



atlas

WSPÓŁZALEŻNOŚCI
PARAMETRÓW
METEOROLOGICZNYCH
I GEOGRAFICZNYCH
W POLSCE

MARIA STOPA-BORYCZKA

JERZY BORYCZKA

BOŻENA KICIŃSKA

ELWIRA ŻMUDZKA

V. Z badań klimatu Polski

atlas

WSPÓŁZALEŻNOŚCI
PARAMETRÓW
METEOROLOGICZNYCH
I GEOGRAFICZNYCH
W POLSCE

WYDAWNICTWA UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO
WARSZAWA 1989

Pod redakcją naukową
Marii Stopy-Boryczki

Redaktor
Barbara Chodyńska

Redaktor techniczny
Joanna Świętochowska

Korektor
Stanisława Rechczak

© Copyright by Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego

ISBN 83-230-0201-0

Wydanie I. Nakład 500 egz. Ark. wyd. 17,33. Papier offset. kl. III.
Powielono w lipcu 1989 roku. Cena zł 350,-

Powielono z dostarczonego materiału

Zam. 473/89, V-61, Druk i oprawa

Drukarnia Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, ul. 3 Maja 12

PRZEDMOWA

Piąta część Atlasu współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce jest kontynuacją badań autorów, dotyczących wpływu czynników geograficznych na klimat.

W pracy określono zależność klimatu od położenia geograficznego i wysokości nad poziomem morza w Polsce - w umiarkowanych szerokościach geograficznych Europy Środkowej.

Ogólne cechy stanu atmosfery wskazują roczne przebiegi elementów klimatologicznych, opisane równaniami sinusoid, wyznaczonymi na podstawie danych pomiarowych z 60 stacji meteorologicznych z lat 1951-1960 i 1951-1980.

Średnie z obszaru Polski /dziesięcio- i trzydziestoletnie/ są wynikiem kompleksowego wpływu czynników geograficznych na intensywność obiegu ciepła, pary wodnej i cyrkulację atmosferyczną.

Istotne znaczenie poznawcze ma oddzielenie zmian elementów meteorologicznych, zdeterminowanych przez położenie geograficzne /kąąt padania promieni słonecznych, długość dnia i odległość od Oceanu Atlantyckiego/, od zmian wynikających z ukształtowania powierzchni Polski - różnej wysokości nad poziomem morza.

W tym celu pola zmiennych meteorologicznych opisano równaniami hiperpłaszczyzn regresji względem szerokości i długości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza.

Miarami oddziaływania tych najważniejszych czynników geograficznych na klimat są składowe: południkowe, równoleżnikowe, hipsometryczne gradientu pola - współczynniki regresji cząstkowej.

Deformację pola przez ukształtowanie powierzchni Ziemi charakteryzuje składowa hipsometryczna. Natomiast zmiany strefowe /wzdłuż południków/ i astrefowe /wzdłuż równoleżników/ - po wy-

eliminowaniu wpływu wysokości nad poziomem morza - wskazują składowe: południkowa i równoleżnikowa gradientu pola.

Na znaczenie wyeliminowania wpływu wysokości nad poziomem morza przy analizie zróżnicowania klimatu w zależności od szerokości geograficznej i położenia w stosunku do oceanów i kontywentów kładł duży nacisk Eugeniusz Romer.

Interesujące jest przedstawienie średnich wartości elementów meteorologicznych z obszaru Polski i składowej południkowej gradientów pól według równań hiperpłaszczyzn regresji na tle istniejących profili południkowych charakteryzujących strefowe zmiany klimatu na półkuli północnej. Rozbieżność między danymi z Polski i tymi profilami wskazuje na specyfikę klimatu Polski w odniesieniu do strefy umiarkowanych szerokości geograficznych - równoleżnika $\varphi = 52^{\circ}$.

W uzupełnieniu przedstawiono trend czasowy pól zmiennych meteorologicznych - porównując wyniki badań otrzymane na podstawie danych z dziesięciolecia 1951-1960 i trzydziestolecia 1951-1980. W przypadku temperatury powietrza i opadów atmosferycznych podano wiekowe zmiany średnich dziesięcioletnich /konsekwentnych/ w latach 1779-1979 i 1813-1980 w Warszawie.

