

Lidia MICHALAK

Zróznicowanie klimatu lokalnego na obszarze Chełma

Различия локального климата в районе города Хелм

Variations of Local Climate in the Chełm Area

Praca niniejsza powstała w wyniku zapotrzebowania ze strony urbanistów na opracowanie klimatu lokalnego Chełma. Celem pracy jest przedstawienie zagadnień klimatycznych najbardziej istotnych z punktu widzenia planowania dalszego rozwoju przestrzennego miasta. Omówione zostały problemy zapylenia powietrza przez cementownię, zmienność temperatur minimalnych na obszarze miasta oraz przestrzenne zróżnicowanie warunków klimatu lokalnego Chełma.

WARUNKI FIZJOGRAFICZNE CHEŁMA

Chełm znajduje się we wschodniej części Polski, położenie miasta wyznaczają współrzędne geograficzne $51^{\circ}07'$ szerokości geograficznej północnej i $23^{\circ}30'$ długości geograficznej wschodniej.

Zgodnie z podziałem Polski na regiony fizyczno-geograficzne Kondrackiego (1977) Chełm położony jest na Polesiu w krainie zwanej Pogóry Chełmskie. Według Chałubińskiej i Wilgata (1954) Chełm znajduje się w zasięgu Pagórów Chełmskich, które są regionem wchodzącym w skład Wyżyny Lubelskiej.

Rzeźba terenu okolicy Chełma (ryc. 1) charakteryzuje się dużym urozmaiceniem powierzchni, wynikającym z różnorodnych właściwości litologicznych skał kredowych. Charakterystyczną cechą krajobrazu są odosobnione wzgórza kredowe z kulminacjami zbudowanymi z odpornej na wietrzenie opoki. Najwyższym z nich jest Wzgórze Katedralne wyniesione 235 m n.p.m. Pomiędzy pagórami rozciągają się rozległe obniżenia z licznymi zagłębieniami krasowymi.

Pod względem geologicznym obszar Chełma jest częścią kredowo-jurajskiej formy synklijalnej ciągnącej się od Danii przez Pomorze,

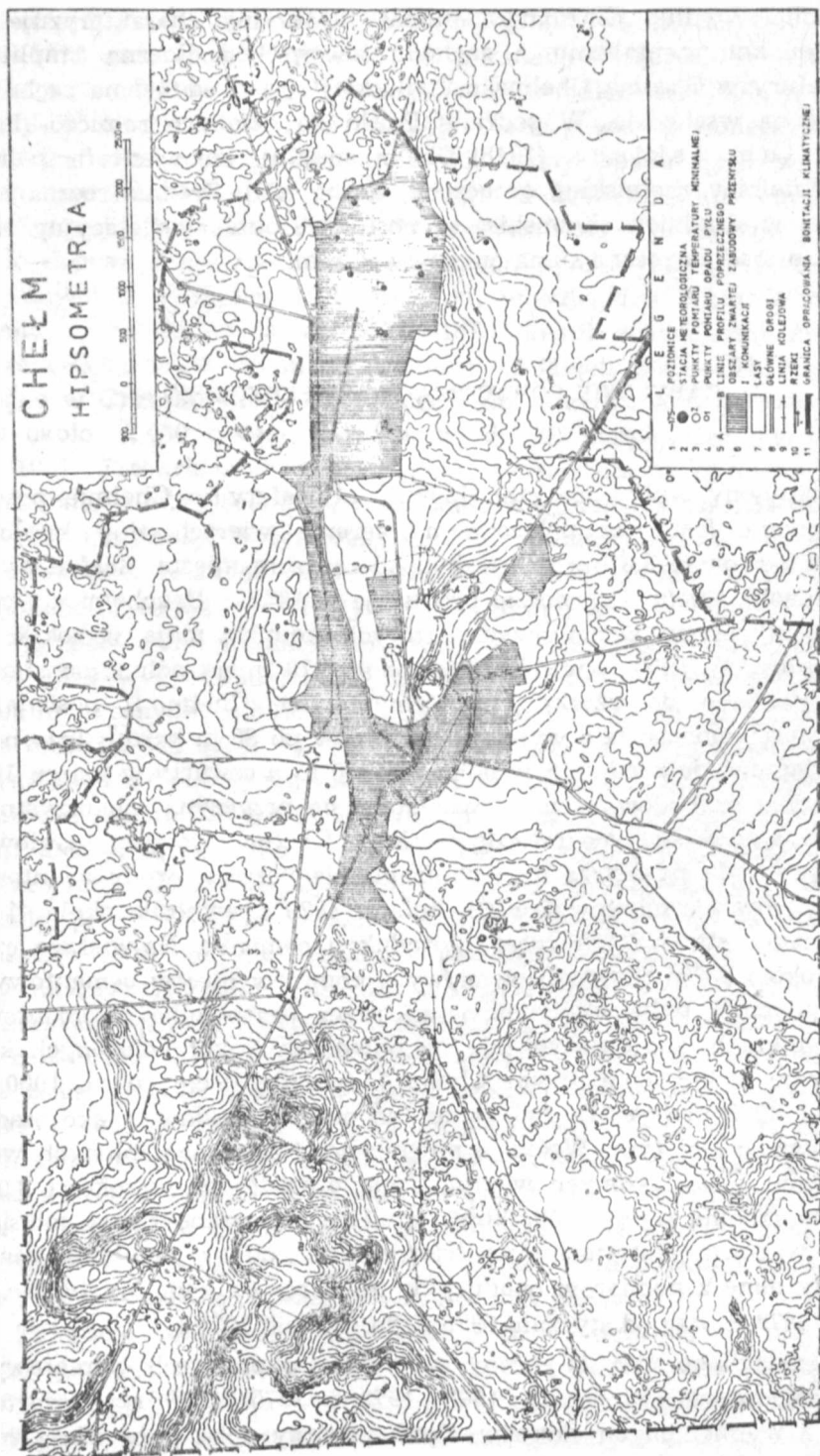
Mazowsze, Wyżynę Lubelską do okolic Lwowa. Na podłożu krystalicznym zalegają utwory prekambryjskie, a następnie gruba warstwa osadowych skał paleozoicznych. Wśród utworów mezozoicznych bardzo ważne miejsce zajmuje kreda. Mięszczość skał wieku kredowego sięga ponad 500 m. Do utworów węglanowych górnej kredy należą: opoki wapienno-krzemionkowe i margliste, margle, wapienie margliste i kreda pisząca. Skały te leżą na powierzchni topograficznej lub są przykryte niezbyt grubą warstwą utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych głównie w dolinach i obniżeniach.

Na obszarze Chełma obserwuje się ubóstwo wód powierzchniowych. Z południa na północ przepływa przez teren miasta mała rzeka Uherka, lewobrzeżny dopływ Bugu. Szerokość koryta Uherki podczas średnich stanów wody wynosi 2,0—2,5 m, głębokość wody sięga do 1,0 m. Zmeliorowana dolina Uherki jest rozległa i płaska. Poniżej Chełma wody tej rzeki są silnie zanieczyszczone ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Wody podziemne okolic Chełma ogólnie można podzielić na: wody w spękanych utworach kredowych i wody w utworach czwartorzędowych. Główny poziom wodonośny typu szczelinowo-warstwowego w kredzie znajduje się na wysokości około 170—180 m n.p.m. Zachodzi ścisły związek pomiędzy rzeźbą terenu i głębokością występowania poziomu wodonośnego. Głębokość do wody podziemnej na wzgórzach i wyniosłościach jest rzędu kilkunastu i kilkudziesięciu metrów. Wody czwartorzędowe występują na wysokości około 178—189 m n.p.m. w dolinach i obniżeniach terenu. Poziom tych wód ulega dużym wahaniom sezonowym w zależności od warunków atmosferycznych i od stanu wody w rzece.

