

OCENA WARUNKÓW TERMICZNYCH I WILGOTNOŚCIOWYCH W DOLINIE WISŁY W REJONIE WARSZAWY

Dariusz Gołaszewski, Małgorzata Kleniewska

Zakład Meteorologii i Klimatologii,
Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska, SGGW
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
e-mail: dariusz_golaszewski@sggw.pl

Streszczenie. W pracy wykorzystano szesnastoletni archiwalny materiał badawczy z lat 1960-1975 obejmujący wyniki standardowych pomiarów klimatologicznych. Pomiary wykonywano w dwóch stacjach meteorologicznych zlokalizowanych w Oborach tj. stacji leżącej w dolinie Wisły i Warszawie Wolicy położonej na ograniczającej dolinę wysoczyźnie o wysokości względnej 16-17 m. W celu określenia zróżnicowania klimatu doliny Wisły i ograniczającej ją wysoczyzny obliczono różnice: temperatury powietrza, temperatury maksymalnej, temperatury minimalnej, niedosytów wilgotności powietrza, ciśnienia aktualnego pary wodnej i prędkości wiatru. W każdym przypadku różnice obliczono odejmując od wartości parametru zmierzonego w dolinie analogiczną wartość zarejestrowaną na wysoczyźnie. Dane wyjściowe podzielone były na podzbiory uwzględniające różną wielkość zachmurzenia oraz prędkości wiatru. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że dolina Wisły w rejonie Warszawy charakteryzowała się na ogół mniejszymi prędkościami wiatru, wyższymi średnimi temperaturami powietrza w porównaniu z otaczającą ją wysoczyzną, oraz wyższymi wartościami niedosytów wilgotności powietrza, niezależnie od prędkości wiatru i wielkości zachmurzenia.

Słowa kluczowe: klimat dolin rzecznych, temperatura, wilgotność

WSTĘP

Zagadnienie warunków klimatycznych w dolinach rzecznych i ich odrębności było wielokrotnie poruszane w literaturze. Mimo problemów związanych ze zgromadzeniem odpowiednio długich ciągów danych meteorologicznych problematyką tą zajmowało się wielu badaczy. Badania mikroklimatyczne w dolinie środkowej Wisły prowadzili: Parczewski (1960), Hohendorf (1970) i Jakubczak (1970) badali zróżnicowanie niedosytu wilgotności powietrza w dolinie Wisły i Kanału Bydgoskiego. Podobną tematyką badań zajmowali się także Konopko (1992), Bąk (2003) i in. Za-

gadnieniem odrębności klimatycznej dolin małych rzek zajmowali się m. in. Łykowski i Madany (1988).

Obecnie badania takie ograniczone są dostępnością danych meteorologicznych. Poza pojedynczymi wyjątkami nie ma działających stacji, położonych w dolinach rzek. Wynika to z konieczności lokalizowania ich w miejscach charakterystycznych a takimi w żadnym wypadku nie są wspomniane doliny. Z tego powodu w badaniach należy opierać się na danych archiwalnych.

Celem niniejszego opracowania jest próba oceny wpływu doliny Wisły w rejonie Warszawy na kształtowanie się warunków termicznych i wilgotnościowych. Potrzebę tego typu badań uzasadnia fakt, iż klimat dolin zwłaszcza dużych rzek znacząco wpływa na plony znajdujących się tam upraw i użytków, a także poprzez zmianę wskaźników biometeorologicznych, może wpływać na rekreacyjno-wypoczynkowy charakter tych terenów.

MATERIAŁ I METODA

Badania oparto na archiwalnym materiale obejmującym wyniki standardowych pomiarów klimatologicznych wykonywanych w latach 1960-1975 na dwóch stacjach meteorologicznych zlokalizowanych w Oborach i w Warszawie Wolicy.

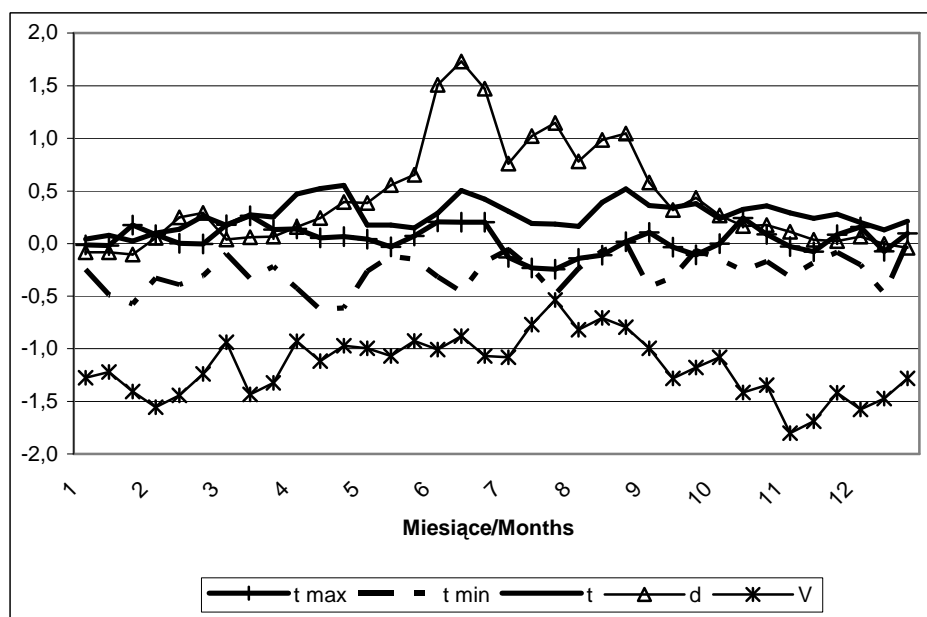
Stacja Obory ($h_s = 90$ m n. p. m.) położona była w dolinie Wisły, około 3 m powyżej poziomu wody w rzece i w odległości około 4 km od niej. Teren doliny pokryty roślinnością trawiastą pod względem rzeźby terenu był słabo zróżnicowany – deniwelacja nie przekraczała 0,5 m. W odległości ok. 350 m w kierunku zachodnim znajdowała się skarpa wysoczyzny o wysokości 16 m. Posterunek w Warszawie Wolicy ($h_s = 106$ m n. p. m.) leżał na wysoczyźnie ograniczającej dolinę w odległości ok. 500 m od zadrzewionej skarpy. Na podstawie danych pochodzących z tej stacji określone zostały warunki klimatyczne wysoczyzny. Odległość między wymienionymi punktami pomiarowymi wynosiła 10 km (licząc w linii prostej).