Atlas zawiera 195 rysunków, w tym 121 map, 23 tabele oraz liczne wzory empiryczne. W odróżnieniu od poprzednich części jest zaopatrzony w obszerny komentarz omawiający rozwiązywane problemy naukowe i ważniejsze wyniki badań autorów.

Prof. dr Jerzy Kondracki

Warszawa, maj 1988 r.

I. Z BADAŃ KLIMATU POLSKI ZAKŁADU KLIMATOLOGII
UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO

Problem klimatu Polski jest objęty planem badań naukowych Zakładu Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego /dawnego Instytutu Geografii/ od 1952 roku.

Inicjatorem badań w tym zakresie był prof. Romuald Gumiński - pierwszy kierownik Zakładu Klimatologii IG UW w latach 1951-1952.

Do głównych problemów naukowych rozwiązywanych w Zakładzie Klimatologii IG UW pod kierunkiem prof. Wincentego Okołowicza /1953-1975/ i przy wydatnej pomocy doc. Zofii Kaczorowskiej należy "Struktura i regionalizacja klimatu Polski ze szczególnym uwzględnieniem jej północno-wschodniej części".

W ramach tego tematu wykonano łącznie 136 opracowań, w tym 3 rozprawy habilitacyjne, 10 prac doktorskich, 43 prace magisterskie. Część wyników opublikowano w formie monografii i rozpraw /7/, atlasów /4/ i artykułów /65/ w różnych czasopismach - część jest opublikowana w Pracach i Studiach IG UW, Klimatologia, z. 1-11, Warszawa 1976-1978. Niektóre z nich tłumaczono na język angielski /8/, w tym 4 na zamówienie zagranicy.

- Do ważniejszych publikacji w zakresie klimatu Polski należą:
- Opady w Polsce w przekroju wieloletnim /Kaczorowska, 1962/
 - Zachmurzenie w Polsce /Okołowicz, 1962/
 - Mapy klimatyczne do Atlasu Narodowego Polski, w tym podział klimatu Polski /Okołowicz, 1973-1978/
 - Burze w Polsce /Stopa, 1962, 1965/
 - Cechy termiczne klimatu Polski /Stopa-Boryczka, 1968, 1973/
 - Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce /Stopa-Boryczka, Boryczka, cz. I:1974, cz. II:1976, cz. III: 1980, Stopa Boryczka i inni, cz. IV: 1986/

- Empiryczne równania klimatu Polski /Boryczka, 1974/
- Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu /Boryczka, 1984/.

Głównym celem wymienionych prac jest określenie najistotniejszych cech klimatu Polski wynikających z jej położenia geograficznego.

Podstawowe znaczenie w badaniach klimatu ma znajomość struktury pól elementów meteorologicznych, czasowo-przestrzenna zmienność i współzależność oraz dynamika tych zmian.

Pole temperatury powietrza charakteryzują takie zmienne, jak: średnia dobową temperatura, średnie ekstremalne /maksymalna i minimalna/, amplituda dobową i roczną, daty początku i czas trwania termicznych pór roku, okres wegetacyjny, liczba dni z przymrozkami, okres bezprzymrozkowy, liczba dni mroźnych i bardzo mroźnych oraz gorących. Wskazują one na intensywność procesów cieplnych zachodzących na obszarze Polski.

Pole wilgotności powietrza określają takie zmienne, jak: ciśnienie pary wodnej, wilgotność bezwzględna, właściwa, względna i niedosyt wilgotności powietrza oraz pośrednio - parowanie wody z powierzchni gruntu.

Z obiegiem wody w układzie Ziemia - atmosfera wiążą się, oprócz wskaźników wilgotności i parowania, także opad atmosferyczny i zachmurzenie. Oto zmienne charakteryzujące opad: sumy miesięczne, sumy rzeczywiste, amplituda, maksymalne sumy dobowe, liczba dni z opadem powyżej progów 0,1, 1,0, 10,0 mm, liczba dni z burzą, liczba dni z pokrywą śnieżną i czas jej występowania. W przypadku zachmurzenia nie ograniczono się do podstawowych wskaźników, jak średnie dobowe zachmurzenie, liczba dni pogodnych i pochmurnych, liczba dni z mgłą, lecz także zajmowano się rodzajami chmur.