Gleby obszaru Chełma to głównie rędziny, powstałe z utworów kredowych, o zróżnicowanej wartości użytkowej (II—IV klasa bonitacyjna). Występują one głównie na wzgórzach i wyniosłościach terenu. W dolinach i obniżeniach zalegają gleby wykształcone z utworów czwartorzędowych. Są to gleby bielcowe i brunatne oraz mady i czarne ziemie. Gleby czwartorzędowe zakwalifikowane zostały od III do VI klasy bonitacyjnej.

Chełm jest miastem dość ubogim w zieleni. Znajdują się tu dwa parki: stary w dolinie Uherki o powierzchni 9 ha z zielenią wysoką i nowy na Górze Katedralnej zajmujący 12 ha terenu z zielenią niską. Na południo-wschód od miasta leży las Borek o powierzchni około 250 ha, na zachód duży kompleks lasu mieszanego o powierzchni około 1300 ha.

Według podziału Polski na regiony klimatyczne dokonanego przez Romera (1949) Chełm leży w Krainie Chełmsko-Podlaskiej oznaczonej symbolem C₁₁. Kraina Chełmsko-Podlaska należy do Krainy Wiel-



Ryc. 1. Chełm. Hipsometria
Chełm. Hypsometry

kich Dolin. Według E. Romera klimat tej krainy charakteryzuje się wzrostem kontynentalizmu z zachodu na wschód. Roczna amplituda temperatury w Krainie Chełmsko-Podlaskiej rośnie od 21° na zachodzie do $22,5^{\circ}$ na wschodzie. W podziale Polski na dzielnice rolniczo-klimatyczne Gumińskiego (1948) Chełm znajduje się w strefie północnej w dzielnicy chełmskiej, oznaczonej liczbą XIII. Średnia roczna temperatura w dzielnicy chełmskiej wynosi $7,5^{\circ}$, okres wegetacyjny trwa 205 dni, a średnia roczna suma opadów 580 mm.

ZAPYLENIE POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO

Negatywny wpływ na stan higieny atmosfery w Chełmie posiada cementownia. Jest ona położona na terenie wierzchowyiny kredowej w odległości około 4,0 km na wschód od centrum miasta. Zakład zwany Cementownią Chełm I rozpoczął produkcję w 1960 r. Uruchomiono wówczas osiem pieców cementowych, których kominy mają wysokość po 60 m każdy. W 1970 r. w odległości około 470 m na północ od starego zakładu oddano do użytku tzw. Cementownię Chełm II posiadającą cztery piece cementowe o wysokości kominów po 80 m każdy. Trzy nowe piece włączono do produkcji w połowie 1970 r., a czwarty w marcu 1973. Dynamiczna rozbudowa cementowni stała się przyczyną niekorzystnych zmian w środowisku geograficznym okolic Chełma. Dotyczy to głównie zanieczyszczenia powietrza oraz obniżania się poziomu wody gruntowej. Emisja pyłów z cementowni w Chełmie w 1979 r. wynosiła około 41 tysięcy ton, co stanowi 2% rocznej produkcji cementu. Największą część emisji (około 83%) stanowiły wyziewy z kominów pieców cementowych. Pomiary opadu pyłu wykonywane są przez pracowników cementowni w 32 punktach, znajdujących się na obwodach 4 kół położonych koncentrycznie wokół cementowni Chełm I, w odległości 500 m, 1000 m, 2000 m i 3000 m (ryc. 1). Pył pobierano metodą osadową. Jako osadników używano słoików typu Wecka o pojemności 1 litra napełnionych wodą destylowaną i zawieszonych w przestrzeni otwartej na wysokości 3,0 m nad powierzchnią terenu. Wielkość zapylenia oznaczano raz w miesiącu metodą wagową. Materiałem wyjściowym do analizy zapylenia powietrza były dane z pomiarów opadu pyłu za okres od kwietnia 1968 r. do grudnia 1972 r. oraz od stycznia 1975 r. do grudnia 1979 r.

Przedstawiono (tab. 1) roczny opad pyłu w punktach pomiarowych wokół cementowni w latach 1968—1972 i 1975—1979 oraz wartości średnie z wymienionych okresów. Średni roczny opad pyłu większy od

dopuszczalnego dla obszarów chronionych ($250 \text{ t/km}^2/\text{rok}$) w okresie 1968—1972 występował głównie w punktach leżących w odległości 500 m od cementowni i tylko wyjątkowo w odległości 1000 m (punkt nr 16). W latach 1975—1979 nastąpił znaczny wzrost zanieczyszczenia powietrza; przekroczenie dopuszczalnej normy opadu pyłu w wartościach średnich wystąpiło już w odległości 2000 m (punkt nr 18) od źródeł emisji. W latach 1968—1972 obserwowano sporadyczne przekroczenie dopuszczalnej rocznej normy opadu pyłu w odległości 2 km od cementowni, a w okresie 1975—1979 już w odległości 3 km. Wzrost zapylenia powietrza w latach 1975—1979 wokół cementowni związany był ze zwiększeniem produkcji cementu. W latach 1968—1972 wyprodukowano w Chełmie około 7890 tysięcy ton cementu, a w okresie 1975—1979 około 13 630 tysięcy ton. Bardzo dużym zapyleniem wyróżnił się rok 1977. Przekroczenie dopuszczalnej normy opadu pyłu w 1977 r. zanotowano w odległości 3 km od zakładu w punkcie nr 25 ($252 \text{ t/km}^2/\text{rok}$) i 26 ($387 \text{ t/km}^2/\text{rok}$). W tym samym roku wystąpiły również bardzo wysokie wartości rocznego opadu pyłu w odległości 2 km od cementowni w punkcie nr 18 ($642 \text{ t/km}^2/\text{rok}$) i 24 ($544 \text{ t/km}^2/\text{rok}$).