W celu określenia zróżnicowania klimatu doliny Wisły i ograniczającej ją wysoczyzny obliczono różnice: temperatury powietrza, temperatury maksymalnej, temperatury minimalnej, niedosytów wilgotności powietrza, ciśnienia aktualnego pary wodnej i prędkości wiatru. Obliczenia wykonano posługując się wartościami średnimi dobowymi pochodzącymi z całego 16-letniego okresu pomiarowego. W każdym przypadku różnice obliczono odejmując od wartości parametru wyznaczonego w dolinie analogiczną wartość pomierzoną na wysoczyźnie. Zgromadzone dane wyjściowe i obliczone różnice podzielone zostały dwukrotnie na podzbiory. Przy pierwszym podziale, kierując się wielkością zachmurzenia ogólnego – N, wyznaczono trzy podzbiory uwzględniające: $N \leq 2$; $2 < N < 8$; $N \geq 8$ (w skali 0-10).

Kolejne trzy grupy danych wydzielono na podstawie prędkości wiatru na wysoczyźnie ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), zawierającej się w przedziałach: $0 \leq V \leq 2$; $2 < V \leq 5$; $V > 5$. W tak wyznaczonych zbiorach danych określono zróżnicowanie analizowanych elementów meteorologicznych między doliną Wisły a wysoczyzną w różnych przedziałach czasu. W następnej kolejności, nadal opierając się na powyższych, sześciu zbiorach danych, uwzględniając kolejne miesiące analizowanych lat, wykorzystując analizę regresji prostej określone zostały zależności statystyczne między analizowanymi elementami w dolinie i na wysoczyźnie.

WYNIKI I DYSKUSJA

W celu porównania warunków termicznych a także wilgotnościowych i wietrznych w uwzględnionym w opracowaniu 16-leciu, na rysunku 1 przedstawiono przebiegi średnich dekadowych różnic: temperatury powietrza, temperatury maksymalnej, temperatury minimalnej, niedosytu wilgotności powietrza i prędkości wiatru.



Rys. 1. Średnie dekadowe przebiegi różnicy temperatury powietrza (t), temperatury maksymalnej (t_{max}), temperatury minimalnej (t_{min}), niedosytów wilgotności powietrza (d), prędkości wiatru (V) w latach 1960-1975

Fig. 1. Mean ten-days courses of difference of air temperature (t), maximum air temperature (t_{max}), minimum air temperature (t_{min}), vapour pressure deficit (d), wind velocity (V) in the years 1960-1975

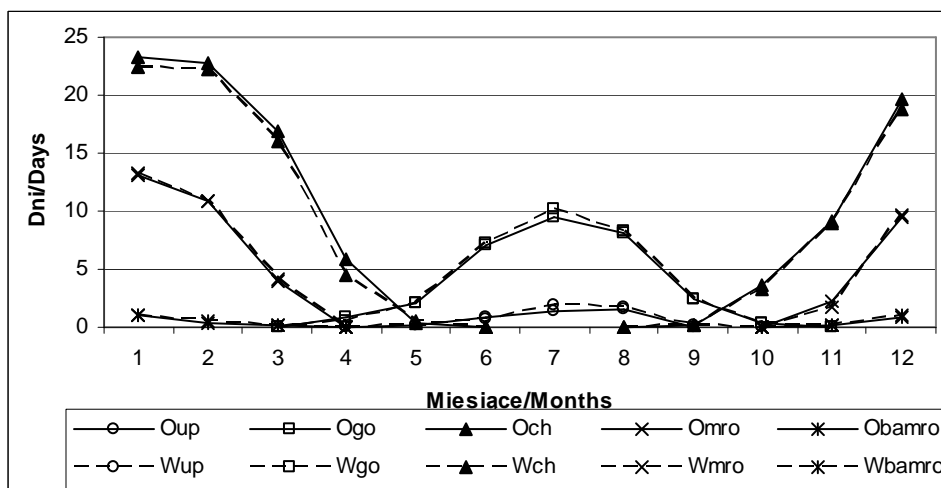
Średni roczny niedosyt wilgotności powietrza w dolinie Wisły wynosił 3,4 hPa i był o 0,5 hPa wyższy od notowanego w Warszawie Wolicy położonej na wysoczyźnie. W miesiącach od kwietnia do końca września notowano średnio o 0,8 hPa wyższe niedosyty wilgotności w dolinie Wisły. W poszczególnych dekadach tego okresu różnice zawierały się od 0,2 hPa w dwóch dekadach kwietnia do 1,7 hPa w drugiej dekadzie czerwca. Średni z chłodnej pory roku niedosyt wilgotności powietrza w dolinie Wisły był zaledwie o 0,1 hPa wyższy od wyznaczonego w Wolicy i zawierał się od -0,1 hPa w trzech dekadach stycznia do 0,3 hPa w pierwszej dekadzie października i trzeciej dekadzie lutego.