Miarami intensywności poziomego ruchu powietrza są: średnia prędkość wiatru, poziomy strumień powietrza i pary wodnej, liczba dni z wiatrem silnym i bardzo silnym oraz częstość cisz.

Inne parametry, jak temperatura ekwiwalentna i entalpia, są wskaźnikami biometeorologicznymi, które znajdują coraz częstsze zastosowanie w opracowaniach klimatologicznych.

Do wielkości fizycznych wyznaczonych po raz pierwszy dla całego obszaru Polski należą: gęstość powietrza, wilgotność bez-

względna, wilgotność właściwa, poziome strumienie powietrza i pary wodnej, temperatura potencjalna i entropia.

Dotychczas klimat Polski przedstawiany był za pomocą izarytm wieloletnich wartości poszczególnych elementów meteorologicznych, które najlepiej charakteryzują przeciętny stan atmosfery.

Przestrzenne zróżnicowanie klimatu wynika głównie ze zmian szerokości geograficznej, odległości od Oceanu Atlantyckiego i wysokości nad poziomem morza. Syntezami wyników badań w tym zakresie są wyodrębnione regiony klimatyczne Polski /Gumiński, 1948; Romer, 1949; Okołowicz, 1958; Wiszniewski i Chełchowski, 1975/.

Na obecnym etapie badań nie wystarcza już znajomość jakościowych cech klimatu, lecz niezbędne są pewne miary określające zależność zmiennych meteorologicznych od czynników geograficznych, które decydują np. o specyfice klimatu Polski na tle Europy i dynamice jego zmian.

Aktualnie, w ramach badań prowadzonych w Zakładzie Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego, dokonano próby oddzielenia zmian klimatu uwarunkowanych położeniem geograficznym /kątem padania promieni słonecznych i długością dnia, odległością od Oceanu Atlantyckiego/ od zmian wywołanych wpływem wysokości nad poziomem morza w Polsce /Stopa-Boryczka, Boryczka, 1974, 1976, 1984, 1986/.

W tym celu zbadano zależność 24 zmiennych meteorologicznych od szerokości i długości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza. Nazwy tych zmiennych oraz ich symbole i jednostki podano w tabl. 1.

Szerokość geograficzna Polski determinuje s t r e f o w o ś ć pól zmiennych meteorologicznych - klimatu. Od niej zależy dopływ energii promienistej Słońca związany z jego wysokością oraz długością dnia w poszczególnych porach roku. Energia słoneczna absorbowana przez powierzchnię Ziemi wpływa na intensywność procesów fizycznych zachodzących w atmosferze, a więc warunkuje pola zmiennych meteorologicznych.

A s t r e f o w o ś ć klimatu Polski zależy przede wszystkim od odległości od Oceanu Atlantyckiego - długości geograficznej oraz ukształtowania powierzchni - wysokości nad poziomem morza.

Miarami kompleksowego oddziaływania czynników geograficznych - przeciętnego stanu atmosfery - są średnie wieloletnie poszczególnych zmiennych meteorologicznych. Natomiast miarami wpływu po-

łożenia geograficznego i wysokości bezwzględnej na klimat są składowe gradientu pola: poziome - południkowy i równoleżnikowy oraz pionowy - hipsometryczny. Składowe gradientów pól wyznaczone na podstawie równań prostych i hiperpłaszczyzn regresji oraz wielomianów czwartego stopnia względem szerokości φ i długości λ geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza H . W przypadku równań prostych, płaszczyzn i hiperpłaszczyzn gradientami są współczynniki regresji, a wielomianów - pochodne cząstkowe względem φ , λ i H . Nazwano je geograficznymi gradientami.

