1018	984	34
VIII	1005	1020	982	38
IX	1006	1029	984	45
X	1007	1029	972	57
XI	1005	1032	968	64
XII	1004	1035	962	73

W rocznym rozkładzie ciśnienia można wyróżnić trzy okresy, w których obserwuje się stosunkowo niskie ciśnienie i dwa okresy, w których jest ono stosunkowo wysokie. Pierwszy okres niskiego ciśnienia (jesiennie-zimowy) trwa od III dekady listopada do II dekady lutego, okres II (wiosenny) – od III dekady marca do połowy maja, a okres III (letni) – od I dekady czerwca do końca sierpnia. Wyróżnia się także dwa okresy dominacji wysokiego ciśnienia – okres I (zimowo-wiosenny), który trwa od III dekady lutego do III dekady marca i okres II (jesienny), rozpoczynający się na początku września i trwający do III dekady listopada.

O zmianach pogody często decydują fronty atmosferyczne. Analiza danych za lata 1948–1957 [SCHMIDT, 1975] i 1981–1990 [WOŚ, 1994] wykazała, że najczęściej przemieszczały się fronty chłodne, którym w okresie letnim często towarzyszyły burze, znaczne wahania temperatury oraz wzrost prędkości wiatru. Nad Wielkopolską obserwowano przeciętnie 67 dni w roku z frontami chłodnymi, najczęściej pojawiały się one latem i jesienią. Fronty ciepłe i fronty okluzji w wymie-

nionych okresach występowały średnio przez 42 i 27 dni w roku. W pozostałe dni (około 230) fronty atmosferyczne nie występują [WOŚ, 1994].

TEMPERATURA POWIETRZA

ŚREDNIA TEMPERATURA POWIETRZA

Cechą charakterystyczną na obszarze Niziny Wielkopolskiej jest kierunek izoterm w poszczególnych miesiącach roku. W zimie izotermy mają przebieg południkowy. Najwyższą temperaturę notuje się na zachodzie i południowym zachodzie regionu (Leszno $-1,0^{\circ}\text{C}$, Poznań $-1,2^{\circ}\text{C}$), a najniższą na wschodzie i północnym wschodzie (Bydgoszcz $-1,8^{\circ}\text{C}$). Taki układ izoterm jest konsekwencją napływu znanad Atlantyku dosyć ciepłych i wilgotnych mas powietrza. W miesiącach letnich, w których dominuje cyrkulacja wyżowa, izotermy układają się równoleżnikowo. Najchłodniejsze miejsca leżą na północy (Bydgoszcz $+17,1^{\circ}\text{C}$), a najcieplejsze na krańcach południowo-wschodnich regionu (Koło $+17,4^{\circ}\text{C}$). Najwyższą średnią roczną temperaturą powietrza notuje się na zachodzie regionu (ok. $+8,0^{\circ}\text{C}$), a najniższą w regionie kujawsko-bydgoskim (ok. $+7,6^{\circ}\text{C}$). Układ izoterm wskazuje na spadek średniej rocznej temperatury powietrza w kierunku NE i jej wzrost w kierunku SW [WOŚ, 1994].

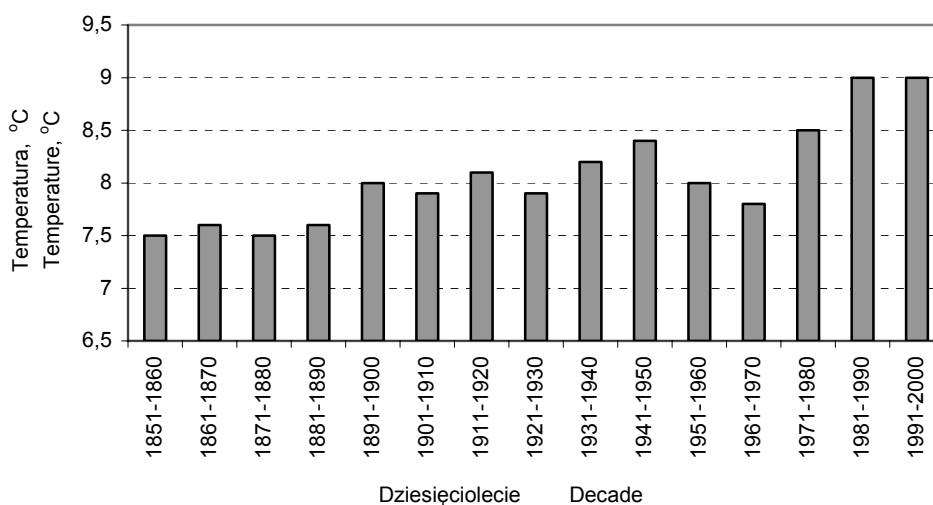
Zbliżone wyniki do danych WOSIA [1994] otrzymano, analizując warunki termiczne w zlewni górnej Noteci na podstawie Atlasu ... [1979]. Stacja Bydgoszcz-IMUZ reprezentuje północną części zlewni, położoną w pradolinowym, suchym siedlisku miejskim, a stacja Bydgoszcz-Lotnisko jest usytuowana na piaszczystej, górnej terasie pradoliny. Posterunek Minikowo znajduje się na wysoczyźnie morenowej na północ od pradoliny, a pozostałe posterunki na Równinie Inowrocławskiej (Więclawice, Inowrocław, Kołuda Wielka, Łagiewniki) oraz Pojezierzu Gnieźnieńskim (Trzemeszno) (tab. 2).

Temperatura powietrza na Równinie Inowrocławskiej nieznacznie różniła się od temperatury na stacji meteorologicznej Bydgoszcz-IMUZ. Znaczące różnice wystąpiły natomiast w klimacie lokalnym siedlisk dolinowych i pozadolinowych. W Bydgoszczy w latach 1945–1994 średnia roczna temperatura powietrza wyniosła $+8,4^{\circ}\text{C}$, zmieniając się w zakresie od $+6,8$ do $+10,5^{\circ}\text{C}$. Najchłodniejszym miesiącem był styczeń – średnia wynosiła $-1,7^{\circ}\text{C}$, przyjmując wartości od $-10,4$ do $+4,3^{\circ}\text{C}$. Najcieplejszy natomiast był lipiec – średnia temperatura $+18,7^{\circ}\text{C}$ – wahania od $+16,0$ do $+22,9^{\circ}\text{C}$ [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996].

KONOPKO [1992] porównywała temperaturę w okresie wegetacyjnym (IV–IX) w Bydgoszczy (siedlisko miejskie) oraz w Prądkach i we Frydrychowie (siedliska łąkowe). Różnice średniej temperatury powietrza w badanym okresie wynosiły od $0,3$ do $1,9^{\circ}\text{C}$. Najwyższą średnią temperaturę w całym okresie (1975–1985) notowano w rejonie Bydgoszczy, chłodniejsze było siedlisko w Prądkach, a najchłod-

niejsze we Frydrychowie. Na przykład w chłodnym 1978 r. średnia dobowo minimalna temperatura powietrza we Frydrychowie wynosiła $+5,5^{\circ}\text{C}$, w Prądkach $+6,3^{\circ}\text{C}$, a w Bydgoszczy $+8,7^{\circ}\text{C}$. Autorka ta stwierdziła również, że w dolinie Noteci wolne od przymrozków są często tylko lipiec i sierpień. Z powodu wydłużania się okresów wiosennych przymrozków oraz występowania przymrozków wczesnojesiennych skracają się w tym regionie okresy wegetacji roślin. Na niższą temperaturę w siedlisku łąkowym ma wpływ jego położenie w dolinie i duża wilgotność gleb torfowo-murszowych pokrytych roślinnością trawiastą, gdzie ewapotranspiracja w ciągu całego okresu wegetacyjnego jest duża.

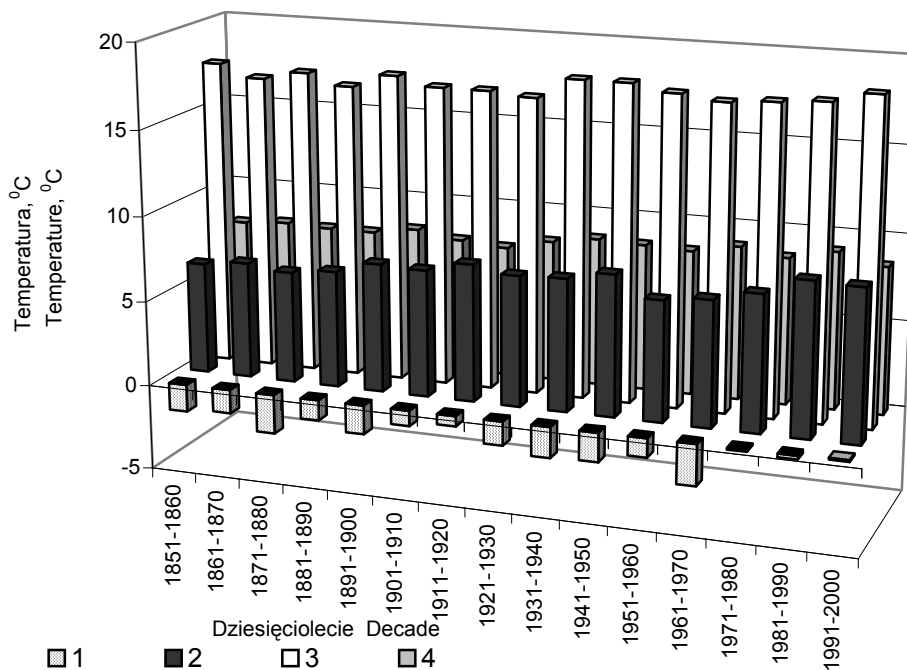
Według notowań na stacji Bydgoszcz-IMUZ, średnia roczna temperatura powietrza w okresie 1851–2000 wynosiła $+8,1^{\circ}\text{C}$. Najchłodniejsze w tym okresie były dziesięciolecia 1851–1860 i 1871–1880 (średnia roczna temperatura powietrza wynosiła $+7,5^{\circ}\text{C}$), a najcieplejsze dwa ostatnie dziesięciolecia ($+9,0^{\circ}\text{C}$) – rysunek 2.