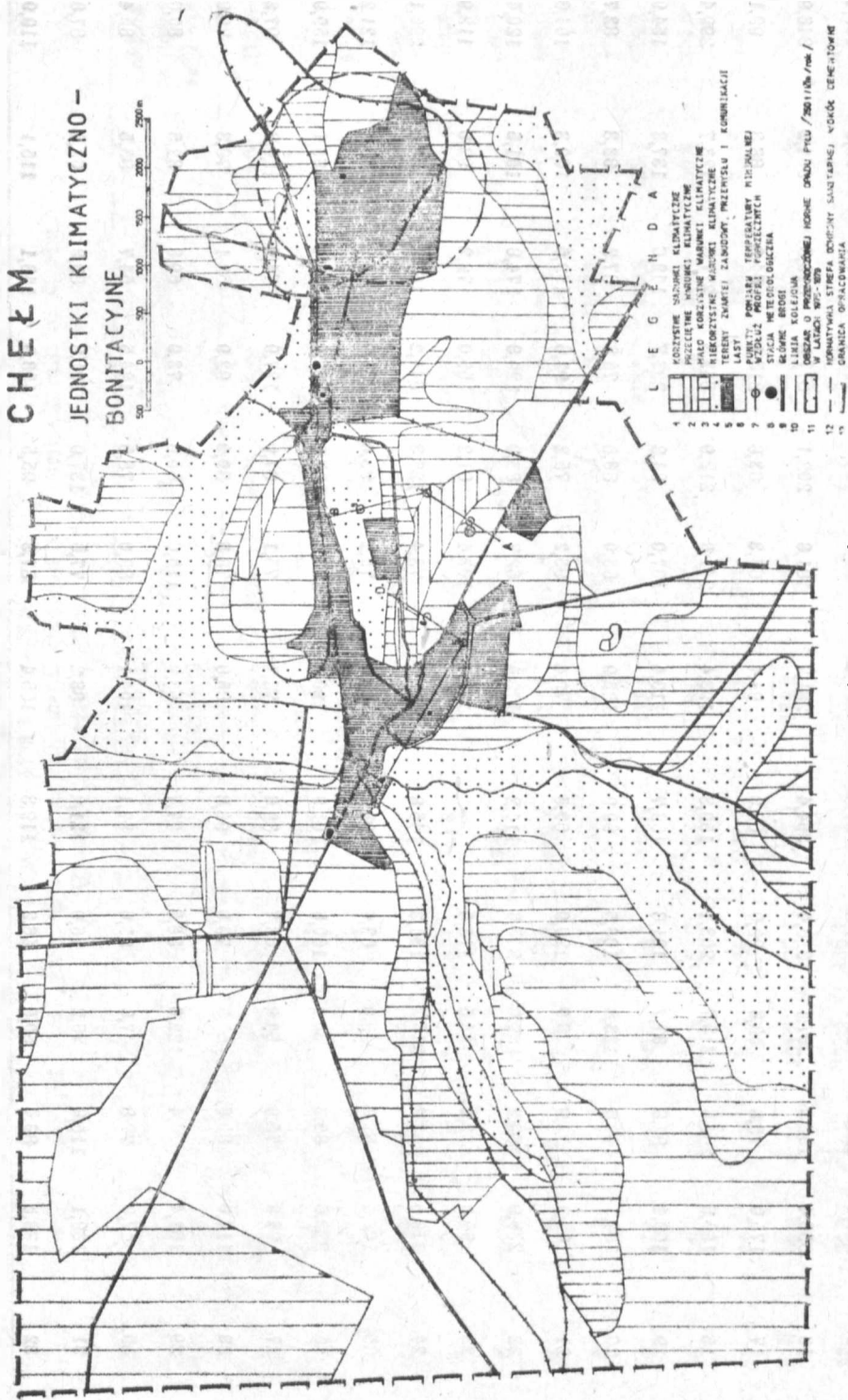
Na podstawie średnich rocznych wartości opadu pyłu w latach 1975—1979 wykreślono na mapie klimatyczno-bonitacyjnej i jednostek topoklimatycznych izolinie dopuszczalnej normy opadu pyłu dla obszarów chronionych (ryc. 2). Na podstawie ryc. 2 można stwierdzić, że obszar o przekroczonej normie opadu pyłu był dość duży. Najdalej od cementowni izolina $250 \text{ t/km}^2/\text{rok}$ rozciąga się w kierunku północno-wschodnim. Odległość ta wynosiła około 2,5 km. Jednak w niektórych latach przekroczenie dopuszczalnej normy opadu pyłu osiągało, jak już wspomniano, ponad 3 km od zakładu. W kierunku zachodnim izolina opadu pyłu $250 \text{ t/km}^2/\text{rok}$ nie sięgała wschodnich krańców Chełma. Jednak przy niesprzyjających warunkach meteorologicznych: w czasie ciszy atmosferycznych, przy inwersjach termicznych, mgłach i wiatrach wschodnich całe miasto spowite jest szarą chmurą dymu i pyłu. Należy również zaznaczyć, że metoda sedymentacyjna badania opadu pyłu stosowana w cementowni pozwala na uchwycenie zaledwie części emitowanych zanieczyszczeń. Do słoików opadają bowiem tylko pyły gruboziarniste, a drobne najbardziej szkodliwe unoszą się bardzo długo w powietrzu i opadają na powierzchnię terenu dopiero w dużych odległościach od emitorów. Dlatego obok pomiarów opadu pyłu powinno się wykonywać również badania stężenia zanieczyszczeń powietrza.

Zależność rocznego i miesięcznego opadu pyłu od warunków meteorologicznych w latach 1968—1972 została opracowana (Michalak 1975). Podobnej analizy nie można przeprowadzić dla okresu 1975—1979 ze względu na likwidację stacji meteorologicznej w Chełmie w 1976 r.

Tab. 1. Roczny opad pyłu w punktach pomiarowych wokół cementowni w Chełmie w latach 1968—1972 i 1975—1979 (w t/km.²/rok)
Annual dust precipitation at measurement sites around a cement mill at Chełm in 1968—1972 and 1975—1979 (in t/km.²/year)

Numer punktu	1968	1969	9170	1971	1972	Srednia za okres 1968—72		1975	1976	1977	1978	1979	Srednia za okres 1975—79
1	143,1	160,0	479,3	529,9	467,0	355,9	692,1	643,5	851,1	756,9	635,6	715,8	
2	263,4	469,2	701,8	465,7	486,2	477,2	880,8	512,6	585,8	572,3	659,0	642,1	
3	178,7	189,2	349,6	282,6	205,3	241,1	469,8	401,2	394,1	486,8	405,7	431,5	
4	385,4	377,2	744,0	—	219,3	431,5	400,3	238,7	241,0	452,8	379,8	336,5	
5	109,5	167,5	74,8	140,3	151,8	128,8	167,1	221,8	212,7	402,4	355,9	271,9	
6	307,3	190,2	—	—	210,0	235,8	165,7	282,5	196,7	197,7	259,7	220,4	
7	291,0	362,6	554,6	457,3	466,2	426,4	798,6	673,4	477,9	680,5	509,9	628,0	
8	—	—	—	—	—	—	1064,9	1798,2	1874,3	1126,1	1031,7	1379,0	
9	117,5	139,8	144,3	189,3	148,4	147,9	214,0	219,4	366,6	195,3	225,7	244,2	
10	55,1	78,1	133,2	156,8	121,9	109,0	252,9	225,5	451,5	206,7	150,8	257,5	
11	69,5	137,8	97,6	156,8	157,2	123,8	169,9	144,8	274,1	132,9	89,1	162,2	
12	169,3	80,5	201,5	134,7	285,0	174,2	93,4	72,8	91,3	94,5	76,8	85,8	
13	94,8	111,6	151,5	136,3	144,0	127,6	119,8	91,7	96,4	171,1	99,3	115,7	
14	74,3	71,4	101,2	195,5	130,4	114,5	235,2	135,1	94,8	121,0	85,7	134,4	