Tablica 1

Zmienne meteorologiczne, ich symbole i jednostki
 Meteorological variables, symbols and units

Lp.	Symbole	Zmienne meteorologiczne	Jednostki
1.	T	temperatura powietrza	$^{\circ}\text{C}$
2.	A	dobowa amplituda temperatury	$^{\circ}\text{C}$
3.	T_{\max}	temperatura maksymalna	$^{\circ}\text{C}$
4.	T_{\min}	temperatura minimalna	$^{\circ}\text{C}$
5.	P	ciśnienie atmosferyczne	hPa
6.	θ	temperatura potencjalna	$^{\circ}\text{C}$
7.	ρ	gęstość powietrza	kg/m^3
8.	e	ciśnienie pary wodnej	hPa
9.	ρ'	wilgotność bezwzględna	g/m^3
10.	q	wilgotność właściwa	g/kg
11.	f	wilgotność względna	%
12.	Δ	niedosyt wilgotności	hPa
13.	θ_e	temperatura ekwiwalentna	$^{\circ}\text{C}$
14.	v	prędkość wiatru	m/s
15.	M	poziomy strumień powietrza	$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$
16.	M'	poziomy strumień pary wodnej	$\text{g}/\text{m}^2\text{s}$
17.	N	zachmurzenie	1/10
18.	O	opad atmosferyczny	mm
19.	L_v	dni z wiatrem > 10 m/s	d
20.	L_c	dni z ciszą	lp
21.	L_{\odot}	dni pogodne	d
22.	L_{\bullet}	dni pochmurne	d
23.	L_m	dni z mgłą	d
24.	L_o	dni z opadem	d

Dla wyodrębnienia ogólnych i osobliwych cech klimatu Polski określono pola średnie i gradienty w różnych skalach przestrzennych: cały obszar Polski /Stopa-Boryczka, Boryczka, 1974, 1976, 1980/, północno-wschodnia część Polski /Stopa-Boryczka i inni, 1986/, pas nizin /Ryczywolska, 1978/ i gór /Górka, 1978; Żmudzka, 1985; Kicińska, 1985/.

O zróżnicowaniu regionalnym i lokalnym klimatu Polski informują średnie wartości i gradienty określone przez równania hiperpowierzchni - wielomiany 2,3 i 4 stopnia względem φ , λ i H. Są one wyznaczone dla poszczególnych stacji meteorologicznych.

Dynamikę zmian /tendencję czasową/ pól elementów meteorologicznych wskazują średnie i gradienty obliczone w różnych przedziałach czasu: miesiące, pory roku, półrocza i rok. W tym celu wyznaczono sinusoidy rocznych zmian średnich i gradientów geograficznych. Opisują one zakres oddziaływania najważniejszych czynników geograficznych na klimat w szerokościach umiarkowanych środkowej Europy.

Istotne znaczenie poznawcze ma określenie deformacji pól zmiennych meteorologicznych przez rzeźbę terenu. Wylimitowanie wpływu wysokości terenu na klimat pozwoliło na wyodrębnienie strefy oddziaływania Atlantyku i Bałtyku. Jedną z cech klimatu morskiego są mniejsze gradienty termiczne i większe opadowe.

O przejściowości klimatu Polski świadczy między innymi zmiana znaku gradientu temperatury i wilgotności powietrza względem długości geograficznej w ciągu roku: z ujemnego zimą na dodatni latem.

Zmiany przestrzenne gradientów: południkowego i równoleżnikowego opisują jednocześnie wpływ czynników regionalnych i lokalnych na klimat.

Innym problemem rozwiązywanym w ramach badań klimatu Polski jest współzależność zmiennych meteorologicznych. Z zależności tych - równań prostych, płaszczyzn i hiperpłaszczyzn regresji - można oszacować wartości nie mierzonych elementów, np. wilgotności bezwzględnej, temperatury ekwiwalentnej, potencjalnej itp. na podstawie innych.

Szczególnie ważne są związki korelacyjne - zależność innych elementów meteorologicznych od temperatury powietrza, które warunkują intensywność prawie wszystkich procesów fizycznych za-

chodzących w pobliżu powierzchni Ziemi. Jak duża jest współzależność pól zmiennych meteorologicznych w Polsce wskazują mapy izokorelat /Stopa-Boryczka, 1973, 1974/.