Rys. 2. Średnia z dziesięcioleci roczna temperatura powietrza na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1851–2000

Fig. 2. Decade mean air temperature at the Bydgoszcz-IMUZ station in 1851–2000

W tym samym okresie obserwowano także zmiany średniej z dziesięcioleci rocznej temperatury w poszczególnych porach roku. W okresie zimy (okres XII–II) temperatura wynosiła średnio $-1,2^{\circ}\text{C}$, przyjmując wartości od $-8,4$ do $+3,6^{\circ}\text{C}$ (rys. 3). W ostatnim trzystoletniu zimy stały się wyjątkowo ciepłe, a w poszczególnych dziesięcioleciach zanotowano: 1971–1980 ($-0,1^{\circ}\text{C}$), 1981–1990 ($-0,2^{\circ}\text{C}$) i 1991–2000 ($+0,1^{\circ}\text{C}$). Podobny trend zaobserwowano latem (VI–VIII) – średnia temperatura miała wartość odpowiednio $+17,8$, $+18,0$ i $+18,6^{\circ}\text{C}$ (w całym okresie



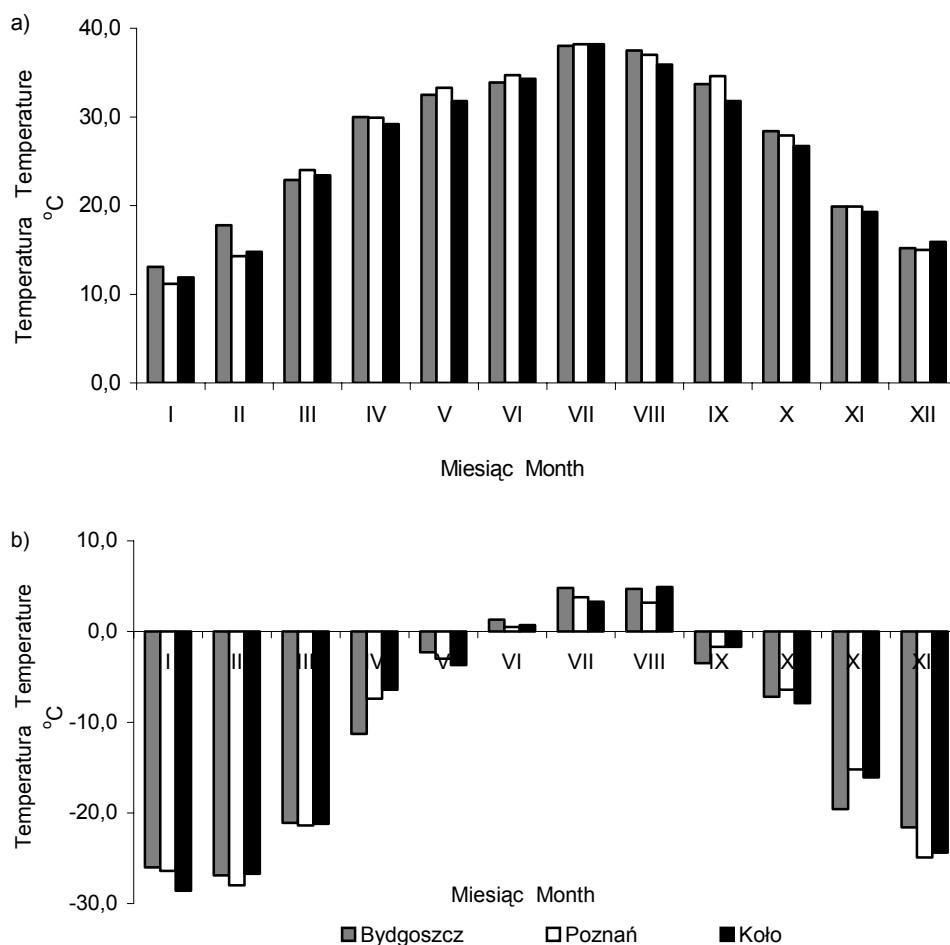
Rys. 3. Średnia z dziesięcioleci temperatura powietrza w poszczególnych porach roku na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1851–2000; 1 – zima (XII–II), 2 – wiosna (III–V), 3 – lato (VI–VIII), 4 – jesień (IX–XI)

Fig. 3. Decade mean air temperature in particular seasons at the Bydgoszcz-IMUZ station in 1851–2000; 1 – winter (XII–II), 2 – spring (III–V), 3 – summer (VI–VIII), 4 – autumn (IX–XI)

1851–2000 +17,7°C). Wzrost temperatury zaznaczył się również wiosną – odpowiednio zanotowano +7,9, +8,8 i +8,8°C oraz jesienią – +8,5, +9,1 i 8,5°C. Średnia temperatura wiosny i jesieni w latach 1851–2000 wynosiła +7,5 i +8,2°C.

ABSOLUTNA TEMPERATURA POWIETRZA

Absolutna maksymalna i minimalna temperatura powietrza notowana w różnych okresach na trzech stacjach: w Bydgoszczy (1945–1994), Poznaniu (1931–1980) i Kole (1951–1980) nie wykazuje większych różnic (rys. 4). Ekstremalne wartości temperatury w niektórych miesiącach były notowane jednocześnie na dwóch stacjach w tym samym roku. W czasie najbardziej gorących dni temperatura osiągała w regionie +38°C, a w najbardziej zimnych spadała do prawie –30°. W Bydgoszczy najniższą temperaturę w okresie 1945–1994 zanotowano 1 lutego 1956 r. (–26,9°C), a najwyższą 31 lipca 1994 r. (+38,0°C) [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996].



Rys. 4. Absolutna temperatura powietrza: a) maksymalna, b) minimalna; Bydgoszcz (1945–1994) według KASPERSKIEJ [1996], Poznań (1931–1980) i Koło (1951–1980) według WOSIA [1994]

Fig. 4. Absolute air temperature: a) maximum, b) minimum; Bydgoszcz (1945–1994) according to KASPERSKA [1996], Poznań (1931–1980) and Koło (1951–1980) according to Woś [1994]

DNI CHARAKTERYSTYCZNE POD WZGLĘDEM TEMPERATURY

Charakterystykę termiczną regionu uzupełniają dane o częstotliwości występowania w roku dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$), gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), przymrozkowych ($t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$), mroźnych ($t_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) i bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$). Według danych z lat 1945–1998, na stacji Bydgoszcz-IMUZ dni upalnych było średnio 6 w roku, a gorących 39. Dni przymrozkowych zanotowano średnio w roku 100, mroźnych – 35, a bardzo mroźnych – 2.

Liczba dni gorących w regionie Wielkopolski i Kujaw zwiększa się od części północno-zachodniej do południowo-wschodniej. Liczba dni z przymrozkiem w znacznym stopniu zależy od warunków lokalnych. Przymrozki częściej pojawiają się w obniżeniach terenowych, rzadziej na wzniesieniach. Najczęściej występują one w rejonie Bydgoszczy. Na południu i zachodzie liczba dni z przymrozkami jest mniejsza. Według KASPERSKIEJ [1996] przymrozki wiosenne w latach 1945–1994 w Bydgoszczy kończyły się średnio 19 maja, chociaż w 1986 r. pojawiły się nawet 22 czerwca. Przymrozki jesienne rozpoczynały się średnio 25 września, ale w tym samym roku wystąpiły już 9 września. Najdłuższy okres bezprzymrozkowy trwał 178 dni (1967 r.), a najkrótszy 80 dni (1986 r.).

Dla rolnictwa duże znaczenie ma znajomość czasu trwania okresu wegetacyjnego (średnia dobowa temperatura powietrza wynosi $\geq 5^{\circ}\text{C}$). Według WOSIA [1994] początek tego okresu w latach 1951–1980 przypadał średnio 28 marca, najwcześniej rozpoczynał się na zachodzie Wielkopolski, a w rejonie Bydgoszczy kilka dni później. Okres ten kończył się najpierw w rejonie Bydgoszczy (około 4 listopada), a najpóźniej na krańcach zachodnich (od 5 do 9 listopada). Długość okresu zmieniała się w poszczególnych latach od 215 do 227 dni. Zmienność okresu wegetacyjnego w regionie przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Średni termin początku i końca oraz długość okresu wegetacyjnego w wybranych miejscowościach

Table 3. Mean term of the beginning and of the end and the length of vegetation period in the selected places

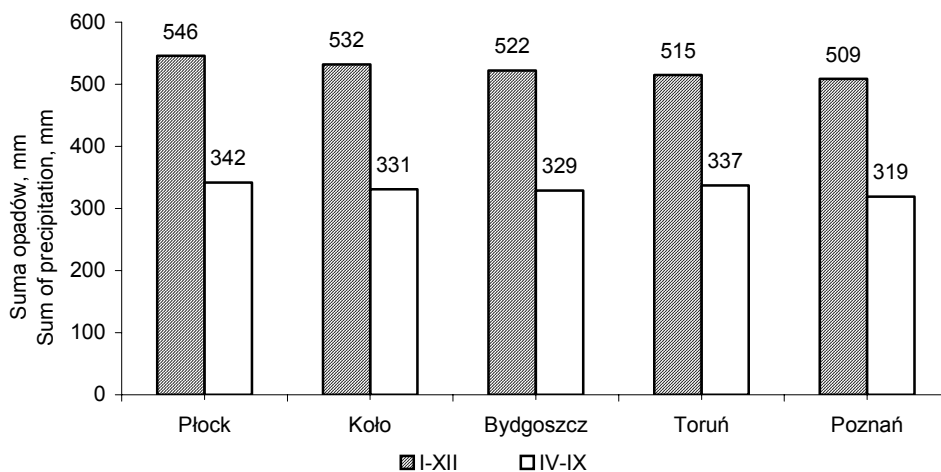
Miejscowość Location	Początek Beginning	Koniec End	Długość, dni Length, days	Okres Period	Źródło Source
Bydgoszcz-IMUZ	2 IV	3 XI	215	1945–1996	ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI [1996]
Mochełek	1 IV	4 XI	218	1951–2000	ŻARSKI, DUDEK, KUŚMIEREK [2000]
Poznań	31 III	5 XI	220	1951–1980	Woś [1994]

OPADY

WARTOŚCI ŚREDNIE, MAKSYMALNE I MINIMALNE

Zarówno w podziale klimatycznym zaproponowanym przez ROMERA [1949], jak i SCHMUCKA [1969], region Wielkopolski i Kujaw jest zaliczany do obszarów z najniższymi opadami w kraju. Badania ROJKA i ŻYROMSKIEGO [1994] w latach 1951–1990 wskazują, że najniższe średnie roczne opady (około 510 mm) są notowane w rejonie Poznania, a najwyższe (około 550 mm) w rejonie Płocka (rys. 5). Podobny rozkład przestrzenny obserwowano w okresie wegetacyjnym, przy czym

odpowiednie wartości wyniosły 319 i 342 mm. W Bydgoszczy, w okresie 1861–1990 średnia roczna suma opadów wynosiła 515 mm, a w okresie wegetacyjnym 320 mm [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]. Zbliżone wartości podają WOŚ [1994] oraz WÓJCIK i TOMASZEWSKI [1987]. Miesięczne i roczne sumy opadów w Bydgoszczy w latach 1861–1994 o różnym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia zestawiono w tabeli 4. Najbardziej prawdopodobne opady ($p = 50\%$) wyniosły 507 mm rocznie, a w okresie wegetacyjnym 311 mm. Najniższe były w lutym – 22 mm, a najwyższe w lipcu – 62 mm.