Największe zróżnicowanie prędkości wiatru w dolinie i na wysoczyźnie Wisły notowano w poszczególnych dekadach miesięcy chłodnej pory roku (średnio -1,4 m·s⁻¹). Zawierało się ono od -0,9 m·s⁻¹ w pierwszej dekadzie marca do -1,8 m·s⁻¹ w połowie listopada. W miesiącach letnich średnie zróżnicowanie dekadowe było wyraźnie mniejsze i zawierało się od -0,5 m·s⁻¹ w trzeciej dekadzie lipca do -1,3 m·s⁻¹ w drugiej dekadzie września przy średniej różnicy z całego ciepłego półrocza wynoszącej -0,9 m·s⁻¹. Średnia roczna prędkość wiatru w dolinie Wisły była niższa o 1,2 m·s⁻¹ od rejestrowanej na wysoczyźnie.

Średnia roczna temperatura powietrza w dolinie Wisły była o 0,3°C wyższa od notowanej na wysoczyźnie i wynosiła odpowiednio 8,0°C w Oborach i 7,7°C w Wolicy. Najmniejsze różnice temperatury powietrza notowano w chłodnej porze roku (głównie w styczniu, lutym, i grudniu). Także średnia roczna temperatura maksymalna w dolinie (11,8°C) była wyższa od notowanej na wysoczyźnie. Średnio w roku różnica ta wynosiła 0,1°C. W miesiącach zimowych dolina Wisły charakteryzowała się wyższymi średnimi wartościami temperatury maksymalnej (średnio o 0,2°C), natomiast w miesiącach letnich różnice te zanikały. W lipcu, dwóch dekadach sierpnia i ostatniej dekadzie września odnotowano wyższe średnie temperatury maksymalne na wysoczyźnie. Średnia roczna temperatura minimalna notowana w dolinie (3,3°C) była o 0,3°C niższa od wartości notowanej na wysoczyźnie. Jedynie w trzeciej dekadzie sierpnia i drugiej grudnia różnice te zanikały. Średnia roczna amplituda powietrza w dolinie była równa 22,0°C, podczas gdy na wysoczyźnie była o 0,3°C niższa. Średnie przedziały wahań temperatury powietrza obliczone jako różnica między średnią maksymalną temperaturą lipca a średnią minimalną temperaturą lutego wynosiły odpowiednio w dolinie Wisły 30,3°C natomiast na wysoczyźnie 30,1°C.

Najniższa absolutna wartość temperatury powietrza zmierzona w dolinie Wisły w rozpatrywanym wieloleciu wynosiła -31,4°C (zanotowana 01.02.1970 r.) natomiast najwyższa 35,6°C (07.08.1971 r.). Na wysoczyźnie były to odpowiednio wartości -28,8°C - zanotowana w dniu 01.02.1970 r. oraz 34,5°C zarejestrowana 07.08.1971 r. Amplituda absolutna analizowanego okresu wynosiła więc odpowiednio: 67,0°C w dolinie i 63,3°C na wysoczyźnie.

Średnio w roku w Oborach położonych w dolinie Wisły notowano: 2,6 dnia bardzo mroźnego, 39,7 dnia mroźnego, 101,7 dnia chłodnego, 30,3 dnia gorącego i 3,8 dnia upalnego. Dla porównania w Wolicy było: 2,8 dnia bardzo mroźnego, 39,6 dnia mroźnego, 96,9 dnia chłodnego, 31,1 dnia gorącego i 4,5 dnia upalnego. Jak widać dolina charakteryzowała się wyraźnie większą liczbą dni chłodnych i nieznacznie dni mroźnych co jest zbliżone z wynikami badań prowadzonych w dolinie Wisły w Ciechocinku. Liczba dni upalnych, gorących i bardzo mroźnych w dolinie jest nieco mniejsza w porównaniu do wysoczyzny. W celu uzupełnienia opisu dni charakterystycznych dołączono rysunek 2.



Rys. 2. Średnie miesięczne liczby dni charakterystycznych w Oborach i Wolicy w latach 1960-1975: Oup – Obory dni upalne, Ogo – Obory dni gorące, Och – Obory dni chłodne, Omro – Obory dni mroźne, Obama – Obory dni bardzo mroźne; Wup – Wolica dni upalne, Wgo – Wolica dni gorące, Wch – Wolica dni chłodne, Wmro – Wolica dni mroźne, Wbamro – Wolica dni bardzo mroźne

Fig. 2. Mean monthly number of characteristic days in Obory and Wolica in the years 1960-1975: Oup – Obory extremely hot days, Ogo – Obory hot days, Och – Obory chilly days, Omro – Obory frosty days, Obama – Obory extremely frosty days, Wup – Wolica extremely hot days, Wgo – Wolica hot days, Wch – Wolica chilly days, Wmro – Wolica frosty days, Wbamro – Wolica extremely frosty days

Aby przedstawić średnie okresowe i roczne różnice analizowanych elementów meteorologicznych w zależności od zmieniającego się zachmurzenia załączono tabelę 1.