15	363,4	129,3	176,1	221,6	187,6	211,6	82,2	143,5	151,4	77,7	92,5	109,4
16	356,4	152,3	207,1	328,4	364,4	281,7	181,8	202,1	677,2	319,5	364,2	348,9
17	175,0	75,8	58,8	99,0	63,3	94,4	63,3	63,8	215,1	64,9	88,3	99,1
18	109,5	284,5	210,7	203,1	159,3	193,4	241,0	212,9	642,3	277,3	123,7	299,4
19	108,1	92,8	87,7	121,8	158,7	113,4	167,0	94,2	233,7	142,6	137,3	154,9
20	154,1	140,6	123,6	106,5	89,9	122,9	83,0	86,8	73,2	87,2	83,3	82,7
21	82,2	53,9	78,9	120,9	60,5	79,4	96,2	75,2	92,6	150,0	109,3	104,6
22	236,9	135,3	129,9	245,8	114,2	172,4	62,7	83,2	129,8	174,8	151,5	120,4
23	98,8	160,0	94,5	113,5	—	116,7	163,4	81,2	155,0	72,2	92,9	112,9
24	216,6	223,8	276,3	134,3	145,8	199,4	73,4	128,3	544,2	184,3	120,6	206,1
25	103,4	66,3	99,0	62,6	96,0	85,5	75,2	93,0	251,9	95,8	90,2	121,2
26	222,6	86,6	30,0	160,8	101,9	120,4	110,4	127,2	387,4	88,4	86,1	159,9
27	96,8	75,9	64,9	63,7	89,6	78,2	75,1	87,9	127,9	74,9	120,3	97,2
28	117,0	82,6	55,8	75,9	96,8	85,6	78,5	89,0	92,9	62,1	78,3	79,8
29	162,4	78,4	122,0	86,5	77,7	63,2	110,0	66,6	73,9	69,5	82,5	80,6
30	47,8	72,8	47,8	95,6	52,1	104,1	89,0	75,5	124,5	54,7	83,5	85,4
31	130,1	115,8	76,2	76,9	121,2	88,2	77,6	137,9	101,9	58,2	63,2	87,8
32	138,5	86,4	50,5	46,2	119,3	105,4	87,3	95,5	158,9	143,1	115,1	119,9

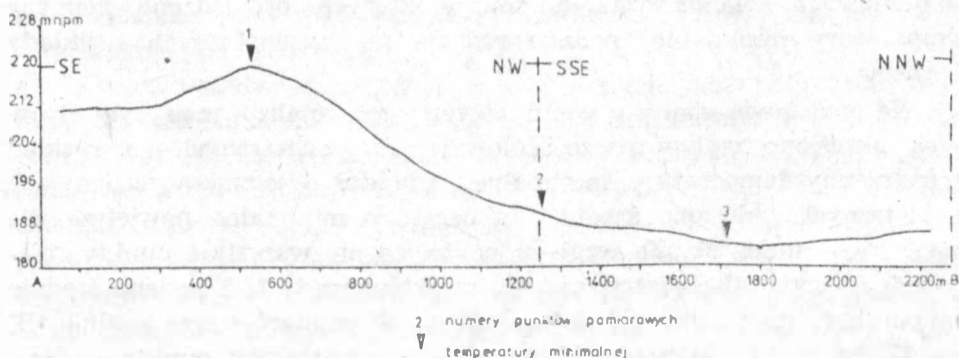


Ryc. 2. Chełm. Jednostki klimatyczno-bonitacyjne
 Chełm. Climatic-bonitation units

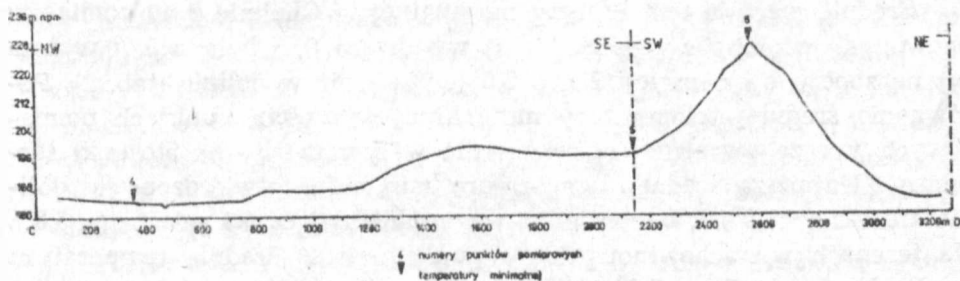
LOKALNE ZRÓŻNICOWANIE WARUNKÓW TERMICZNYCH

Jednym z najbardziej istotnych elementów klimatu dla życia ludzi i całej biosfery jest temperatura powietrza. Dlatego poznanie stosunków termicznych danego terenu stanowi podstawę do określenia właściwości klimatu lokalnego. Bardzo ważne jest poznanie wpływu lokalnej rzeźby (ekspozycji zboczy i stopnia ich nachylenia) na wielkość natężenia promieniowania słonecznego. Urozmaiczone formy rzeźby terenu powodują w ciągu bezchmurnych i bezwietrznych nocy grawitacyjne sploty lokalne chłodnego powietrza, które zazwyczaj wypełniają wszelkie obniżenia, przyczyniając się między innymi do powstania inwersji termicznych i mrozowisk (Skoczek 1964).

W celu poznania wpływu rzeźby terenu na warunki klimatyczne w Chełmie wykonano w latach 1975—1976 serie pomiarów temperatury minimalnej powietrza, którą uznano za najlepszy wskaźnik zróżnicowa-



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny terenu wzdłuż linii A—B
 Section A—B of the area



Ryc. 4. Przekrój poprzeczny terenu wzdłuż linii C—D
 Section C—D of the area

nia termicznego badanego obszaru (Hess, Niedźwiedz, Obrębska-Starkłowa 1977, Niedźwiedz 1973, Skoczek 1964). Punkty pomiarowe rozmieszczono tak, aby można było przeprowadzić analizę oddziaływania rzeźby na stosunki termiczne. Punkty nr 3 i 4 reprezentowały dna dolin, punkt nr 2 — zbocze doliny o ekspozycji północnej, punkt nr 5 — zbocze doliny o ekspozycji południowej i punkty nr 1 i 6 — najwyższe wierzchwinowe partie miasta (ryc. 1). W celu lepszego zilustrowania położenia punktów pomiarowych wykonano przekroje poprzeczne terenu (ryc. 3 i 4). Pokrycie terenu przez szatę roślinną było wszędzie podobne (niska trawa). Serie pomiarów temperatury minimalnej wykonano w trzech punktach (1, 2, 3) w dniach od 14 X do 30 X 1975 r. i we wszystkich sześciu punktach w dniach od 31 X do 13 XI 1975 r., 26 XI do 23 X 1975 r., 29 I do 31 I 1976 r. i 22 IX do 24 IX 1976 r. Z wyjątkiem kilku dni w październiku i listopadzie 1975 r. obserwacje odbywały się przy pogodzie antycyklonalnej. Odczyt temperatury minimalnej dokonywany był jeden raz dziennie w godzinach południowych. Dla wszystkich dni, w których prowadzono pomiary temperatury minimalnej podano rodzaje mas powietrznych i układy baryczne.