Rys. 5. Średnia suma opadów atmosferycznych w ciągu roku (I–XII) i w okresie wegetacyjnym (IV–IX) w latach 1951–1990 według ROJKA i ŻYROMSKIEGO [1994] oraz pomiarów IMUZ (Bydgoszcz)

Fig. 5. Mean sums of precipitation in a year (I–XII) and in a vegetation period (IV–IX) in 1951–1990 according to ROJEK and ŻYROMSKI [1994] and to the IMUZ measurements (Bydgoszcz)

Szczegółowy rozkład opadów w rejonie bydgosko-kujawskim w latach 1956–1980 został opracowany przez KOZMIŃSKIEGO, CZARNECKĄ i GÓRKĘ [1984]. Średnie opady w 20 miejscowościach wyniosły około 540 mm rocznie (tab. 5). Opady z poszczególnych pór roku stanowiły: zima – 16% sumy rocznej, wiosna – 21%, lato – 39% i jesień – 24%. Średnie opady były najniższe w Pakości – 444 mm, a najwyższe w Łabiszynie – 590 mm. Dane zestawione w tabeli 5. świadczą o dużej zmienności w rozkładzie opadów. Najwyższy opad roczny wyniósł 820 mm, a najniższy – 260 mm. Na większe sumy opadów w okresie letnim, np. w Łabiszynie i Mogilnie, miała wpływ lokalizacja tych posterunków na szlaku burzowym, przebiegającym przez zlewnię górnej Noteci.

Zmienność sum opadów dotyczy również okresu wegetacyjnego. Średnie opady w okresie IV–IX w latach 1954–1998 wyniosły: 327 mm w Bydgoszczy,

Tabela 4. Miesięczna suma opadów atmosferycznych (mm) o różnym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia (%) w Bydgoszczy w latach 1861–1994 [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]**Table 4.** Monthly sum of precipitation (mm) at the various non-exceeding probability (%) in Bydgoszcz in 1861–1994 [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]

Miesiąc Month	Opad przy prawdopodobieństwie Precipitation at the probability								
	1	5	10	20	50	80	90	95	99
I	6	10	13	17	28	42	51	59	77
II	3	7	9	13	22	36	44	53	71
III	4	8	11	15	26	43	53	63	84
IV	6	10	14	19	31	48	59	69	91
V	7	13	17	25	44	71	89	106	142
VI	12	20	25	33	54	81	98	114	149
VII	9	18	24	34	62	103	130	154	209
VIII	10	18	24	33	55	86	106	125	165
IX	6	11	15	22	38	62	78	92	124
X	3	4	6	17	37	59	70	79	96
XI	4	5	12	20	34	53	64	73	82
XII	6	10	14	19	32	50	62	73	97
I–XII	315	365	394	430	507	592	640	682	768
IV–IX	161	198	220	249	311	383	425	462	535

342 mm w Toruniu, 337 mm w Płocku, 329 mm w Kole, 324 mm w Poznaniu i 312 mm w Polanowicach. Średni opad w regionie wyniósł 329 mm, przy czym w 1989 r. – 150 mm, a w 1980 r. – 504 mm. Minimalny opad miesięczny zanotowano w Płocku w kwietniu 1988 r. – 2 mm; maksymalny miesięczny (317 mm) wystąpił w czerwcu 1980 r. w Bydgoszczy. Najbardziej suchy okres wegetacyjny (IV–IX) wystąpił w 1989 r. w Polanowicach – spadło zaledwie 85 mm; najbardziej wilgotny zanotowano w 1980 r. w Toruniu – 682 mm [BĄK, ŁABĘDZKI, 2002]. W 1980 r. w okresie wegetacyjnym (IV–IX) w Bydgoszczy-IMUZ spadło 651 mm, w Prądkach 531 mm (12 km od Bydgoszczy), a we Frydrychowie (17 km od Bydgoszczy i 5 km od Prądek) – 466 mm.

Główną przyczyną takich różnic w opadach sezonu letniego w rejonie zlewni górnej Noteci jest rozkład opadów pochodzenia burzowego o dużym natężeniu [KONOPKO, 1992].

W Polsce najwięcej dni z opadami występuje w zimie, ale najwyższe opady notuje się w okresie letnim. Również w Bydgoszczy najbardziej obfite w opady były miesiące letnie (lipiec i sierpień), a najuboższe miesiące zimowe (styczeń i luty). Według pomiarów na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1861–2001 średnie sumy opadów w styczniu i lutym wyniosły 30,1 i 25,2 mm, a w lipcu i sierpniu – 72,5 i 61,2 mm. Minimalne średnie opady miesięczne zanotowano w październiku

Tabela 5. Opady atmosferyczne w regionie bydgosko-kujawskim w latach 1956–1980 [KOŹMIŃSKI, CZARNECKA, GÓRKA, 1984]

Table 5. Precipitation in the bydgosko-kujawski region in 1956–1980 [KOŹMIŃSKI, CZARNECKA, GÓRKA, 1984]

Miejscowość Location	Średnio w okresie Mean in the season		Maksimum roczne Yearly maximum	Minimum roczne Yearly minimum
	I–XII	IV–IX		
Bydgoszcz-IMUZ	532	329	809	396
Bydgoszcz-Lotnisko	564	355	798	390
Chrzastowo	551	341	736	307
Dąbrowa	544	337	732	277
Głębokie	549	352	736	329
Inowrocław	539	342	669	345
Janikowo	525	338	688	340
Kołuda Wielka	548	346	792	326
Kruszwica	508	329	714	323
Łabiszyn	590	363	815	363
Łagiewniki	555	371	739	360
Minikowo	507	326	720	328
Mogilno	568	361	762	341
Pakość	444	299	669	260
Piotrków Kujawski	568	357	801	373
Sadki	573	341	820	368
Trzemeszno	524	326	733	348
Wandowo	500	327	648	330
Więclawice	532	358	811	323
Żnin	516	329	793	327
Średnio w regionie Mean in the region	537	341	749	338

1951 r. (0 mm), a maksymalne – w czerwcu 1980 r. (317 mm). Maksymalny opad dobowy w Bydgoszczy wyniósł 92,6 mm (15 VI 1980 r.).

Na podstawie średnich wieloletnich sum opadów atmosferycznych (1951–2000) w Mochełku (agrometeorologiczny punkt obserwacyjno-pomiarowy ATR w Bydgoszczy położony na północnym skraju regionu) stwierdzono istnienie w tym regionie cienia opadowego, który przejawiał się nie tylko niższymi o 15–20% sumami opadów w stosunku do najbliższych posterunków opadowych, lecz również mniejszą liczbą dni z opadami. Średnia roczna suma opadów wynosi tam 438 mm (zakres wartości od 266 do 696 mm), a w okresie wegetacyjnym 282 mm (od 132 do 537 mm) [ŻARSKI, DUDEK, KUŚMIEREK, 2001].

OKRESY BEZOPADOWE

Jedną z cech klimatu Wielkopolski i Kujaw jest częste, chociaż nieregularne występowanie okresów bezopadowych (posusznych) o różnej długości trwania, które mają znaczący wpływ na wegetację roślin.

Zagadnieniem występowania okresów posusznych w rejonie Bydgoszczy zajmowała się KONOPKO [1988]. Za okres posuszny uważała taki, w którym występują dni bez opadów atmosferycznych lub z opadami bardzo niskimi, nie przekraczającymi 0,5 mm. Dzień, w którym opad dobowy wyniósł 5 mm, uznawała za ostatni dzień okresu posusznego. Autorka stwierdziła, że w latach 1950–1983 zanotowano 123 okresy posuszne trwające od 10 do 20 dni. Zjawisko to występowało 1–6 razy w roku. Okresy dłuższe (20–30-dniowe) wystąpiły 34 razy z częstością od 0 do 3 razy w roku, a długotrwałe (trwające dłużej niż 30 dni) odnotowano 13 razy. Najdłuższy okres bezopadowy wystąpił w 1959 r. i trwał 61 dni.