Średnio w miesiącach ciepłej pory roku (IV-IX), wyznaczonych na podstawie całego analizowanego 16-lecia, ze wzrostem zachmurzenia zwiększa się zróżnicowanie średniej temperatury powietrza między doliną a wysoczyzną. Przy zachmurzeniu $0 \leq N \leq 2/10$ dolina okazuje się o $0,2^{\circ}\text{C}$ cieplejsza niż wysoczyzna.

Dalszy wzrost zachmurzenia wiąże się z powiększeniem tej różnicy, przy $2/10 > N < 8/10$ i $N \geq 8/10$ dolina jest cieplejsza o średnio $0,4^{\circ}\text{C}$. Także w chłodnej porze roku (X-III) przy wzroście wielkości zachmurzenia widoczny jest wzrost różnicy średniej temperatury powietrza między doliną (Obory) a ograniczającą ją wysoczyzną (Wolica). Przy niebie pogodnym nie notuje się różnicy temperatury powietrza między analizowanymi stacjami, jednak wzrost zachmurzenia do $2/10 < N < 8/10$ powoduje pojawienie się o $0,2^{\circ}\text{C}$ wyższej temperatury w dolinie. Dalszy wzrost zachmurzenia prowadzi do powiększenia się tej różnicy do $0,3^{\circ}\text{C}$. Średnio z całego roku, różnica temperatury powietrza między doliną a wysoczyzną wynosi $0,1^{\circ}\text{C}$ przy niebie pogodnym i wzrasta do $0,3^{\circ}\text{C}$ przy $2/10 > N < 8/10$ i $N \geq 8/10$.

Tabela 1. Średnie roczne i okresowe różnice wybranych elementów meteorologicznych w zależności od stopnia zachmurzenia

Table 1. Mean yearly and periodical differences of selected meteorological elements as dependent on cloudiness

Okres Period	Zachmu- rzenie/ cloudiness	t ($^{\circ}\text{C}$)	t_{max} ($^{\circ}\text{C}$)	t_{min} ($^{\circ}\text{C}$)	e (hPa)	d (hPa)
I-XII	$0 \leq N \leq 2$	0,1	0,1	-0,6	-0,1	0,6
I-XII	$2 < N < 8$	0,3	0,0	-0,3	0,0	0,5
I-XII	$N \geq 8$	0,3	0,1	-0,2	0,1	0,4
IV-IX	$0 \leq N \leq 2$	0,2	0,0	-0,6	-0,2	0,9
IV-IX	$2 < N < 8$	0,4	0,0	-0,3	-0,1	0,8
IV-IX	$N \geq 8$	0,4	0,1	-0,1	0,0	0,8
X-III	$0 \leq N \leq 2$	0,0	0,1	-0,7	0,0	0,3
X-III	$2 < N < 8$	0,2	0,1	-0,4	0,1	0,3
X-III	$N \geq 8$	0,3	0,1	-0,3	0,2	0,1

Objaśnienia: t – średnia temperatura powietrza, t_{max} – średnia maksymalna temperatura powietrza, t_{min} – średnia minimalna temperatura powietrza, e – średnie ciśnienie pary wodnej, d – średni niedosyt wilgotności powietrza.

Explanations: t – mean air temperature, t_{max} – mean maximum air temperature, t_{min} – mean minimum air temperature, e – mean actual vapour pressure, d – mean vapour pressure deficit.

W przypadku średniej temperatury maksymalnej nie widać wyraźnego wpływu zmiany zachmurzenia na jej zróżnicowanie. Jedynie w chłodnej porze roku, niezależnie od wielkości zachmurzenia, dolinę cechuje średnio o $0,1^{\circ}\text{C}$ wyższa temperatura maksymalna powietrza.

Zróżnicowanie temperatury między doliną a wysoczyzną jest wyraźne w przypadku średniej temperatury minimalnej. W każdym z analizowanych przedziałów czasu, ze wzrostem zachmurzenia zmniejsza się różnica temperatury minimalnej między doliną a wysoczyzną, przy czym w każdym przypadku temperatura w dolinie jest niższa od rejestrowanej na wysoczyźnie. W ciepłej porze roku przy niebie pogodnym różnica ta wynosi $-0,6^{\circ}\text{C}$ i maleje do $-0,3^{\circ}\text{C}$ przy $2/10 > N < 8/10$ i $-0,1^{\circ}\text{C}$ przy dużym zachmurzeniu. W miesiącach zimowych różnice te są nieco większe. Przy małym zachmurzeniu różnica ta wynosi $-0,7^{\circ}\text{C}$ i zmniejsza się do $-0,3^{\circ}\text{C}$ przy zachmurzeniu umiarkowanym i $-0,2^{\circ}\text{C}$ przy dużym.

W przypadku różnicy ciśnienia aktualnego pary wodnej między doliną a wysoczyzną zmiana wielkości zachmurzenia w ciepłej porze roku wiąże się z jej zmniejszeniem. Przy $0 \leq N \leq 2/10$ dolina charakteryzuje się o $0,2$ hPa niższym ciśnieniem pary wodnej. Wzrost zachmurzenia do $2/10 > N < 8/10$ powoduje zmniejszenie się tej różnicy do $0,1$ hPa. Przy większym zachmurzeniu różnice zanikają. W chłodnej porze roku zależność ta jest odwrotna do opisanej powyżej. To przy małym zachmurzeniu różnica ciśnienia aktualnego pary wodnej między doliną a wysoczyzną nie występuje a przy wzroście zachmurzenia zauważa się coraz to wyższe wartości e w dolinie w porównaniu z wysoczyzną. Przy zachmurzeniu $2/10 > N < 8/10$ różnica wynosi $0,1$ hPa a przy $N \geq 8/10$ $0,2$ hPa