W praktyce najistotniejsze znaczenie mają równania hiperpłaszczyzn i hiperpowierzchni regresji, które można wykorzystać do prognozy poszczególnych zmiennych meteorologicznych - oszacowania wartości średnich, np. miesięcznych, sezonowych i rocznych tam, gdzie nigdy nie prowadzono pomiarów.

Odczytując z mapy φ , λ , H dowolnej miejscowości i wstawiając je do równań hiperpłaszczyzn regresji lub wielomianu 4 stopnia można obliczyć z dużą dokładnością, np. wartości temperatury powietrza, wilgotności, ciśnienia atmosferycznego, zachmurzenia, opadu, prędkości wiatru itp.

Tego rodzaju zapis pola temperatury powietrza, opadów atmosferycznych czy też innych zmiennych meteorologicznych umożliwia skonstruowanie obiektywnych map izarytm w skali 1:1 000 000. W tym celu sporządzono siatkę geograficzną południków i równoleżników i w jej węzłach odczytano wysokości nad poziomem morza z map hipsometrycznych Polski, a następnie ze wzorów obliczono wartości temperatury i opadów. W ten sposób opracowano optymalne mapy izoterm i izohiet. Zaletą tej metody jest uwzględnienie rzeczywistych - pionowych i poziomych - zmian temperatury przy określeniu izarytm, które bez trudu można obliczyć znając funkcję aproksymującą. Istnieje więc możliwość określenia izarytm w mniejszej skali, np. 1:500 000, przez odpowiednie zagęszczenie liczby punktów /węzłów siatki/. Proponowaną metodę można stosować także w przypadku mniejszych obszarów, np. północno-wschodnia część Polski, niziny, wyżyny, góry, a nawet regiony i mezoregiony.

Novum w literaturze klimatologicznej stanowią mapy izogradientów: południkowych, równoleżnikowych i hipsometrycznych wyznaczonych na podstawie wielomianów 4 stopnia.

Izogradienty zdefiniowane przez Romera /1949/ to linie łączące kwadraty /oczka siatki/ o tej samej liczbie przecięć izoterm, izohiet itp. Są one więc względną miarą przestrzennego zróżnicowania zmiennych meteorologicznych, zależą bowiem od odległości izarytm i wymiarów oczka siatki. Ponadto pole tak zdefiniowanego gradientu jest skalarne. Natomiast pola gradientów: południkowych, równoleżnikowych, hipsometrycznych, określone przez funkcje aproksymujące, są wektorowe /Boryczka, Stopa-Boryczka, 1984, 1986/.

Oryginalne są też mapy izoterm zredukowanych do poziomu morza na podstawie gradientów hipsometrycznych temperatury obliczonych ze wzorów dla poszczególnych miejscowości. Duże zróżnicowanie gradientów hipsometrycznych temperatury powietrza w Polsce wskazuje, iż nie można przyjmować przy redukcji do poziomu morza stałego spadku $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Uwzględniany dotychczas gradient hipsometryczny jest zawyżony w przypadku miesięcy zimowych, natomiast zaniżony w miesiącach letnich.

Zaletą nowych map izoterm na poziomie morza jest uwzględnienie rzeczywistych /lokalnych/ spadków temperatury ze wzrostem wysokości nad poziomem morza.

Ostatnio rozwiązywanym problemem w Zakładzie Klimatologii jest określenie deformacji pól temperatury powietrza i opadów atmosferycznych przez ukształtowanie powierzchni Polski /Boryczka, Stopa-Boryczka, 1986, 1987/.

Najprostszymi miarami zniekształcenia pola zmiennej meteorologicznej są różnice między gradientami: południkowym, równoleżnikowym, hipsometrycznym, opisanymi przez równania prostych i hiperpłaszczyzn regresji. Im pola są bardziej zdeformowane, tym różnice między odpowiednimi gradientami są większe.