Na podstawie wskaźnika względnego opadu *RPI* (stosunek sumy opadów w danym okresie do średniej sumy wieloletniej w tym okresie) i jego klasyfikacji według KACZOROWSKIEJ [1962] oraz wskaźnika standaryzowanego opadu *SPI* [BĄK, ŁABĘDZKI, 2002] stwierdzono, że w okresie wegetacyjnym susza występowała na obszarze Wielkopolski i Kujaw w ostatnim dwudziestolecu XX w. w latach 1982–1984, 1989, 1991–1994 i 2000. Suszę na Kujawach w 1989 r. zaliczono do ekstremalnej, natomiast susza z 1992 r., chociaż obejmowała swoim zasięgiem prawie cały obszar kraju, była nieco łagodniejsza. Ostatnia z wymienionych susz na Kujawach i w Wielkopolsce rozpoczęła się w trzeciej dekadzie kwietnia i trwała do trzeciej dekady czerwca 2000 r. [ŁABĘDZKI, BĄK, 2002]. Susza ta swoim zasięgiem obejmowała także inne regiony w Polsce i była bardzo uciążliwa, zwłaszcza na Podlasiu. Przez prawie dwa miesiące nad Polską dominowały rozległe układy wyżowe. Napływały wówczas gorące i suche masy powietrza zwrotnikowego (z temperaturą dochodzącą do +37°C w rejonie Koła) lub krótkotrwałe chłodne masy powietrza polarno-morskiego (z porannymi przymrozkami na początku maja), z którymi wiązało się duże usłonecznienie i ekstremalnie niskie opady. Takie warunki meteorologiczne powodowały zwiększenie ewapotranspiracji i wysuszenie coraz głębszych warstw gleby. Opady deszczu, które pojawiły się na początku czerwca, nie zwiększyły wilgotności gleby.

W latach 1954–1998, w najbardziej suchych miesiącach sumaryczne opady miesięczne na Kujawach i w Wielkopolsce nie przekraczały 10 mm. Najniższe opady miesięczne (2–3 mm) zanotowano w bardzo suchym kwietniu 1988 r. w Polanowicach i Płocku. Szczególnie suchy okazał się następny sezon wegetacyjny w 1989 r. W Polanowicach maj, lipiec i wrzesień oraz cały okres IV–IX zaliczono do okresów ekstremalnie suchych, a kwiecień i czerwiec do miesięcy bardzo suchych. Od kwietnia do końca września 1989 r. spadło w tej miejscowości zaledwie 85 mm opadów, co stanowiło 27% średnich opadów okresu wegetacyjnego.

Sezon letni 1989 r. był ekstremalnie suchy lub bardzo suchy również na pozostałych stacjach [BAK, ŁABĘDZKI, 2002].

Długotrwałe okresy bezopadowe występują najczęściej jesienią, ale mogą również pojawiać się w okresie wiosennym i letnim w latach, zaliczanych pod względem wysokości opadów zarówno do suchych, jak i do normalnych lub wilgotnych. Najbardziej szkodliwe dla produkcji roślinnej są posuchy na uprawnych glebach piaszczystych oraz w siedliskach łąkowych na glebach murszastych i murszowatych, mających małe zdolności do retencjonowania wody. Zdarzały się również lata, na przykład 1975 i 1976, w których po długotrwałej suszy jesiennej wystąpiła posucha wiosenna. Rośliny zasiane wiosną miały wtedy utrudnione wschody i zasychały. W tych latach uzyskano niewielkie plony ziarna, chociaż suma opadów w całym okresie wegetacyjnym była zbliżona do przeciętnej.

DNI Z OPADAMI

Czasowy rozkład opadów znacząco wpływa na gospodarkę wodną i produkcję roślinną. Według Olechnowicz-Bobrowskiej (za WOSIEM [1994]) średnio 65% dni z opadem w Polsce jest związanych z napływem świeżych mas powietrza polarno-morskiego. Oprócz czynników cyrkulacyjnych, duże znaczenie dla liczby dni z opadem mają również: odległość od morza, wzniesienie nad poziomem morza, rzeźba terenu i ekspozycja w stosunku do przeważających kierunków wiatrów.

Średnia liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w analizowanym regionie wynosi 140–160 dni w roku, czyli ok. 40% całego roku. Natomiast opady intensywne $\geq 10,0$ mm występują tylko w ciągu 10–12 dni (tab. 6). Na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1946–1998 zanotowano średnio 153 dni z opadem $\geq 0,1$ mm, 31 – $\geq 5,0$ mm i 12 – $\geq 10,0$ mm [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996].

Tabela 6. Średnia liczba dni z opadem w wybranych miejscowościach Wielkopolski i Kujaw w latach 1951–1980 według WOSIA [1994]

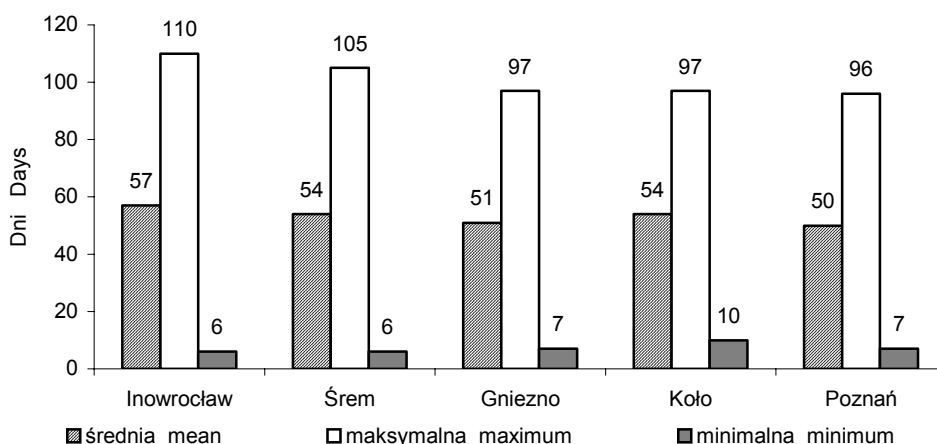
Table 6. Mean number of days with precipitation in selected locations of Wielkopolska and Kujawy in 1951–1980 according to Woś [1994]

Miejscowość Location	Liczba dni z opadem Number of days with precipitation		
	$\geq 0,1$ mm	$\geq 1,0$ mm	$\geq 10,0$ mm
Poznań	160	98	12
Śrem	143	92	10
Gniezno	150	98	11
Inowrocław	153	98	11
Leszno	161	98	12
Koło	160	98	12

Według KONOPKO [1988] opady o natężeniu ≥ 5 mm w ciągu doby stanowiły 75% sumy opadów w okresie wegetacyjnym, a ich częstość nie przekraczała 26%. Obserwacje te dowodzą, że w rejonie Bydgoszczy o sumie rocznej decydują opady o dużym natężeniu i małej częstości – bardzo zmienne w czasie i przestrzeni. W związku z tym w miejscowościach położonych niedaleko od siebie mogą wystąpić bardzo różne opady dobowe oraz sumy miesięczne i roczne.

POKRYWA ŚNIEŻNA

Według WOSIA [1994] pokrywa śnieżna pojawia się najwcześniej w rejonie Śremu (średnio 23 XI), tydzień później w okolicach Inowrocławia, a najpóźniej w okolicach Gniezna (9 XII). Średnio w regionie pokrywa śnieżna zanika najwcześniej w Poznaniu (15 III), na Pojezierzu Gnieźnieńskim i Kujawach między 16 a 23 III. W Polsce notuje się średnio 64 dni z pokrywą śnieżną, a w Wielkopolsce i na Kujawach liczba ta wynosi od 51 do 57 (rys. 6). Bywają lata, w których pokrywa śnieżna zalega tylko przez kilka dni w roku lub nie ma jej wcale (na przykład zima 1974/1975), ale są też lata, w których okres zalegania pokrywy śnieżnej przekracza 100 dni (1978/1979). Najwięcej dni z pokrywą śnieżną występuje w styczniu, a następnie w lutym i grudniu. Sporadycznie śnieg pojawia się w październiku oraz w maju, ale utrzymuje się bardzo krótko. Grubość pokrywy śnieżnej na ogół nie przekracza 25–30 cm, chociaż czasami sięga 40–50 cm. Około 80% dni z pokrywą śnieżną, notowanych w ciągu roku, występuje zimą (XII–II), kilkanaście procent wiosną (III–V) i tylko kilka procent jesienią (X–XI).



Rys. 6. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w wybranych miejscowościach Wielkopolski i Kujaw w latach 1951–1980 według WOSIA [1994]

Fig. 6. Mean number of days with snow cover in selected locations of Wielkopolska and Kujawy in 1951–1980 according to Woś [1994]

CIŚNIENIE PARY WODNEJ, NIEDOSYT WILGOTNOŚCI I WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA POWIETRZA

Zawartość pary wodnej w powietrzu można określić na podstawie pomiarów takich elementów meteorologicznych, jak: ciśnienie pary wodnej, niedosyt wilgotności powietrza i wilgotność względna powietrza.

Roczny rozkład ciśnienia pary wodnej jest podobny do rozkładu temperatury. Ciśnienie osiąga najmniejszą wartość zimą – przeważnie w styczniu, a największą latem – w lipcu. Według WOSIA [1994] średnia roczna wartość ciśnienia pary wodnej na Nizinie Wielkopolskiej wynosi około 9,0 hPa, latem 15,0 hPa, a zimą nie przekracza 6,0 hPa. W Bydgoszczy w latach 1980–1995 ciśnienie pary wodnej wynosiło średnio 9,1 hPa w roku, zaś w okresie wegetacyjnym 11,7 hPa. Spośród trzech analizowanych stacji (Bydgoszcz-IMUZ, Polanowice i Frydrychowo) najniższe wartości ciśnienia pary wodnej notowano w Bydgoszczy (środowisko miejskie).

Wilgotność względna powietrza określa stopień nasycenia powietrza parą wodną. Średnie roczne wartości wilgotności względnej powietrza na obszarze Kujaw i Wielkopolski są mało zróżnicowane. Średnia wilgotność względna powietrza wynosi około 80%, przy czym w poszczególnych latach może być o około 3–4% większa lub mniejsza. Największą wilgotność względną notowano w grudniu (około 89%), a najmniejszą w maju i czerwcu (74%), chociaż w niektórych latach średnia miesięczna wilgotność powietrza w tych miesiącach zmniejszała się do 58–59% [WOŚ, 1994].

Niedosyt wilgotności powietrza jest to różnica między maksymalnym możliwym ciśnieniem pary wodnej w danej temperaturze powietrza a jego wartością aktualną. W agrometeorologii parametr ten często wykorzystuje się do charakterystyki warunków wilgotnościowych powietrza. Określa on również warunki parowania, zwłaszcza ewapotranspiracji. Przebieg dobowy niedosytu wilgotności jest podobny do przebiegu temperatury. W godzinach przedpołudniowych osiąga zwykle mniejsze wartości, a po południu większe. W ciągu roku najmniejsze wartości notuje się w zimie, a największe w okresie czerwca-lipca. Średnia roczna wartość niedosytu wilgotności na Nizinie Wielkopolskiej wynosi około 3,4 hPa.