Różnica niedosytu wilgotności powietrza w ciepłej porze roku jest wyrównana i tylko w nieznacznym stopniu wiąże się ze zmianami zachmurzenia. W porównaniu do wysoczyzny, dolina charakteryzuje się o $0,9$ hPa wyższymi wartościami niedosytu przy niebie pogodnym i o $0,8$ hPa przy większym zachmurzeniu. W chłodnej porze roku różnice te są mniejsze i wynoszą $0,3$ hPa przy $0 \leq N \leq 2/10$ i $2/10 > N < 8/10$ oraz $0,1$ hPa przy $N \geq 8/10$. Warto dodać, że wzrost zachmurzenia od $N \leq 2$ do $N \geq 8/10$ wiąże się ze zmniejszeniem prędkości wiatru w dolinie w porównaniu do wysoczyzny – średnio o $0,7$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Aby przedstawić średnie okresowe i roczne różnice analizowanych elementów meteorologicznych w powiązaniu ich z prędkością wiatru załączono tabelę 2.

W ciepłej porze roku przy wzrastającej prędkości wiatru obserwuje się nieznaczny wzrost różnicy średniej temperatury powietrza. Przy słabym wietrze dolina jest średnio o $0,3^{\circ}\text{C}$ cieplejsza od wysoczyzny. Przy dalszym wzroście prędkości wiatru różnica ta zwiększa się do $0,4^{\circ}\text{C}$. W chłodnej porze roku zależność ta jest jeszcze bardziej widoczna. Przy słabym wietrze różnica temperatury między doliną a wysoczyzną wynosi $0,1^{\circ}\text{C}$. Przy prędkości $2 < V \leq 5$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ sięga $0,3^{\circ}\text{C}$ a przy wietrze przekraczającym 5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ dolina jest cieplejsza już średnio o $0,4^{\circ}\text{C}$. Podobnie jak w przypadku zmiany zachmurzenia tak i zmiana prędkości wiatru nie wiąże się znacząco ze zmianami średniej temperatury maksymalnej powietrza. Zmiany różnicy temperatury maksymalnej są nieznaczne i nie przekraczają $0,1^{\circ}\text{C}$.

Tabela 2. Średnie roczne i okresowe różnice wybranych elementów meteorologicznych w zależności od prędkości wiatru

Table 2. Mean yearly and periodical differences of selected meteorological elements as dependent on wind velocity

Okres Period	Prędkość wiatru Wind velocity	t (°C)	t_{max} (°C)	t_{min} (°C)	e (hPa)	d (hPa)
I-XII	$0 \leq V \leq 2$	0,2	0,0	-0,4	0,0	0,5
I-XII	$2 < V \leq 5$	0,3	0,1	-0,3	0,1	0,5
I-XII	$V > 5$	0,4	0,0	-0,1	0,1	0,4
IV-IX	$0 \leq V \leq 2$	0,3	0,0	-0,3	-0,1	0,8
IV-IX	$2 < V \leq 5$	0,4	0,0	-0,3	-0,1	0,8
IV-IX	$V > 5$	0,4	-0,1	-0,1	0,0	0,6
X-III	$0 \leq V \leq 2$	0,1	0,0	-0,4	0,1	0,1
X-III	$2 < V \leq 5$	0,3	0,1	-0,3	0,2	0,1
X-III	$V > 5$	0,4	0,1	-0,1	0,2	0,1

Objaśnienia: t – średnia temperatura powietrza, t_{max} – średnia maksymalna temperatura powietrza, t_{min} – średnia minimalna temperatura powietrza, e – średnie ciśnienie pary wodnej, d – średni niedosyt wilgotności powietrza.

Explanations: t – mean air temperature, t_{max} – mean maximum air temperature, t_{min} – mean minimum air temperature, e – mean actual vapour pressure, d – mean vapour pressure deficit.

W każdym z analizowanych przedziałów czasu, wyraźne jest zróżnicowanie średniej temperatury minimalnej. Ze wzrostem prędkości wiatru zmniejsza się różnica temperatury między doliną a wysoczyzną, przy czym w każdym przypadku temperatura w dolinie jest niższa od rejestrowanej na wysoczyźnie. W cieplej porze roku przy $V \leq 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ różnica ta wynosi $-0,3^\circ\text{C}$ i maleje do $-0,1^\circ\text{C}$ przy wietrze o większej prędkości. W miesiącach zimowych różnice te są nieco większe. Przy małej prędkości wiatru różnica ta wynosi $-0,4^\circ\text{C}$ i zmniejsza się do $-0,3^\circ\text{C}$ przy $2 < V \leq 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i $-0,1^\circ\text{C}$ przy $V > 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

W cieplej porze roku przy wzroście prędkości wiatru obserwuje się zmniejszenie się różnicy ciśnienia aktualnego pary wodnej między doliną a wysoczyzną. Przy $V \leq 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ różnica ta wynosi $-0,1^\circ\text{C}$ i zanika przy większej prędkości. W chłodnej porze roku zależność ta jest odwrotna. Przy słabym wietrze i ciszy różnica ciśnienia aktualnego pary wodnej między doliną a wysoczyzną wynosi 0,1 hPa, a przy $V > 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wzrasta do 0,2 hPa.

Różnica niedosytu wilgotności powietrza między analizowanymi stacjami w chłodnej porze roku jest wyrównana (0,1 hPa) i nie wiąże się ze zmianami prędkości wiatru.

kości wiatru. W miesiącach ciepłej pory roku, dolina charakteryzuje się o 0,8 hPa wyższymi wartościami niedosytu przy małej i średniej prędkości wiatru. Wzrost prędkości prowadzi do zmniejszenia się tej różnicy o 0,2 hPa.