Na podstawie danych pomiarowych oraz analizy map synoptycznych określono wpływ poszczególnych mas powietrznych na rozkład przestrzenny temperatury minimalnej. Dla dni o jednakowych masach powietrznych obliczono średnie temperatury minimalne powietrza dla wszystkich stanowisk. Ze względu na to, że nie wszystkie punkty miały jednakową liczbę obserwacji, dla punktów nr 1, 2, 3 podano średnie temperatury minimalne (A) ze wszystkich 40 pomiarów oraz średnie (B) dla 23 dni w celu porównania wyników z pozostałymi punktami. Największe różnice termiczne w przygruntowej warstwie powietrza występowały przy pogodzie antycyklonalnej bezchmurnej i bezwietrznej. Najmniejsze zaś — w czasie pogody cyklonalnej, pochmurnej i wietrznej.

Średnia wartość temperatury minimalnej w Chełmie z 40 pomiarów na wierzchwinie (w punkcie nr 1) wynosząca $0,5^{\circ}$ była o $0,1^{\circ}$ wyższa niż na zboczu o ekspozycji N i o $2,0^{\circ}$ wyższa niż w dolinie (tab. 2). Porównanie średniej temperatury minimalnej w sześciu punktach pomiarowych jeszcze wyraźniej odzwierciedla wpływ rzeźby na stosunki termiczne. Najniższą średnią temperaturę minimalną stwierdzono w dolinie Uherki ($-5,9^{\circ}$) i w obniżeniu we wschodniej części miasta ($-5,5^{\circ}$). Na terenach wierzchwinowych (w punkcie nr 1) średnia temperatura minimalna wynosiła $-3,9^{\circ}$ i w punkcie nr 6 $-4,4^{\circ}$. Średnia temperatura minimalna obliczona dla dwu punktów zlokalizowanych na wierzchwinie (punkt 1 i 6) miała wartość $-4,2^{\circ}$, a dla doliny (punkt 3 i 4)

-6,0°. Poziomy wierzchowinowe okolicy Chełma w okresach pomiarów były więc cieplejsze od dolin średnio o 2°. Zbocze o ekspozycji północnej posiadało średnią temperaturę minimalną zbliżoną do temperatury minimalnej wierzchowin. Najkorzystniejsze warunki termiczne panowały na zboczu o ekspozycji południowej. Zbocze to posiadało temperaturę minimalną wyższą przeciętnie o 3° od temperatury minimalnej dna doliny i około 1,3° od temperatury minimalnej wierzchowiny.

W niektórych dniach z pogodą wyżową różnice temperatury minimalnej w poszczególnych formach rzeźby terenu dochodziły w Chełmie do 9°. Na przykład dnia 31 I 1976 r. przy układzie wyżowym z udziałem powietrza arktycznego temperatura minimalna w dnie doliny Uherki wynosiła -25,1°, na wierzchowinie -19,4° i -20,0°, a na zboczu południowym -16,0°. Duże zróznicowanie temperatury pomiędzy dnem doliny a zboczem o ekspozycji południowej (wynoszące 7,1°) zanotowano w dniach 29 i 30 I 1976 r. przy pogodzie antycyklonalnej w masie powietrza arktycznego. Najmniejsze wahania temperatury minimalnej rzędu 0,5° obserwowano w czasie pogody cyklonalnej. Pogoda niżowa pochmurna i wietrzna prowadziła do zaniku różnic termicznych między obszarami dolin a wierzchowiną.

Różne właściwości fizyczne poszczególnych mas powietrza powodują, że odmiennie oddziałują one na stosunki termiczne w przygruntowej warstwie powietrza. Przestrzenne zróznicowanie temperatury minimalnej w poszczególnych masach powietrznych na terenie miasta Chełma ilustruje tab. 3. Średnie „a” obliczone dla trzech punktów na podstawie 40 pomiarów wykonywanych podczas pogody cyklonalnej i antycyklonalnej, a średnie „b” dla sześciu punktów z 23 pomiarów temperatur minimalnych przy udziale pogody antycyklonalnej.

Największe zróznicowanie temperatur minimalnych w Chełmie występowało w czasie pogody antycyklonalnej z udziałem mas Pk i A. Różnica pomiędzy średnimi wartościami temperatury minimalnej w dolinie Uherki i na zboczu południowym w masie powietrza Pk wynosiła 3,9°, a w masie A — 3,1°. Najmniejsze różnice w wartościach temperatury minimalnej zanotowano w powietrzu Pms (2,0°) i Pm (2,5°). W poszczególnych punktach pomiarowych najwyższe wartości średniej temperatury minimalnej występowały w masie powietrza Pk, a najniższe w powietrzu Pms lub Pm. Najniższe średnie temperatury minimalne obserwowano w punktach usytuowanych w dnach dolin (wynosiły one -10,0°) w masie powietrza Pk, najwyższe zaś na zboczu o ekspozycji południowej (2,8°) w powietrzu Pms.

Wyniki badań potwierdziły bardzo duży wpływ rzeźby terenu na rozkład przestrzenny temperatur minimalnych w Chełmie i były pomocne przy opracowaniu bonitacji klimatycznej miasta.

Tab. 2. Temperatura minimalna powietrza w punktach pomiarowych
Minimum air temperature at measurement sites

Data pomiaru	Numery punktów pomiarowych						Masa powietrza	Układ baryczny
	1	2	3	4	5	6		
14 X 1975	3,5	3,0	3,5				A	W
15 X 1975	5,0	5,0	5,5				A	Z
16 X 1975	2,0	1,5	1,5				Pm	B
17 X 1975	-1,6	-1,6	-2,5				Pms	Z
18 X 1975	6,5	6,5	1,5				Pms	Cn
19 X 1975	6,9	6,0	7,0				Pms	Cn
20 X 1975	5,9	5,0	4,0				Pms	Z
21 X 1975	7,1	6,5	6,0				Pm	Cw
22 X 1975	7,2	6,5	6,0				Pms	Cw
23 X 1975	4,5	3,0	4,0				Pk	Cw
24 X 1975	-1,6	-1,5	-2,0				Pk	Cw
25 X 1975	3,5	2,0	-4,5				Pk	Cw
26 X 1975	5,4	5,1	5,0				Pk	Cw
27 X 1975	4,2	3,0	2,0				Pk	Cw
28 X 1975	2,3	3,0	0,0				Pm	Z
29 X 1975	3,5	4,0	3,5				Pm	Cw
30 X 1975	5,0	2,5	0,1				Pm	W
31 X 1975	1,0	1,5	0,0	0,5	1,0	0,5	Pm	W
1 XI 1975	3,1	2,5	1,2	2,2	2,6	1,8	A	Cw
2 XI 1975	-1,0	-1,5	-3,1	-4,5	-1,4	-1,7	Pm	B