Lepszą miarą deformacji pola całego obszaru Polski jest kąt między gradientami horyzontalnymi /wektorami o składowych południkowej i równoleżnikowej/ określonymi przez równania płaszczyzn regresji /względem φ, λ / i hiperpłaszczyzn regresji /względem φ, λ, H /.

Analogiczną miarą deformacji pola w każdym jego punkcie jest kąt zawarty między gradientami horyzontalnymi /wektorami, których składowymi są pochodne cząstkowe względem φ, λ / określonymi przez wielomian 4 stopnia względem φ, λ i wielomian 4 stopnia względem φ, λ, H .

Zredukowanie gradientu horyzontalnego pola temperatury powietrza do poziomu morza umożliwiło wydzielenie stref o różnej intensywności oddziaływania polarno-morskich mas powietrza na klimat Polski. Miarą oddziaływania Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego na klimat jest kąt zawarty między gradientem horyzontalnym obliczonym na poziomie morza a południkiem. Zgodnie z zasadą strefowości klimatu /spadek temperatury ze wzrostem szerokości geograficznej/ gradient horyzontalny temperatury powinien być skierowany na południe. Im oddziaływanie po-

larno-morskich mas powietrza jest większe, tym wektor ten jest bardziej odchylony na zachód od kierunku południowego.

Zastosowanie tej metody do oceny ilościowej astrefowości pól temperatury i opadów pozwoliło na opracowanie po raz pierwszy wskaźnika ich deformacji w Polsce.

Interesujące są także mapy izarytm kąta nachylenia gradientów horyzontalnych - rzeczywistego i zredukowanego do poziomu morza do południka. Wyodrębniają one strefy największego i najmniejszego oddziaływania polarno-morskich mas powietrza na klimat Polski.

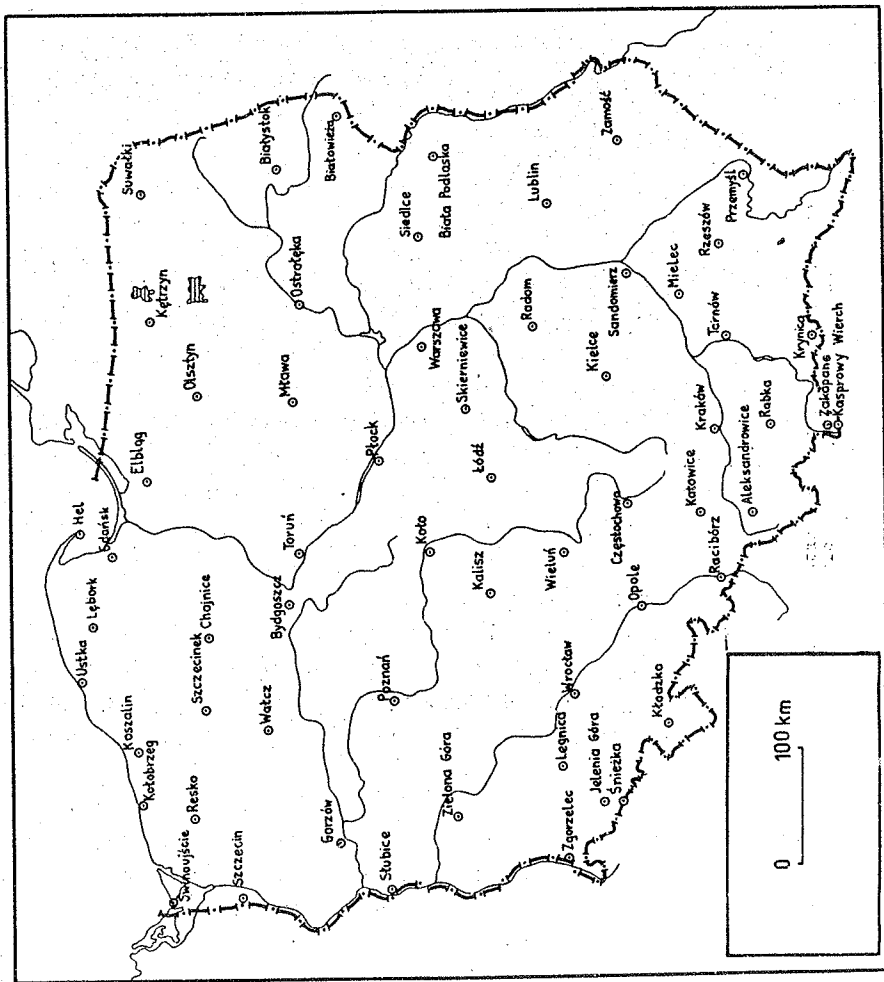
Na uwagę zasługują również mapy przedstawiające gradienty horyzontalne jako wektory, których składowe południkową i równoleżnikową wyrażono w tych samych jednostkach odległości na 100 km. Wymagało to przekształcenia danych wyjściowych - współrzędnych geograficznych z miary katowej na łukową wyrażoną w kilometrach lub radianach. Końce wektorów wskazują na mapach tereny cieplejsze i wilgotniejsze, a ich długości - to lokalne przyrosty /gradienty/ temperatury $^{\circ}\text{C}/100\text{ km}/$ i opadów $/\text{mm}/100\text{ km}/$.