Należy nadmienić, iż wzrost prędkości wiatru na wysoczyźnie wiąże się ze znacznym wzrostem różnicy prędkości wiatru między Oborami a Wolicą. Przy $V \leq 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ różnica ta wynosi średnio $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a przy $V > 5$ osiąga średnio $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

W celu przedstawienia bardziej szczegółowej charakterystyki różnic omawianych elementów meteorologicznych w powiązaniu z wielkością zachmurzenia i prędkością wiatru zamieszczone zostały tabele 3 i 4, w których omawiane parametry uśredniono dla poszczególnych miesięcy.

Analizując zależność między wybranymi elementami meteorologicznymi w dolinie i na wysoczyźnie przy różnym stopniu zachmurzenia uzyskano bardzo wysokie współczynniki korelacji. Dla liniowych równań regresji prostej określających zależności średniej temperatury powietrza, temperatury maksymalnej oraz temperatury minimalnej między Oborami a Wolicą współczynniki korelacji osiągały wysokie wartości, zmieniały się w przedziale od 0,90 do 0,99. Zależność między niedosytem wilgotności powietrza w dolinie (d_o) i na wysoczyźnie (d_w) były nieco słabsze ($r = 0,60-0,85$). Najniższe współczynniki korelacji notowano w lutym $d_o = 0,23 + 0,66d_w$; $r = 0,51$; $SE = 0,48$; $p = 0,02$. Wszystkie pozostałe równania okazały się wysoce istotnymi statystycznie ($p = 0,01$). We wszystkich przeanalizowanych przypadkach (144) wzrost zachmurzenia nie powodował znaczących zmian siły związku analizowanych zależności.

Analizując w podobny sposób zależność między wybranymi elementami meteorologicznymi w dolinie i na wysoczyźnie przy zmieniającej się w określonych zakresach prędkości wiatru uzyskano także bardzo wysokie współczynniki korelacji. Dla liniowych równań regresji prostej określających zależności średniej temperatury powietrza, temperatury maksymalnej oraz temperatury minimalnej między analizowanymi stacjami współczynniki korelacji (r) zmieniały się od 0,93 do 0,99. Zależności między niedosytem wilgotności powietrza zmierzonym w dolinie (d_o) i na wysoczyźnie (d_w) przy zmieniającej się prędkości wiatru były nieco słabsze ($r = 0,80-0,95$). Najniższe współczynniki korelacji notowano:

w lutym $d_o = 0,37 + 0,51d_w$; $r = 0,55$; $SE = 0,33$; $p = 0,01$ przy $V > 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,

w grudniu $d_o = 0,17 + 0,56d_w$; $r = 0,53$; $SE = 0,25$; $p = 0,01$ przy $0 < V \leq 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,

w grudniu $d_o = 0,15 + 0,74d_w$; $r = 0,56$; $SE = 0,41$; $p = 0,01$ przy $2 < V \leq 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Wszystkie pozostałe równania okazały także się wysoce istotnymi statystycznie a wzrost prędkości wiatru nie powodował znaczących zmian siły związku analizowanych zależności.

Tabela 3. Średnie różnice wybranych elementów meteorologicznych w zależności od stopnia zachmurzenia**Table 3.** Mean differences of selected meteorological elements as dependent on cloudiness

Miesiąc – Month	Zachmurzenie Cloudiness	t (°C)	t_{max} (°C)	t_{min} (°C)	e (hPa)	d (hPa)
Styczeń /Jan	$0 \leq N \leq 2$	-0,4	0,3	-0,6	0,1	-0,1
Luty/Feb	$0 \leq N \leq 2$	0,1	0,2	-1,1	0,2	0,3
Marzec/March	$0 \leq N \leq 2$	0,1	0,4	-1,0	0,0	0,3
Kwiecień/April	$0 \leq N \leq 2$	0,7	0,2	-0,6	-0,1	0,6
Maj/May	$0 \leq N \leq 2$	-0,1	0,0	-0,6	-0,3	0,8
Czerwiec/June	$0 \leq N \leq 2$	0,2	0,0	-0,1	-0,2	1,3
Lipiec/July	$0 \leq N \leq 2$	0,1	-0,3	-0,7	-1,0	1,6
Sierpień/Aug	$0 \leq N \leq 2$	0,2	0,0	-0,7	0,2	0,5
Wrzesień/Sep	$0 \leq N \leq 2$	0,2	0,1	-0,6	0,0	0,4
Październik/Oct	$0 \leq N \leq 2$	0,4	0,0	-0,5	0,0	0,5
Listopad/Nov	$0 \leq N \leq 2$	0,0	0,0	-0,4	0,0	0,5
Grudzień/Dec	$0 \leq N \leq 2$	-0,1	-0,2	-0,6	-0,1	0,0
Styczeń /Jan	$2 < N < 8$	-0,1	-0,1	-0,5	0,1	-0,1
Luty/Feb	$2 < N < 8$	0,1	0,1	-0,5	0,1	0,4
Marzec/March	$2 < N < 8$	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,1
Kwiecień/April	$2 < N < 8$	0,5	0,1	-0,6	0,2	0,3
Maj/May	$2 < N < 8$	0,2	0,0	-0,5	-0,1	0,6
Czerwiec/June	$2 < N < 8$	0,4	0,2	-0,4	-0,6	1,8
Lipiec/July	$2 < N < 8$	0,2	-0,3	-0,1	-0,4	1,0
Sierpień/Aug	$2 < N < 8$	0,5	-0,1	0,0	-0,1	0,8
Wrzesień/Sep	$2 < N < 8$	0,4	-0,1	-0,3	0,2	0,3
Październik/Oct	$2 < N < 8$	0,5	0,1	0,0	0,1	0,3
Listopad/Nov	$2 < N < 8$	0,3	0,2	0,0	0,1	0,9
Grudzień/Dec	$2 < N < 8$	0,2	0,0	-0,4	-0,1	0,0
Styczeń /Jan	$N \geq 8$	0,2	0,1	-0,4	0,2	-0,1
Luty/Feb	$N \geq 8$	0,2	0,0	-0,3	0,2	0,1
Marzec/March	$N \geq 8$	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,0
Kwiecień/April	$N \geq 8$	0,4	0,0	-0,5	0,2	0,1
Maj/May	$N \geq 8$	0,2	0,1	0,0	0,1	0,4
Czerwiec/June	$N \geq 8$	0,5	0,3	-0,1	0,1	1,2
Lipiec/July	$N \geq 8$	0,5	0,0	-0,1	0,0	0,7
Sierpień/Aug	$N \geq 8$	0,3	-0,1	0,2	-0,1	1,5
Wrzesień/Sep	$N \geq 8$	0,4	0,1	-0,1	-0,1	0,6
Październik/Oct	$N \geq 8$	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,0
Listopad/Nov	$N \geq 8$	0,3	-0,1	-0,2	0,2	0,7
Grudzień/Dec	$N \geq 8$	0,2	0,1	-0,1	0,1	0,0