W dolinach rzecznych, zwłaszcza w siedliskach łąkowych wilgotnych, niedosyt wilgotności powietrza jest znacznie mniejszy. Z pomiarów w latach 1960–1968 wynika, że w dolinie Kanalu Bydgoskiego w okresie wegetacyjnym niedosyt był mniejszy o 16% niż na wysoczyźnie w Minikowie i o 34% niż na stacji Bydgoszcz-IMUZ [HOHENDORF, 1970]. Podobne wyniki uzyskała KONOPKO [1992], porównując niedosyt wilgotności na stacji Bydgoszcz-IMUZ i na Łąkach Łabiszyńskich we Frydrychowie. W latach 1975–1989 w okresie wegetacyjnym średni dzienny niedosyt we Frydrychowie wyniósł 5,3 hPa, a na stacji Bydgoszcz-IMUZ 7,5 hPa. Oznacza to, iż w tym siedlisku łąkowym niedosyt wilgotności był mniejszy o 28% niż w mieście Bydgoszcz. Różnice niedosytu wilgotności powietrza obserwuje się

również, porównując wyniki pomiarów prowadzonych w różnych punktach dużego miasta. Badania HOHENDORFA [1970] wykazały, że w okresie wegetacyjnym w latach 1949–1966 na stacji Bydgoszcz-IMUZ, położonej w centrum miasta niedosyt wyniósł 7,7 hPa, a na stacji Bydgoszcz-Lotnisko, położonej na górnej terasie rzeki, był mniejszy o 6% i wyniósł 7,3 hPa.

USŁONECZNIE I PROMIENIOWANIE, ZACHMURZENIE

Na dopływające do powierzchni Ziemi promieniowanie słoneczne składa się promieniowanie bezpośrednie oraz promieniowanie rozproszone. Ilość energii słonecznej docierającej do Ziemi zależy przede wszystkim od usłonecznienia, tj. liczby godzin, w których do powierzchni Ziemi dochodzi promieniowanie wprost od tarczy słonecznej. Na ogół im dłuższy dzień, tym większe usłonecznienie rzeczywiste, ale w długie, pochmurne dni usłonecznienie rzeczywiste może być mniejsze w porównaniu z krótszym, bezchmurnym dniem.

Średnie roczne usłonecznienie w omawianym regionie osiąga największe wartości w rejonie Leszna i Torunia (1590–1600 h). Mniejsze wartości obserwuje się na Kujawach (1560–1570 h), a najmniejsze wzdłuż linii Kalisz-Koło-Płock (1530–1540 h). Średnie wartości usłonecznienia rzeczywistego w wybranych miejscowościach zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Średnia roczna suma usłonecznienia rzeczywistego w latach 1951–1990 [ROJEK, ŻYROMSKI, 1994]

Table 7. Yearly mean sunshine hours in 1951–1990 [ROJEK, ŻYROMSKI, 1994]

Miejscowość	Location	Usłonecznienie, h	Sunshine hours, h
Bydgoszcz		1554	
Poznań		1495	
Koło		1540	
Płock		1542	
Toruń		1586	

Różnice średnich sum usłonecznienia rzeczywistego w całym regionie zimą są niewielkie – wynoszą około 5 h. Wiosną różnice te wynoszą około 15 h. Najmniejsze wartości usłonecznienia obserwuje się w zachodniej części Wielkopolski, a największe na Kujawach i w rejonie Leszna. Jesienią wartości usłonecznienia mają przebieg równoleżnikowy – najmniejsze wartości występują w północnej części regionu, a największe w południowej Wielkopolsce (różnice nie przekraczają 10 h) [WOŚ, 1994].

Maksymalne wartości usłonecznienia rzeczywistego w poszczególnych latach znacznie odbiegają od wartości średnich. Największe różnice występują w zimie,

kiedy usłonecznienie w danym miesiącu może być prawie dwukrotnie większe od wartości średniej wieloletniej. Latem różnice te są mniejsze i średnio wynoszą około 40–50%. Minimalne usłonecznienie w zimie może się różnić od wartości średniej o ponad 50%, a latem o 40–50%. Obliczenia WOSIA [1994] świadczą, że na obszarze Niziny Wielkopolskiej różnice między wartością maksymalną a minimalną usłonecznienia miesięcznego mogą wynosić w zimie około 100 h, a latem – 50 h. W poszczególnych latach zmienia się także roczna suma usłonecznienia. W poszczególnych latach może ona zwiększyć się o około 20% lub być o kilkanaście procent mniejsza w porównaniu z wartością średnią wieloletnią. Na przykład w 1969 r. w Bydgoszczy usłonecznienie wynosiło 1721 h, a w 1981 r. tylko 1151 h [KASPERSKA, 1996].

Rozkład energii promienistej Słońca w postaci natężenia promieniowania całkowitego nie wykazuje większego zróżnicowania przestrzennego [BAC, ROJEK, 1981; ROJEK, ŻYROMSKI, 1994]. Średnie sumy natężenia promieniowania całkowitego w latach 1951–1990 w ciągu roku i sezonu wegetacyjnego przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Suma natężenia promieniowania całkowitego ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$), średnio w roku (I–XII) i w okresie wegetacyjnym (IV–IX) w latach 1951–1990 [ROJEK, ŻYROMSKI, 1994]

Table 8. Sum of total radiation ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$), mean in a year (I–XII) and in a vegetation period (IV–IX) in 1951–1990 [ROJEK, ŻYROMSKI, 1994]

Miejscowość	Location	I–XII	IV–IX
Bydgoszcz		3 888	3 092
Koło		3 881	3 042
Płock		3 899	3 092
Poznań		3 758	2 927
Toruń		3 874	3 071

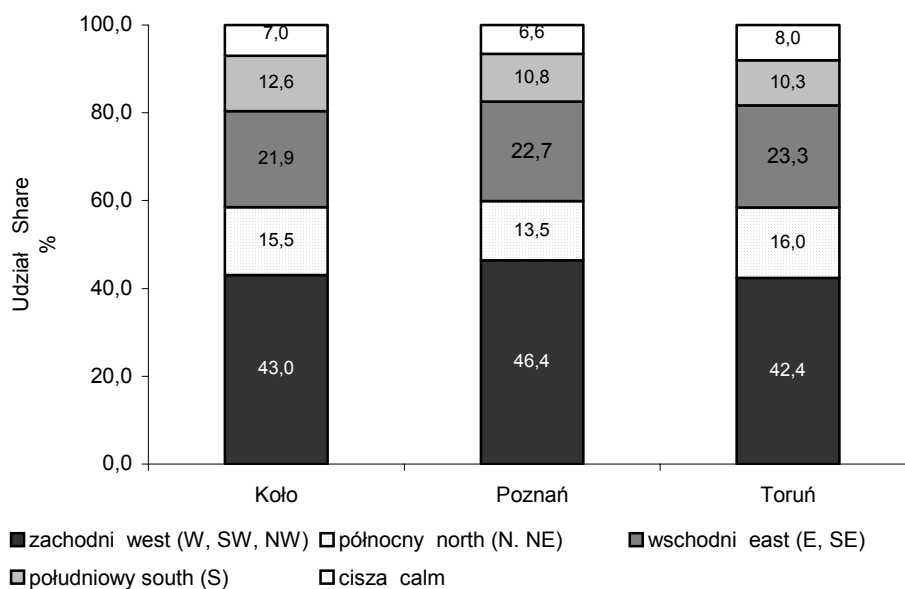
Zarówno usłonecznienie, jak i strumień promieniowania słonecznego całkowitego, dochodzącego do powierzchni Ziemi, zależą od zachmurzenia, czyli stopnia przykrycia nieba chmurami w danej chwili, wyrażonego w częściach lub procentach powierzchni całego nieba.

Roczne zachmurzenie całkowite wykazuje stosunkowo niewielkie zróżnicowanie przestrzenne na obszarze Wielkopolski i Kujaw [WOŚ, 1996]. Różnice występują między poszczególnymi miesiącami w roku. Największe zachmurzenie notuje się w listopadzie i grudniu, względnie małe w miesiącach letnich. W ciągu roku na większości obszaru zachmurzenie nie przekracza 60%. Dni pogodnych, z zachmurzeniem średnim dobowym nie przekraczającym 20%, najwięcej występuje w południowej (średnio 45 dni), a najmniej w północnej części regionu (średnio 34 dni). Według pomiarów IMUZ w latach 1972–1995, średnie zachmurzenie roczne w Bydgoszczy w skali 0–10 kształtuje się na poziomie 6,5, a w okresie wegetacyj-

nym (IV–IX) – 5,8. Największe zachmurzenie występuje od listopada do stycznia (7,7–8,0). Badania zachmurzenia w okresie wegetacyjnym we Frydrychowie (1972–1995) wskazują, że w rejonie górnej Noteci średnie zachmurzenie w poszczególnych miesiącach i w całym okresie jest mniejsze.