3 XI 1975	1,5	-1,5	-3,5	-3,0	-1,3	-1,1	Pms	Cw
4 XI 1975	1,5	3,5	1,0	1,0	4,8	1,5	Pm	B
5 XI 1975	1,0	3,5	2,5	3,5	4,5	1,2	Pms	W
6 XI 1975	4,5	4,2	3,5	3,3	5,2	4,5	Pms	W
7 XI 1975	4,5	5,5	5,0	5,1	5,0	3,8	Pk	W
8 XI 1975	2,5	3,2	2,5	4,2	4,6	2,5	Pk	Cw
9 XI 1975	-5,5	-4,8	-7,5	-7,0	-3,0	-5,0	Pk	Cw
10 XI 1975	-6,5	-6,0	-8,5	-8,7	-6,0	-6,0	Pk	Cw
11 XI 1975	-4,5	-5,0	-7,5	-6,5	-3,0	-4,5	Pk	Cw
12 XI 1975	-4,0	-3,2	-5,0	-5,1	-3,0	-4,5	Pk	Cw
13 XI 1976	-2,5	-2,5	-4,5	-3,5	-2,5	-3,5	Pk	Cw
26 XI 1975	-16,3	-15,0	-18,5	-18,8	-14,6	-17,0	Pk	Cw
27 XI 1975	-15,5	-13,0	-16,5	-17,0	-12,5	-15,0	Pk	Cw
28 XI 1975	-3,5	-6,0	-7,5	-7,0	-5,0	-4,0	Pk	W
29 I 1976	-12,6	-14,0	-16,8	-17,1	-10,0	-12,8	A	Cw
30 I 1976	-16,4	-17,0	-20,1	-20,0	-13,0	-16,3	A	W
31 I 1976	-19,4	-20,0	-24,8	-25,1	-16,0	-19,8	A	W
22 IX 1976	-1,5	-1,8	-3,0	-3,4	-1,0	-1,2	Pk	W
23 IX 1976	0,8	-2,0	-3,2	-3,5	0,5	-1,5	Pk	W
24 IX 1976	-2,5	-4,5	-6,2	-6,0	-2,0	-3,5	Pk	Cw
Srednie A od 14 X 75-24 IX 76	-0,53	0,86	-4,49	-5,93	-2,86	-4,41		
Srednie B od 31 X 75-24 IX 76	-3,94	-4,08	-5,46	-5,93	-2,86	-4,41		

JEDNOSTKI TOPOKLIMATYCZNE NA OBSZARZE CHEŁMA

Na terenie Chełma wyznaczono jednostki topoklimatyczne (ryc. 5) metodą zaproponowaną przez Paszyńskiego (1966, 1980) opartą na strukturze wymiany ciepła w ciągu całej doby. Podział na grupy przeprowadzono na podstawie wymiany ciepła między podłożem a atmosferą w nocy, a na typy w dzień. Z uwagi na brak pomiarów meteorologicznych na terenach leśnych nie określono na nich jednostek klimatycznych. Poznanie właściwości klimatycznych obszarów leśnych wymaga gęstej sieci punktów pomiarowych, gdyż lasy charakteryzują się specyficznymi warunkami klimatycznymi, zależnymi od gęstości lasu, wieku i gatunku drzewostanu oraz podszycia.

Do grupy I zaliczono tereny o ożywionej wymianie turbulencyjnej między podłożem a atmosferą. Dzięki spadkom terenu $> 5^\circ$ podczas nocy nie ma warunków do zalegania zimnego powietrza przy powierzchni terenu i lokalnych przymrozków. Należą tu zbocza i kulminacje wzgórz kredowych we wschodniej części miasta, na południo-zachodzie: Kol. Żółtańce, Kol. Weremowice, Kol. Marysin, na zachodzie — wzdłuż drogi do Zawadówki, Lublina i Włodawy oraz na zachód od lasu Zawadówek. W grupie I wyróżniono 3 typy klimatyczne: typ a — o zwiększonym dopływie promieniowania, są to zbocza o ekspozycji południowej, typ b — o promieniowaniu równym lub niewiele różniącym się od otrzymywanego przez powierzchnię poziomą, typ c — o zmniejszonym dopływie promieniowania, są to zbocza o ekspozycji północnej.

Do grupy II należą tereny płaskie lub o niewielkim spadku mające przeciętne warunki dla rozwoju wymiany ciepła między podłożem a atmosferą. Na obszarach tych można liczyć się z występowaniem inwersji temperatury w czasie pogodnych nocy oraz przymrozków pochodzenia lokalnego. Należą tu tereny wyniesione ponad dna dolin przeważnie płaskie na północ i południe od Wzgórza Katedralnego oraz na zachód od doliny Uherki. W grupie II wyróżniono 3 typy klimatyczne ze względu na wymianę ciepłą przez przewodzenie ciepła w zależności od fizycznych właściwości podłoża: typ a — o dużym przewodnictwie cieplnym — na glinach, typ b — o przeciętnym przewodnictwie cieplnym — na rędzinach kredowych, typ c — o słabym przewodnictwie cieplnym — na suchych piaskach.

Grupę III stanowią obszary, na których brak jest wymiany ciepłej podczas pogody radiacyjnej wskutek lokalnej adwekcji nocnej chłodnego powietrza. Wymiana ciepła w warstwie czynnej kształtuje się pod wpływem adwekcji lokalnej. Należy tu dolina Uherki i doliny boczne o największym niebezpieczeństwie przymrozków lokalnych. W grupie III wydzielono 2 typy klimatyczne w zależności od zużycia

ciepła na parowanie: typ a — o przeciętnych stratach ciepła na parowanie — należą tu suche, bardziej wyniesione części dolin, typ b — o najsilniejszych stratach ciepła na parowanie — podmokłe dna dolin.

BONITACJA KLIMATYCZNA OBSZARU CHEŁMA

Podstawę klasyfikacji klimatyczno-bonitacyjnej obszaru Chełma stanowiły wyniki pomiarów terenowych przy zastosowaniu metody Michny, Paczosa i Zinkiewicza (1974, 1978), przyjętej przy wydzielaniu klas bonitacyjnych Nałęczowa i Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Wymienione bonitacje oparte częściowo na metodzie Podlouck'ego (1970) uwzględniają wpływ rzeźby i pokrycia terenu na mikroklimat poszczególnych klas. Metodę tę częściowo zmodyfikowano celem przystosowania jej do warunków orograficznych Chełma. Ze względu na brak pomiarów zanieczyszczenia powietrza na obszarze miasta nie można było uwzględnić tego elementu przy bonitacji klimatycznej. Na mapie klimatyczno-bonitacyjnej przedstawiono tylko obszar o przekroczonej normie opadu pyłu dla obszarów chronionych (250 t/km²/rok) w latach 1975—1979 oraz normatywną strefę ochrony sanitarnej wokół cementowni.

Tab. 3. Średnia temperatura minimalna w wybranych punktach pomiarowych w poszczególnych masach powietrznych w Chełmie

Mean minimum temperature at some measurement sites in individual air masses at Chełm

Numery punktów pomiarowych								Maksymalne różnice
		1	2	3	4	5	6	
A	a	1,40	0,36	-0,36				1,7
	b	-0,25	-1,45	-2,80	-2,67	0,33	-1,10	3,1
Pm	a	2,67	2,62	1,10				1,5
	b	0,50	1,16	0,70	-1,00	1,46	0,10	2,5
Pms	a	3,98	3,57	2,31				1,6
	b	2,33	2,06	0,83	1,26	2,80	1,53	2,0
Pk	a	-4,61	-4,78	-6,95				2,3
	b	-7,62	-7,52	-9,97	-9,73	-6,06	-7,80	3,9

a — średnia z dni: 14 X—13 XI 1975, 26 XI—28 XI 1975
20 I—31 I 1976, 22 IX—24 IX 1976

b — średnia z dni: 14 X—13 XI 1975, 26 XI—28 XI 1975
20 I—31 I 1976, 22 IX—24 IX 1976

Na terenie Chełma wydzielono 4 klasy klimatyczno-bonitacyjne: I klasa — korzystne warunki klimatyczne, II klasa — przeciętne warunki klimatyczne, III klasa — mało korzystne warunki klimatyczne, IV klasa — niekorzystne warunki klimatyczne (ryc. 2).