Objaśnienia: t – średnia temperatura powietrza, t_{max} – średnia maksymalna temperatura powietrza, t_{min} – średnia minimalna temperatura powietrza, e – średnie ciśnienie pary wodnej, d – średni niedosyt wilgotności powietrza.

Explanations: t – mean air temperature, t_{max} – mean maximum air temperature, t_{min} – mean minimum air temperature, e – mean actual vapour pressure, d – mean vapour pressure deficit.

Tabela 4. Średnie różnice wybranych elementów meteorologicznych w zależności od prędkości wiatru
Table 4. Mean monthly differences of selected meteorological elements as dependent on wind velocity

Miesiąc – Month	Prędkość wiatru Wind velocity	t (°C)	t_{max} (°C)	t_{min} (°C)	e (hPa)	d (hPa)
Styczeń /Jan	$0 \leq V \leq 2$	-0,1	0,1	-0,7	0,1	-0,1
Luty/Feb	$0 \leq V \leq 2$	0,0	-0,1	-0,5	0,2	0,2
Marzec/March	$0 \leq V \leq 2$	0,0	0,1	-0,5	0,0	0,0
Kwiecień/April	$0 \leq V \leq 2$	0,5	-0,1	-0,4	0,2	0,2
Maj/May	$0 \leq V \leq 2$	0,2	0,1	-0,2	-0,3	0,9
Czerwiec/June	$0 \leq V \leq 2$	0,3	0,2	-0,4	-0,5	1,8
Lipiec/July	$0 \leq V \leq 2$	0,2	-0,3	-0,3	-0,3	0,9
Sierpień/Aug	$0 \leq V \leq 2$	0,3	-0,1	-0,2	0,0	0,8
Wrzesień/Sep	$0 \leq V \leq 2$	0,4	0,1	-0,5	0,1	0,4
Październik/Oct	$0 \leq V \leq 2$	0,2	0,0	-0,5	0,1	0,1
Listopad/Nov	$0 \leq V \leq 2$	0,2	-0,2	0,0	0,2	0,3
Grudzień/Dec	$0 \leq V \leq 2$	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1
Styczeń /Jan	$2 < V \leq 5$	0,1	0,0	-0,4	0,2	-0,1
Luty/Feb	$2 < V \leq 5$	0,2	0,1	-0,4	0,2	0,2
Marzec/March	$2 < V \leq 5$	0,2	0,2	-0,2	0,1	0,1
Kwiecień/April	$2 < V \leq 5$	0,5	0,1	-0,6	0,2	0,2
Maj/May	$2 < V \leq 5$	0,2	0,1	-0,3	0,1	0,5
Czerwiec/June	$2 < V \leq 5$	0,5	0,2	-0,3	-0,2	1,4
Lipiec/July	$2 < V \leq 5$	0,4	-0,1	-0,2	-0,4	1,1
Sierpień/Aug	$2 < V \leq 5$	0,4	-0,1	0,0	0,0	1,0
Wrzesień/Sep	$2 < V \leq 5$	0,3	0,0	-0,2	0,0	0,5
Październik/Oct	$2 < V \leq 5$	0,5	0,1	-0,1	0,1	0,2
Listopad/Nov	$2 < V \leq 5$	0,3	0,0	-0,2	0,2	0,4
Grudzień/Dec	$2 < V \leq 5$	0,2	0,0	-0,2	0,1	0,0
Styczeń /Jan	$V > 5$	0,3	0,2	-0,2	0,2	0,0
Luty/Feb	$V > 5$	0,3	0,0	-0,2	0,2	0,1
Marzec/March	$V > 5$	0,4	0,2	-0,1	0,3	0,0
Kwiecień/April	$V > 5$	0,6	0,2	-0,6	0,0	0,4
Maj/May	$V > 5$	0,1	-0,3	-0,3	0,2	0,2
Czerwiec/June	$V > 5$	0,6	0,2	0,2	-0,1	1,5
Lipiec/July	$V > 5$	0,3	-0,4	0,1	0,2	0,2
Sierpień/Aug	$V > 5$	0,5	0,0	0,0	-0,4	1,0
Wrzesień/Sep	$V > 5$	0,5	-0,3	-0,1	0,3	0,2
Październik/Oct	$V > 5$	0,6	0,2	0,2	0,1	0,4
Listopad/Nov	$V > 5$	0,4	0,1	-0,3	0,0	0,4
Grudzień/Dec	$V > 5$	0,2	0,1	-0,2	0,2	0,1

Objaśnienia: t – średnia temperatura powietrza, t_{max} – średnia maksymalna temperatura powietrza, t_{min} – średnia minimalna temperatura powietrza, e – średnie ciśnienie pary wodnej, d – średni niedosyt wilgotności powietrza.