WIATR

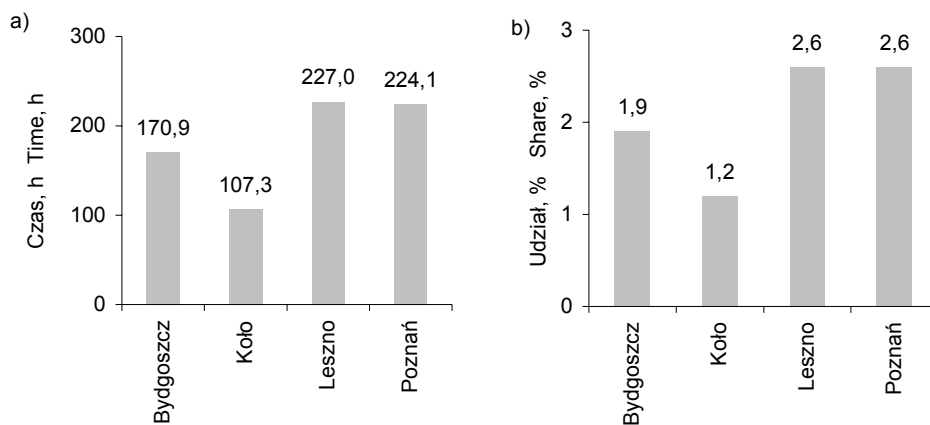
O pogodzie w rejonie Wielkopolski i Kujaw decydują w głównej mierze masy powietrza napływające z Atlantyku. W warunkach małego zróżnicowania fizjograficznego regionu kierunek wiatru zależy przede wszystkim od kierunku napływu mas powietrza. Na lokalne modyfikacje pola wiatru wpływ wywiera przede wszystkim zadrzewienie terenu i obszary zurbanizowane. Naturalna jest więc przewaga wiatru z kierunku zachodniego (W, NW, SW) (rys. 7). Wiatr zachodni również dominuje w poszczególnych porach roku. Na skutek intensywnej i zróżnicowanej zabudowy w Bydgoszczy częstość wiatru z poszczególnych kierunków zmieniła się. W latach 1881–1918 wiatr z kierunku południowo-zachodniego i zachodniego występował z częstością 40,8%, a w latach 1946–1965 z częstością 34,9%. Notowano mniejszą częstość wiatru z kierunku zachodniego i wschodniego, a znacznie większą z kierunku północno-zachodniego i południowo-wschodniego.



Rys. 7. Udział wiatru z poszczególnych kierunków (1961–1975) według LORENC [1996]

Fig. 7. Percent share of wind from given directions (1961–1975) according to LORENC [1996]

W całym regionie przeważają wiatry słabe (prędkość $2,5\text{--}3,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Wiatry silniejsze pojawiają się zdecydowanie rzadziej [WOŚ, 1994]. Najmniejszy udział mają wiatry silne (ponad $11\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), które najczęściej wieją podczas szybkiego przemieszczania się głębokich układów cyklonalnych albo frontów chłodnych [LORENC, 1996]. Charakterystyki występowania wiatru z porywami przedstawiono na rysunku 8.



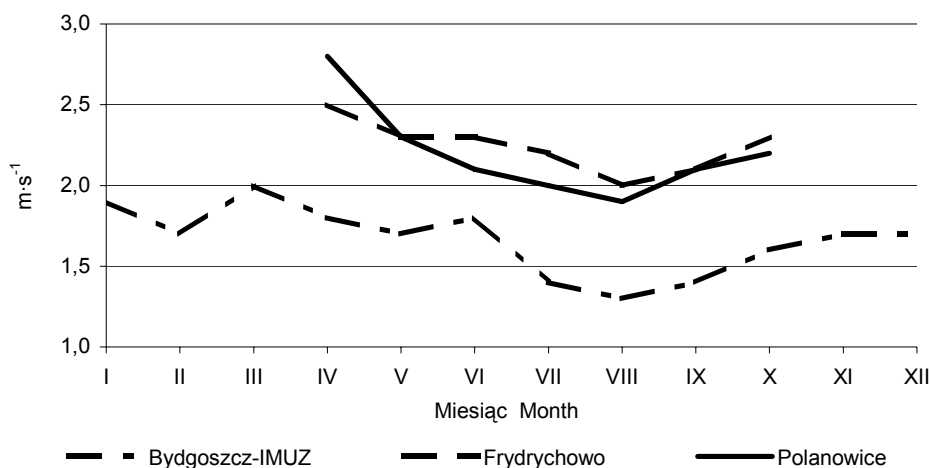
Rys. 8. Charakterystyki wiatru z porywami ($v \geq 11\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) w latach 1961–1975: a) średni roczny czas trwania; b) udział [wg LORENC, 1996]

Fig. 8. Characteristics of gusts ($v \geq 11\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) in 1961–1975: a) mean duration in a year; b) share [acc. to LORENC, 1996]

Z porównania prędkości wiatru notowanej na stacjach meteorologicznych IMUZ w Bydgoszczy, Polanowicach i Frydrychowie w latach 1972–1995 wynika, że w okresie wegetacyjnym (IV–IX) najmniejsza prędkość wiatru była na stacji Bydgoszcz-IMUZ, a znacznie większa na Łąkach Łabiszyńskich we Frydrychowie i w rejonie Kruszwicy (Polanowice) – rysunek 9.

W Bydgoszczy prędkość wiatru w latach 1946–1965 wynosiła średnio w roku $2,02\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a w okresie letnim $1,83\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Wiatr o prędkości do $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ występował z częstością 66%, a o prędkości $>5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ tylko 19%. Na skutek intensywnej rozbudowy, w latach 1972–1998 średnia prędkość wiatru w ciągu roku w mieście zmalała do $1,9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Równocześnie zmalała prędkość wiatrów średnich i silnych, a częstość występowania ciszy zwiększyła się z 5,9 do 23,5%. Na terenie lotniska w Bydgoszczy w latach 1931–1960 średnia prędkość wiatru wyniosła $3,2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i była większa niż w centrum miasta. Częstość ciszy na lotnisku wynosiła tylko 14,7% [HOHENDORF, 1969].

Pod względem użyteczności wiatru do celów energetyki wiatrowej region środkowej Wielkopolski jest zaliczany przez LORENC [1996] do obszarów „uprzy-



Rys 9. Średnia prędkość wiatru w Bydgoszczy, Polanowicach i Frydrychowie w latach 1972–1995

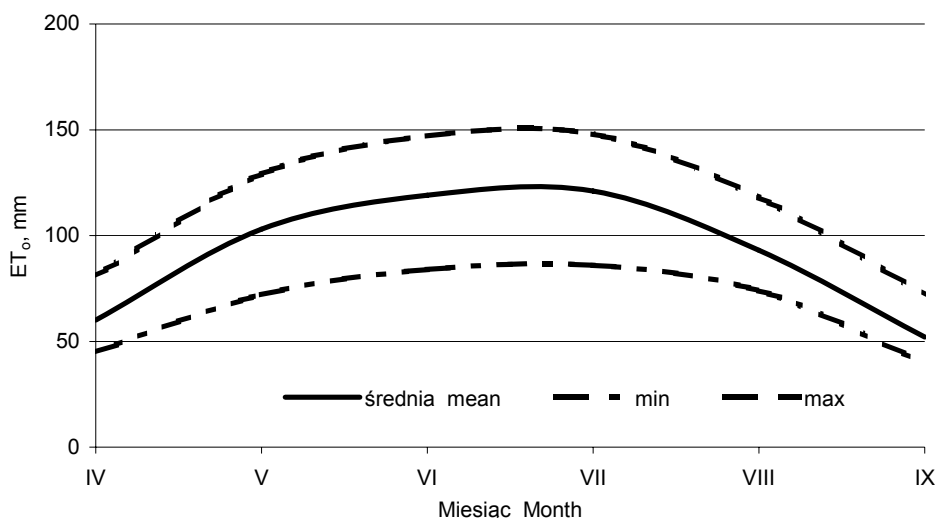
Fig. 9. Mean wind velocity in Bydgoszcz, Polanowice and Frydrychowo in 1972–1995

wilejowanych”, chociaż są to zasoby energetyczne wiatru mniejsze od występujących na wybrzeżu i na terenach podgórskich. Użyteczne walory wiatru doceniono już w XIX w. – w rejonie Leszna i Inowrocławia znajdowało się ponad 100 wiatraków, które wykorzystywano jako młyny.

EWAPOTRANSPIRACJA WSKAŹNIKOWA

Jedną z wielkości określających zdolność parowania wody jest ewapotranspiracja wskaźnikowa ET_o . Ewapotranspiracja wskaźnikowa, obliczona zgodnie ze wzorem Bacia, w latach 1951–1990 w rejonie Wielkopolski i Kujaw wynosiła od 570 do 620 mm w ciągu roku, a w okresie wegetacyjnym od 450 do 490 mm [ROJEK, ŻYROMSKI, 1994].

Na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1945–1998 średnia ewapotranspiracja wskaźnikowa liczona według wzoru Penmana w okresie wegetacyjnym wynosiła 550 mm, zmieniając się w zakresie 444–638 mm [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]. Przebieg ewapotranspiracji w poszczególnych miesiącach w okresie wegetacyjnym przedstawiono na rysunku 10. Według badań IMUZ ewapotranspiracja wskaźnikowa w okolicach Kruszwicy w latach 1959–1997 wynosiła średnio 496 mm (od 404 do 645 mm). We Frydrychowie w okresie 1972–1998 średnia wartość ET_o wynosiła 512 mm (od 423 do 609 mm). Z porównania danych wynika, że ewapotranspiracja wskaźnikowa jest większa w siedlisku suchym na stacji Bydgoszcz-IMUZ, a znacznie mniejsza w wilgotnych i mokrych siedliskach dolinowych użytkowanych łąkowo. Największe różnice występują w latach suchych.