Klasa I o korzystnych warunkach klimatycznych obejmuje tereny wierzchowinowe o nachyleniu od 0° do 2° , zbocza o ekspozycji południowej, południowo-zachodniej, południowo-wschodniej i zachodniej o nachyleniu od 2° do 10° oraz zbocza o ekspozycji południowej, południo-południowo-zachodniej i południo-południowo-wschodniej i spadku od 10° do 20° . Obszary te leżą poza zasięgiem inwersji i mgieł dolinnych oraz posiadają lepsze warunki insolacyjne, termiczne i wilgotnościowe w porównaniu z pozostałymi klasami. Tereny zakwalifikowane do I klasy klimatycznej otrzymują średnio w roku 110—111% sumy promieniowania krótkofalowego-całkowitego przypadającego na jednostkę powierzchni poziomej (Michna, Zinkiewicz, Paczos 1974). Dodatnią cechą klimatyczną tej klasy jest dobra przewiewność, co zwiększa stopień czystości atmosfery. Do klasy I zakwalifikowano wierzchowiny w północo-zachodniej i południo-zachodniej części badanego terenu, rozległe zbocza wzgórz kredowych w środkowej części terenu (Wzgórze Katedralne), tereny Bazylan na południu i Wolwinowa na wschodzie. Wymienione obszary z wyłączeniem terenów o nadmiernym zanieczyszczeniu powietrza w rejonie cementowni są najbardziej odpowiednie dla lokalizacji obiektów wymagających najlepszych warunków klimatycznych (żłobki, przedszkola, szkoły, szpitale), a także do zabudowy mieszkaniowej.

Klasa II obejmuje tereny o przeciętnych warunkach klimatycznych. Do klasy tej zaliczono zbocza o ekspozycji północnej, północo-zachodniej, północo-wschodniej i wschodniej o nachyleniu 2 — 10° i zbocza o ekspozycji zachodniej o nachyleniu 10 — 20° . Obszary te mają gorsze warunki insolacyjne w porównaniu z klasą I. Otrzymują one średnio rocznie około 108% sumy promieniowania krótkofalowego-całkowitego przypadającego na powierzchnię poziomą (Michna, Zinkiewicz, Paczos 1974). Tereny leżące w II klasie bonitacyjnej cechują się dobrą przewiewnością. Zakwalifikowano do nich wschodni stok Wzgórza Katedralnego i część stoku północnego oraz inne małe fragmenty zboczy. Obszary te są korzystne dla budownictwa mieszkaniowego.

W III klasie o mało korzystnych warunkach klimatu lokalnego znajduje się fragment północnego stoku Wzgórza Katedralnego o nachyleniu 10 — 20° , a także suche doliny i rynny spływu chłodnego powietrza. Ze względu na położenie w stosunku do otaczających terenów na obszarach III klasy następuje spływ chłodnego powietrza. Tereny leżące w sąsiedztwie doliny mogą być objęte zasięgiem inwersji termicznej. Wa-

runki wilgotnościowe, termiczne i insulacyjne w III klasie bonitacyjnej są mniej korzystne niż na terenach zaliczonych do I i II klasy. Tereny zboczy o ekspozycji północnej i nachyleniu 10—20° otrzymują około 80% rocznej sumy promieniowania krótkofalowego-całkowitego przypadającego na powierzchnię poziomą, a tereny suchych dolin otrzymują tyle samo promieniowania co powierzchnia pozioma (Michna, Zinkiewicz, Paczos 1974). Obszary klasy III cechują się słabą przewiewnością i większą częstością występowania przymrozków radiacyjnych niż w klasie I i II. Północny stok Wzgórza Katedralnego jest niekorzystny dla zabudowy mieszkaniowej ze względu na duże spadki terenu oraz niezbyt korzystne warunki klimatu lokalnego. Obszary leżące w sąsiedztwie doliny są również niekorzystne dla zabudowy mieszkaniowej. Mogą one być wykorzystane jako tereny magazynowo-składowe lub zieleni miejska. Zabudowę i układ zieleni należy kształtować w taki sposób, aby nie hamować spływu chłodnego powietrza z obszarów wyżej położonych w kierunku dolin.

W IV klasie bonitacyjnej panują niekorzystne warunki klimatyczne. Obejmuje ona rozległe dno doliny Uherki z dolinami bocznymi. Doliny te są pokryte siecią rowów melioracyjnych, miejscami zatorfione i zabagnione. W porównaniu z obszarami omówionymi poprzednio tereny klasy IV posiadają dużą wilgotność względną powietrza i dużą częstość przymrozków radiacyjnych. Bardzo niekorzystnym zjawiskiem klimatycznym na obszarach zakwalifikowanych do IV klasy jest inwersja temperatury powietrza, mgły i zamglenia. Inwersja termiczna powoduje osłabienie promieniowania słonecznego, wzrost zanieczyszczeń stałych i gazowych w powietrzu i wzrost wilgotności względnej powietrza. Tereny te otrzymują przeciętnie około 45% rocznej sumy krótkofalowego-całkowitego promieniowania słonecznego w stosunku do powierzchni poziomej. Omawiane obszary dolinne są szlakami spływu chłodnego powietrza, a także terenami powstawania zastoisk tego powietrza. Złe warunki klimatu lokalnego powodują, że obszary te są nieprzydatne dla budownictwa mieszkaniowego. Nie należy tu również lokalizować obiektów o charakterze przemysłowym. Działalność produkcyjna pogorszyłaby warunki higieny atmosfery. Tereny te mogą być wykorzystane jako zieleni miejska, łąki i pastwiska.

Porównując mapę klimatyczno-bonitacyjną Chełma (ryc. 2) z mapą jednostek topoklimatycznych (ryc. 5) można stwierdzić, że tereny o korzystnych warunkach klimatycznych ogólnie pokrywają się z I grupą topoklimatyczną o ożywionej wymianie turbulencyjnej. Większe różnice w zasięgu tych dwóch jednostek występują na zachód od doliny Uherki. Tereny o niekorzystnych warunkach klimatycznych są w ogólnym zasięgu zgodne z obszarami należącymi do III grupy topoklimatycznej. Za-

sadnicze różnice znajdujemy pomiędzy zasięgiem terenów o przeciętnych i mało korzystnych warunkach klimatycznych a obszarami należącymi do II grupy topoklimatycznej. Tereny o przeciętnych warunkach klimatu lokalnego dość często znajdują się w III grupie topoklimatycznej w typie a. Można jednak stwierdzić, że wyniki obu zastosowanych metod w ogólnym zarysie są ze sobą zgodne, a obydwie metody okazały się przydatne do charakterystyki klimatu lokalnego miasta w aspekcie planowania przestrzennego.