Explanations: t – mean air temperature, t_{max} – mean maximum air temperature, t_{min} – mean minimum air temperature, e – mean actual vapour pressure, d – mean vapour pressure deficit.

WNIOSKI

1. Dolina Wisły charakteryzowała się na ogół wyższymi średnimi temperaturami powietrza w porównaniu z otaczającą ją wysoczyzną, przy czym wzrost prędkości wiatru i wielkości zachmurzenia prowadził do powiększania się tych różnic.

2. Średnie temperatury minimalne w dolinie były wyraźnie niższe od notowanych na wysoczyźnie a wzrost zachmurzenia jak i prędkości wiatru prowadziły do wyraźnego zmniejszania się tych różnic.

3. Większa rozpiętość temperatur ekstremalnych w dolinie niż na wysoczyźnie, świadcząca o znacznych gradientach temperatury, związana jest głównie ze ściszeniem się wiatrów w dolinie Wisły.

4. Znacznie wyższe wartości niedosytów wilgotności powietrza, niezależnie od prędkości wiatru i wielkości zachmurzenia (średnio 0,6-0,9 hPa) notowano w cieplej porze roku w dolinie rzeki niż na wysoczyźnie. W chłodnej porze roku zróżnicowanie to było wyraźnie mniejsze 0,1-0,3 hPa.

PIŚMIENNICTWO

- Bąk B., 2003. Warunki klimatyczne Wielkopolski i Kujaw. Wyd. IMUZ, T. 3, z. 9, 9-38.
- Gołaszewski D., 2004. Próba oceny wpływu dolin rzecznych na kształtowanie się wybranych parametrów meteorologicznych. *Przegl. Nauk. Inż. i Kształt. Środ.*, R XIII, 2(29), 55-65.
- Hohendorf E., 1970a. Niedosyty wilgotności powietrza niektórych dolin rzecznych polskiego półbrzeża Bałtyku. *Wiad. IMUZ*, T. IX, z. 1, 29-47.
- Hohendorf E., 1970b. Redukcja niedosytów wilgotności powietrza z wysoczyzny do doliny w rejonie Kanału Bydgoskiego i dolnej Wisły. *Wiad. IMUZ*, T. IX, z. 1, 49-74.
- Jakubczak Z., 1970. Porównanie niedosytów wilgotności powietrza na wysoczyźnie i w dolinie Wisły w rejonie Puław. *Wiad. IMUZ*, T. IX, z. 1, 75-85.
- Kasperska W., 1998. Wpływ uwilgotnienia gleby i stanu roślinności na wielkość ewapotranspiracji łąkowej w dolinie Noteci. Praca doktorska, IMUZ, Bydgoszcz.
- Konopko S., 1992. Zróżnicowanie klimatu lokalnego siedlisk łąkowych w dolinach na przykładzie badań w dolinie Noteci. *Wiad. IMUZ*, T. XVII, z. 2, 59-79.
- Kozłowska-Szczęśna T., 1964. Porównanie klimatu Ciechocinka i Inowrocławia. *Przegl. Geofiz. R.*, IX(XVII), z. 3-4, 1-28.
- Łykowski B., Madany R., 1988. Klimat doliny Neru na odcinku Łódź – Poddębice ze szczególnym uwzględnieniem okolic Puczniewa. *Rozpr. Nauk. i Monogr. SGGW – AR*, Warszawa, ss. 46.
- Parczewski W., 1960. O klimacie lokalnym pradoliny Wisły w rejonie Warszawy. *Zesz. Nauk. SGGW, Mel. Roln.* 3-47.

ASSESSMENT OF THERMAL AND AIR HUMIDITY CONDITIONS
IN THE VISTULA RIVER VALLEY IN WARSAW REGION

Dariusz Gołaszewski, Małgorzata Kleniewska

Division of Meteorology and Climatology
Department of Hydraulic Engineering and Environmental Recultivation
Warsaw University of Life Sciences
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
e-mail: dariusz_golaszewski@sggw.pl

Abstract. The study was based on archive material collected in the years 1960-1975. Results were performed in two meteorological stations: Obory- the station which lies in the Vistula Valley and Warszawa Wolica lies at a relative height of 16-17 meters which confines the valley. For determining of the climate variability in the Vistula Valley and the limited of height, these differences were calculated of: temperature (average, minimum, maximum), mean vapour deficit and vapour pressure and wind velocity. The differences were calculated in an every case: the worth of the parameters which are measured in a valley subtract the analogous worth which was registered on the height. The original datas were split up into subsets which were taken into consideration the different worth of cloudiness and wind velocity. The obtained results make it possible to conclude that the Vistula Valley in the Warsaw area characterized the smaller wind velocities, higher vapour deficit and mean air temperatures compared with surrounded it the height.

Key words: climate of river valleys, temperature, humidity