Rys. 10. Średnia ewapotranspiracja wskaźnikowa według wzoru Penmana w okresie wegetacyjnym (IV–IX) na stacji Bydgoszcz-IMUZ w latach 1945–1998 [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]

Fig. 10. Mean reference evapotranspiration according to the Penman formulae in a vegetation period (IV–IX) at the Bydgoszcz-IMUZ station in 1945–1998 [ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]

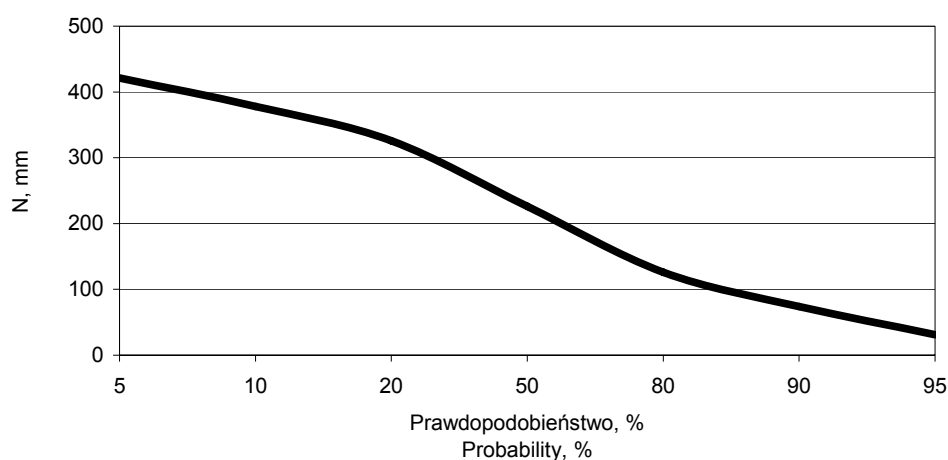
Warunki parowania w różnych siedliskach można również ocenić na podstawie parowania z wolnej powierzchni wody mierzonego w ewaporometrze umieszczonym równo z powierzchnią gleby. Z badań KONOPKO [1992], prowadzonych w latach 1975–1985, wynika że w okresie wegetacyjnym w Bydgoszczy wyparowało średnio 445 mm wody (od 332 do 585 mm), we Frydrychowie 341 mm (od 271 do 500 mm), a w Prądkach w siedlisku grądowym w dolinie, na glebie mineralno-murszowej – 361 mm (od 281 do 506 mm). Można więc przyjąć, że parowanie z wolnej powierzchni wody w dolinowym siedlisku łąkowym (Frydrychowo, Prądky) jest mniejsze prawie o 100 mm niż w siedlisku suchym (Bydgoszcz-IMUZ). Jest to prawidłowość, którą potwierdziły późniejsze badania w tych siedliskach [ŁABĘDZKI, 1997; ROGUSKI, KASPERSKA, ŁABĘDZKI, 1996]. Różnice ET_o w siedliskach suchych i wilgotnych, obserwowane zwłaszcza w krótkich okresach (dekada), mają poważny wpływ na dokładność oceny ewapotranspiracji rzeczywistej roślin i określanie potrzeb nawadniania.

NIEDOBÓR KLIMATYCZNY OPADÓW

Niedobór klimatyczny opadów N jest obliczany jako różnica między ewapotranspiracją wskaźnikową ET_o i sumą opadów P ($N = ET_o - P$). Na jego podstawie można wnioskować o niedoborach wody dla rolnictwa i potrzebie nawodnień roślin

uprawnych i użytków zielonych. Największe niedobory opadów występują w zlewni górnej Noteci, szczególnie w pobliżu Jeziora Pakoskiego i Gopła. W miarę przesuwania się na północ przychody wody w postaci opadów zbliżają się do wartości parowania [PESZEK, 1996]. Badania ROJKA i ŻYROMSKIEGO [1994] wskazują, że niedobory opadów w wieloleciu 1951–1990 występowały tylko w okresie letnim (IV–IX). Średnia wartość niedoboru klimatycznego opadów wynosiła 136 mm – od 106 w Płocku do 172 mm w Poznaniu.

Niedobór klimatyczny opadów o różnym prawdopodobieństwie przewyższenia w okresie letnim (IV–IX) na stacji Bydgoszcz-IMUZ, obliczony z zastosowaniem rozkładu prawdopodobieństwa gamma, przedstawiono na rysunku 11. W okresie wegetacyjnym najbardziej prawdopodobne ($p = 50\%$) niedobory opadów na stacji Bydgoszcz-IMUZ wynoszą 226 mm, w rejonie Kruszwicy 201 mm, a we Frydrychowie 228 mm. W okresie lat suchych ($p = 10\%$), niedobory te wynoszą odpowiednio 378, 360 i 390 mm. Największe niedobory występują w maju, czerwcu i lipcu [Program ..., 1997].



Rys. 11. Niedobór klimatyczny opadów N w okresie wegetacyjnym (IV–IX) o różnym prawdopodobieństwie przewyższenia na stacji Bydgoszcz-IMUZ (1945–1995)

Fig. 11. Precipitation deficit N in a vegetation period (IV–IX) at the different probability of exceeding at the Bydgoszcz-IMUZ station (1945–1995)

O rzeczywistych niedoborach wody dla roślin i potrzebach nawodnień można wnioskować dopiero po uwzględnieniu ewapotranspiracji poszczególnych upraw, opadu, zapasów wody użytecznej w glebie z okresu zimowego oraz zasilania przez wody gruntowe.

Gleby piaszczyste i murszowate na piasku mają najmniejsze zdolności retencjonowania wody i dlatego w tych siedliskach występują największe niedobory wody i potrzeby nawodnień. Na dobrych glebach mineralnych (czarnych ziemiach,

madach średnich i innych wytworzonych z gliny średniej i utworów pyłowych), charakteryzujących się dużymi zdolnościami retencyjnymi, niedobory wody są znacznie mniejsze niż obliczane niedobory klimatyczne. W siedliskach dolinowych, zasilanych przez wody gruntowe, niedobory są niewielkie. Ich wartości średnie dla wydajnych łąk na glebach torfowo-murszowych wynoszą w rejonie Noteci 120 mm rocznie, a w latach suchych 200 mm, gdyż tam retencja użyteczna z okresu zimowego wynosi 80–120 mm, a zasilanie wodami gruntowymi od 40 do 200 mm [ROGUSKI, WEYNA, 1983].

Na Kujawach największe niedobory wody występują na łąkach, w uprawach ziemniaków i buraków cukrowych. Na glebach lekkich o efektywnej retencji użytecznej wynoszącej 60–71 mm w latach średnich ($p = 50\%$) niedobory wody na łąkach wynoszą 137 mm, w uprawach ziemniaków – 122 mm, a buraków cukrowych – 100 mm. Na glebach średnich, w których efektywna retencja użyteczna wynosi 84–92 mm, niedobory te wynoszą odpowiednio: 123, 111 i 89 mm [GRUSZKA, 1996].

PODSUMOWANIE

Według różnych podziałów Polski na strefy klimatyczne Wielkopolskę i Kujawy zalicza się do najsuchszych i najcieplejszych rejonów w kraju. Dominują nad tym obszarem masy powietrza polarno-morskiego, co powoduje, że lata są chłodniejsze, a zimy łagodniejsze w porównaniu ze wschodnią, bardziej kontynentalną częścią Polski. Przeważa zachodni kierunek wiatru. Najczęściej wieje słaby wiatr o prędkości $2,5\text{--}3,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Nizinny charakter regionu umożliwia niezaburzony przepływ mas powietrza i odgrywa niewielką rolę w kształtowaniu procesów transformacji właściwości powietrza. O nagłych zmianach pogody często decydują procesy fizyczne zachodzące na frontach atmosferycznych. Nad regionem najczęściej przemieszczają się fronty chłodne, którym w okresie letnim często towarzyszą burze, znaczne wahania temperatury oraz wzrost prędkości wiatru. Częstość pojawiania się frontów ciepłych jest o 30% mniejsza, a najrzadziej przemieszczają się fronty okluzji. Średnie roczne ciśnienie atmosferyczne wynosi około 1005 hPa – najniższe jest wiosną (w kwietniu), nieco wyższe latem, a maksimum osiąga jesienią (w październiku).

Cechą charakterystyczną regionu jest południkowy układ izoterm w zimie oraz równoleżnikowy w cieplej porze roku. Średnia roczna temperatura powietrza jest wyższa w zachodniej części Wielkopolski (ok. $+8,1^{\circ}\text{C}$), a w regionie kujawsko-bydgoskim niższa (ok. $+7,6^{\circ}\text{C}$). Ekstremalne wartości temperatury w okresie letnim dochodzą do $+38^{\circ}\text{C}$, a w okresie najbardziej surowych zim spadają do prawie -30°C . Niższą temperaturę notuje się w siedliskach położonych w dolinach rzek, zwłaszcza na obszarach łąkowych i polach uprawnych. Jest to między innymi efekt zwiększonej ewapotranspiracji powierzchni upraw rolniczych.

W rolnictwie duże znaczenie ma znajomość czasu trwania okresu z przymrozkami i okresu wegetacyjnego. Średni termin początku okresu wegetacyjnego przypada 28 marca, najwcześniej rozpoczyna się na zachodzie Wielkopolski, w rejonie Bydgoszczy jest o kilka dni opóźniony. Koniec okresu przypada odwrotnie – najpierw w rejonie Bydgoszczy (około 4 listopada), a najpóźniej w części zachodniej (od 5 do 9 listopada). Długość okresu wegetacyjnego w poszczególnych latach zmienia się w zakresie od 215 do 227 dni. Przymrozki najczęściej pojawiają się w rejonie Bydgoszczy; na południu i zachodzie Wielkopolski liczba dni z przymrozkami jest mniejsza. W Bydgoszczy przymrozki wiosenne kończą się średnio 19 maja, a przymrozki jesienne rozpoczynają się średnio 25 września. Na terenach podmokłych i w obniżeniach okres przymrozkowy jest dłuższy, przymrozki nie występują tu jedynie w lipcu i sierpniu.

Średnie sumy roczne opadów wynoszą 500–550 mm, przy czym na Pojezierzu Gnieźnieńskim i na Kujawach są o 50–100 mm mniejsze. Opady cechuje nieregularność – różnice sum opadów w poszczególnych latach mogą dochodzić do 250%. Nierównomierny jest również rozkład opadów w ciągu roku lub okresu wegetacyjnego. Więcej opadów w okresie letnim notuje się w pobliżu tych zbiorników wodnych i dolin rzecznych, które leżą na szlakach zjawisk burzowych.

Jedną z cech klimatu Kujaw i Wielkopolski jest częste, chociaż nieregularne występowanie okresów bezopadowych, które wywierają negatywny wpływ na rozwój roślin. W dwudziestolecie 1981–2000 długotrwałe (trwające ponad 30 dni) okresy bez opadów pojawiały się w 9 latach. Okresy bezopadowe występują zarówno w latach suchych, jak i średnich oraz mokrych.

Najwięcej dni z opadami pojawia się w zimie, ale największe sumy opadów notuje się w okresie letnim. Opady o natężeniu ≥ 5 mm w ciągu doby stanowią około 75% sumy opadów w okresie wegetacyjnym, a ich częstość nie przekracza 26%. Pokrywa śnieżna zalega średnio przez 51–57 dni, ale bywają zimy bezśnieżne oraz takie, w których śnieg leży ponad 100 dni. Najwięcej dni z pokrywą śnieżną występuje w styczniu, a następnie w lutym i grudniu. Grubość pokrywy śnieżnej na ogół nie przekracza 25–30 cm, chociaż czasami sięga 40–50 cm.