LITERATURA

- Chałubińska A., Wilgat T. 1954, Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu PTG, Lublin.
- Gumiński R. 1948, Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. Przegląd Meteor. i Hydrol. z. 1, Warszawa.
- Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B. 1977, Stosunki termiczne Beskidu Niskiego. Prace Geograficzne PAN nr 123.
- Kondracki J. 1977, Regiony fizycznogeograficzne Polski. Wydawn. UW, Warszawa.
- Michalak L. 1975, Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego przez cementownię w Chełmie Lubelskim. Ochrona Powietrza nr 3.
- Michna E., Zinkiewicz A., Paczos S. 1974, Warunki klimatyczne Nałęczowa i Wąwolnicy. Instytut Nauk o Ziemi UMCS (maszynopis), Lublin.
- Michna E., Paczos S., Zinkiewicz A. 1978, Klimat lokalny Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Przegląd Geograficzny t. L, z. 3, Warszawa.
- Niedźwiedz T. 1973, Temperatura i wilgotność powietrza w warunkach rzeźby podgórskiej Karpat (na przykładzie doliny Raby koło Gaika-Brzozowej). Prace Geograficzne, Zeszyty Naukowe UJ, z. 32, Warszawa—Kraków.
- Paszyński J. 1966, Klimat okolic Pińczowa. Studia Geograficzne w powiecie pińczowskim. Prace Geograficzne nr 47, Instytut Geografii PAN, Warszawa.
- Paszyński J. 1980, Metody sporządzania map topoklimatycznych. Dokumentacja Geograficzna, z. 3, Warszawa.
- Podloucky J. 1970, Die klimatische selektion des Golandes und ihre kartographische Darstellung. Begrundung und ekonomische Bedeutung Mitteilung-en der Osterraischen Geographiaschen Gesellschaft. Wien.
- Romer E. 1949, Regiony klimatyczne Polski. Prace Wrocław. Tow. Nauk. ser. 8, nr 16, Wrocław.
- Skoczek J. 1964, Badania temperatury powietrza w warstwie przygruntowej w okolicy Wojcieszowa Górnego. Dokumentacja Geograficzna, z. 5, Warszawa.

РЕЗЮМЕ

В работе представлено загрязнение воздуха цементным заводом в г. Хелме, дифференциация минимальных температур в пределах города, а также климато-бонитационная классификация и топоклиматические единицы.

Главным источником загрязнения воздуха в окрестностях г. Хелма является цементный завод, расположенный около 4 км на восток от центра го-

рода. Вопрос влияния цементного завода на состояние атмосферной гигиены представлен на основании измерений осадка пыли во время 1968—1972 и 1975—1979. Во время 1968—1972 среднегодовой осадок пыли больше допустимого для охраняемых районов (250 т/км^2) отмечался главным образом в точках, находящихся на расстоянии 500 м от цементного завода и лишь в исключительных случаях — на расстоянии 1000 м. Во время 1975—1979 намечался рост загрязнения воздуха и превышение допустимой нормы осадка пыли уже на расстоянии 2000 м от завода. Причиной этого был почти двукратный рост производства цемента во время 1975—1979 по сравнению с предыдущим временем. Площадь с чрезмерным (свыше нормы) осадком пыли представлена на рис. 2 и 5.

Влияние рельефа на термические условия в г. Хелме представлено на основании результатов измерений минимальной температуры во время 1975—1979 в шести измерительных пунктах, расположенных в различных формах рельефа. Констатируется, что приводораздельные поверхности во времена измерений в г. Хелме были теплее чем в долинах в среднем на 2° . Склоны с северной экспозицией имели среднюю минимальную температуру близкую к минимальной температуре приводораздельных поверхностей. Южные склоны имели минимальную температуру в среднем выше на 3°C по сравнению с минимальной температурой дна долин и около $1,3^\circ\text{C}$ выше температуры между-речий. Максимальные различия минимальной температуры в измерительных пунктах достигали 9°C . Наибольшие различия минимальной температуры наблюдались во время антициклональной погоды с участием масс воздуха P_2 и A , наименьшие — в воздухе $P_{\text{мв}}$ и $P_{\text{м}}$.

Климато-бонитационную классификацию района Хелма составлено по методу Э. Михны, С. Пачоса и А. Зинкевича (1974, 1978). Выделены 4 бонитационные класса: благоприятные климатические условия, средние, малоблагоприятные и неблагоприятные (рис. 2). Площади с благоприятными климатическими условиями имеются в северозападной, югозападной и центральной частях исследованного района. Эти площади, за исключением района самого цементного завода с большим загрязнением воздуха, отвечают размещению объектов, требующих наилучших климатических условий (больницы, детские ясли, детские сады и т. п.), а также для жилых домов. Неблагоприятные климатические условия доминируют на поймах долин.

В работе определено топоклиматические единицы по методу Я. Пашинского (1966, 1980), опирающемуся на структуре обмена тепла в течение суток (рис. 5). Результаты обоих примененных методов в общем согласны. Оба метода оказались пригодными для характеристики климата города.

SUMMARY

The paper presents the air pollution by a cement mill at Chelm, variation of minimum temperatures in the town area, climatic-bonitation classification and topoclimatic units.

The air in the Chelm area is polluted mainly by a cement mill located about 4 km to the east of the town centre. The influence of the cement mill on the air hygienics is described on the basis of measurements of dust precipitation in 1968—1972 and 1975—1979. In 1968—1972 a mean annual dust precipitation greater than the allowed one for the conserved areas (250 t/km^2) occurred mainly at a distance

of 500 m from the mill and only exceptionally to 1000 m. In 1975—1979 a pollution of the air increased and its values over the allowed norm were noted already at 2000 m from the mill. Such pollution was caused by the almost doubled production of cement in 1975—1979 if compared with the earlier period. The area with exceeded norms of dust precipitation is presented at Figs. 2 and 5.

The influence of relief on thermic conditions at Chełm is presented on the basis of measurements of the minimum temperature in 1975—1976 at six measurement sites located at various morphologic features of the area. During the measurements the top levels at Chełm were found to be warmer than the valleys, 2°C on the average. A mean minimum temperature of the slopes exposed northerly was close to the minimum temperature of the top levels. The southern slopes had a minimum temperature about 3°C higher than a minimum temperature of a valley floor and about 1.3°C higher than the top level temperature. Maximum differences of a minimum temperature at measurement sites reached 9°C. The greatest variations of minimum temperatures were noted during the anticyclonal weather, with a participation of the air masses Pk and A; the smallest variations were connected with the air masses Pms and Pm.

A climatic-bonitation classification of the Chełm region was based on the method of E. Michna, S. Paczos and A. Zinkiewicz (1974, 1978). Four bonitation classes were distinguished: favourable, average, slightly favourable and unfavourable climatic conditions (Fig. 2). The areas with favourable climatic conditions occur in the north-west, south-west and in the centre. These areas (cement mill zone with high air pollution excluded) are suitable for a location of the objects that need best climatic conditions (hospitals, nurseries, kindergartens, etc.) and for housing estates. The unfavourable climatic conditions are noted at valley floors.

The paper presents topoclimatic units defined after the method of J. Pażyński (1966, 1980), based on a daily structure of a heat exchange (Fig. 5). The results of both applied methods are in general the same. Both methods were found useful for characteristics of the town climate.