Średnia wartość roczna ciśnienia pary wodnej, jednego z elementów określających zawartość pary wodnej w powietrzu, wynosi około 9,0 hPa. Latem zwiększa się do 15,0 hPa, a zimą zmniejsza do około 6,0 hPa. Wartość tego elementu zależy również od środowiska – w siedliskach wilgotnych zwiększa się, a w suchych (np. miejskie) zmniejsza. Małe zróżnicowanie przestrzenne i roczne wykazuje rozkład wilgotności względnej. Średnia wilgotność względna powietrza w regionie wynosi 78% (od 67–68% w maju i czerwcu do 88% w grudniu). Niedosyt wilgotności powietrza charakteryzuje warunki wilgotnościowe powietrza oraz jest czynnikiem określającym warunki parowania, zwłaszcza ewapotranspiracji. Średnia roczna wartość niedosytu wilgotności wynosi około 3,4 hPa. Największy niedosyt występuje w siedliskach suchych położonych na gruntach ornych oraz w środowisku miejskim, a znacznie mniejszy jest w wilgotnych siedliskach łąkowych. Przyczyną

zróznicowania jest różne uwilgotnienie gleb oraz ewapotranspiracja, które decydują o stopniu nasycenia powietrza parą wodną.

Ewapotranspiracja wskaźnikowa ET_o obliczana według wzoru Penmana wynosi średnio w okresie wegetacyjnym około 500 mm. Największe wartości ET_o obserwuje się w siedlisku suchym, znacznie mniejsze w wilgotnych i mokrych siedliskach dolinowych użytkowanych łąkowo.

Istotnym wskaźnikiem dla rolnictwa jest niedobór klimatyczny opadów ($N = ET_o - P$), który sygnalizuje potrzebę nawodnień. Największe niedobory opadów występują w zlewni górnej Noteci. W okresie wegetacyjnym, w latach przeciętnych ($p = 50\%$) niedobory opadów na Kujawach wynoszą od 200 mm do 230 mm. W latach suchych ($p = 10\%$) niedobory zwiększają się odpowiednio do wartości 360–390 mm. Największe niedobory występują w okresie od maja do lipca.

LITERATURA

- Atlas klimatyczny Polski, 1979. Warszawa: IMGW.
- BAK B., ŁABĘDZKI L., 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (*RPI*) and the standardized precipitation index (*SPI*). *J. Water Land Develop.* no. 6 s. 89–105.
- GRUSZKA J., 1996. Znaczenie i warunki stosowania nawodnień deszczownianych w rolnictwie regionu Kujaw. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 100.
- HOHENDORF E., 1969. Charakterystyka i porównanie klimatu ostatniego 20-lecia w Bydgoszczy z okresami poprzedzającymi. Pr. Kom. Nauk Rol. BTN Ser. B nr 8 s. 5–25.
- HOHENDORF E., 1970. Redukcja niedosytów wilgotności powietrza z wysoczyzny do doliny w rejonie Kanału Bydgoskiego i dolnej Wisły. *Wiad. IMUZ* t. 9 z. 1 s. 49–74.
- KACZOROWSKA Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Pr. Geogr. nr 33 ss. 109.
- KASPERSKA W., 1996. Warunki meteorologiczne w Bydgoszczy. W: Środowisko przyrodnicze Bydgoszczy. Pr. zbior. Red. J. Banaszak. Bydgoszcz: Wydaw. TANAN s. 66–72.
- KONOPKO S., 1988. Częstotliwość występowania okresów posusznych w rejonie Bydgoszczy na podstawie wieloletnich obserwacji. *Wiad. IMUZ* t. 15 z. 4 s. 103–113.
- KONOPKO S., 1992. Zróznicowanie klimatu lokalnego siedlisk łąkowych w dolinach na przykładzie badań w dolinie Noteci. *Wiad. IMUZ* t. 17 z. 2 s. 59–79.
- KOŹMIŃSKI CZ., CZARNECKA M., GÓRKA W., 1984. Opady atmosferyczne na terenie województwa bydgoskiego. Lata 1956–1980. Szczecin: AR, Bydgoszcz: Urz. Woj. ss. 201.
- LORENC H., 1996. Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. Warszawa: IMGW ss. 155.
- LORENC H., 1999. Monitoring klimatu w Polsce. W: Zmiany i zmienność klimatu Polski. Ogólnopol. Konf. Nauk. Łódź, 4–6 listopada 1999 s. 143–149.
- ŁABĘDZKI L., 1997. Potrzeby nawadniania użytków zielonych – uwarunkowania przyrodnicze i prognozowanie. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 121.
- ŁABĘDZKI L., BAK B., 2002. Monitoring suszy za pomocą wskaźnika standaryzowanego opadu (*SPI*). *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 2 z. 2 (5) s. 9–19.
- PESZEK J., 1996. Uwarunkowania klimatyczno-przyrodnicze produkcji rolniczej w rejonie bydgoskim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 438 s. 19–32.
- Program małej retencji dla województwa bydgoskiego do roku 2015, 1997. Pr. zbior. Red. L. Łabędzki. Bydgoszcz: IMUZ maszyn.
- ROGUSKI W., KASPERSKA W., ŁABĘDZKI L., 1996. Warunki termiczne i opadowe w Bydgoszczy w latach 1945–1994 na tle lat 1848–1930. *Wiad. IMUZ* t. 19 z. 1 s. 7–20.

- ROGUSKI W., WEYNA A., 1983. Ewapotranspiracja łąk i pastwisk na glebach torfowo-murszowych w dolinie Noteci. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 277 s. 53–67.
- ROJEK M., ŻYROMSKI A., 1994. Agrometeorologia i klimatologia. Skrypty. Wrocław: AR ss. 137.
- ROMER E., 1949. Regiony klimatyczne Polski. Pr. Wroc. TN. Ser. B nr 20 ss. 28.
- SCHMIDT M., 1975. Meteorologia. Warszawa: WKiŁ ss. 280.
- SCHMUCK A., 1969. Meteorologia i klimatologia dla WSR. Warszawa: PWN ss. 316.
- WOŚ A., 1994. Klimat Niziny Wielkopolskiej. Poznań: Wydaw. Nauk. UAM ss. 192.
- WOŚ A., 1996. Zarys klimatu Polski. Poznań: Wydaw. Nauk. UAM ss. 301.
- WÓJCIK G., TOMASZEWSKI W., 1987. Opady atmosferyczne w środkowej części Polski Północnej w okresie 1951–1970. Acta Univ. Nicolai Copernici Geogr. 20 Nauki Mat.-Przyr. z. 66 s. 53–67.
- ŻARSKI J., DUDEK S., KUŚMIEREK R., 2001. Zmienność warunków agrometeorologicznych okolic Bydgoszczy w latach 1951–2000 na przykładzie Mochełka. Prz. Nauk. Wydz. Inż. Kształt. Środ. SGGW z. 21 s. 67–73.

Bogdan BĄK

CLIMATIC CONDITIONS OF WIELKOPOLSKA AND KUJAWY

Key words: climate, meteorological elements, Wielkopolska, Kujawy

S u m m a r y

Studies on the climate of Wielkopolska and Kujawy have been carried out since the half of the 19th century. The wide, but quantitatively variable network of measurement stations provides vast observation material, on the basis of which the Wielkopolska and Kujawy region has been qualified as the warmest in Poland regarding thermal conditions and the driest regarding precipitation conditions. The base for this qualification were multi-year (over 150-year in Bydgoszcz) observation series of temperature and precipitation. Investigations of evapotranspiration have shown that this is the region with the greatest water deficits in agriculture. The detailed analysis confirms the spatial and temporal differentiation of selected weather elements. Differences are noticed most distinctly in temperature, precipitation and evaporation distribution. Less differences are observed in atmospheric pressure, wind velocity and sunshine hours. Taking into account observations from the station of IMUZ in Bydgoszcz and in the catchment of the upper Noteć river, the microclimatic differentiation has been shown in different sites: in wet and dry meadow sites in river valleys, in dry sites in arable lands and in urban areas.

Recenzenci:

prof. dr hab. Andrzej Kędziora

dr hab. Halina Lorenc

Praca wpłynęła do Redakcji 06.11.2002 r.

Tabela 2. Średnia miesięczna temperatura powietrza w zlewni górnej Noteci, °C [Atlas ..., 1979]**Table 2.** Monthly mean air temperature in the upper Noteć catchment, °C [Atlas ..., 1979]

Miejscowość Location	Okres Period	Zima Winter XII–II	Wiosna Spring III–V	Lato Summer VI–VIII	Jesień Autumn IX–XI	Rok Year I–XII	Okres wegetacyjny Vegetation period IV–IX
Bydgoszcz-IMUZ	1951–1960	–1,1	7,0	17,8	8,4	8,0	14,4
	1931–1960	–1,6	7,6	18,1	8,5	8,2	14,9
	1881–1960	–1,4	7,5	17,6	8,1	7,9	14,4
Bydgoszcz-Lotnisko	1951–1960	–1,4	6,7	17,5	8,1	7,7	14,1
	1931–1960	–1,8	7,3	17,8	8,2	7,9	14,6
Trzemeszno	1951–1960	–1,3	7,1	17,8	8,4	8,0	14,4
	1931–1960	–1,7	7,5	17,8	8,5	8,0	14,7
	1881–1960	–1,6	7,4	17,3	8,0	7,8	14,2
Inowrocław	1951–1960	–1,1	7,9	17,9	8,7	8,2	14,6
	1931–1960	–1,7	7,6	17,8	8,6	8,0	14,7
Więclawice	1951–1960	–1,6	6,9	17,7	8,4	7,8	14,4
	1931–1960	–2,0	7,5	17,8	8,4	7,9	14,7
Kołuda Wielka	1951–1960	–1,4	6,7	17,9	8,4	7,9	14,4
	1931–1960	–1,9	7,1	17,8	8,5	7,9	14,5
Minikowo	1951–1960	–1,6	6,4	16,9	7,9	7,4	13,6
Łagiewniki	1951–1960	–1,3	7,3	17,9	8,7	8,1	14,6