Wskaźnikiem oddziaływania lokalnych czynników geograficznych, takich jak formy terenu lub zbiorniki wodne, czy też antropogennych, np. miasta na stan atmosfery, są różnice między wartościami zmierzonymi i obliczonymi z równań hiperpłaszczyzn i hiperpowierzchni regresji. Różnice ujemne w kotlinach śródgórskich spowodowane są częstymi inwersjami temperatury powietrza. Różnice dodatnie w większych miastach są wynikiem ocieplającego wpływu zabudowy na pole temperatury powietrza. Znamienna jest również zmiana znaku w ciągu roku z dodatniego zimą na ujemny latem w otoczeniu zbiorników wodnych.

Poznanie prawidłowości oddziaływania czynników geograficznych na klimat oraz próba ich oddzielenia mają istotne znaczenie w modelowaniu i prognozach przestrzenno-czasowych jego zmian.

Podobne zagadnienia rozwiązuje w swych pracach Ewert /1985/ na przykładzie północno-zachodniej części Polski, a wcześniej Hess i inni /1958, 1979/, Michna i Paczos /1972/.

Atlas opracowano korzystając z wyników obserwacji prowadzonych na stacjach meteorologicznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w różnych przedziałach czasu: dziesięcioletnim 1951-1960 i trzydziestoletnim 1951-1980. Najwięcej przyrządów podano na podstawie dziesięciolecia 1951-1960. Dotyczy



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych w Polsce
Allocation of meteorological stations in Poland

one rocznych zmian pól zmiennych meteorologicznych opisanych przez średnie, geograficzne gradienty i wskaźniki deformacji. Żeby ocenić dynamikę czasowo-przestrzennych zmian elementów meteorologicznych porównano wyniki badań okresu dziesięcioletniego 1951-1960 z trzydziestoletnim 1951-1980, uwzględniając 60 stacji meteorologicznych równomiernie rozmieszczonych na obszarze Polski. Położenie stacji meteorologicznych na terenie Polski przedstawiono na ryc. 1.

W opracowaniu jest VI część Atlasu współzależności..., w której m.in. będą zamieszczone nowe mapy izoterm na poziomie rzeczywistym i zredukowanych do poziomu morza, mapy izogradientów południkowych, równoleżnikowych i hipsometrycznych, mapy wskaźników deformacji pola temperatury przez rzeźbę powierzchni Polski i Oceanu Atlantycki oraz mapy lokalnych różnic temperatury.

Obliczenia zostały wykonane w Centrum Informatycznym Uniwersytetu Warszawskiego na maszynie cyfrowej BASF przez zespół pracowników: mgr A. Góraj i inni pod kierunkiem mgr A. Jurkiewicz-Zarek. Serdecznie dziękujemy prof. J. Kondrackiemu - Przewodniczącemu Rady Naukowej Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych za sugestie uwzględnienia lokalnych czynników geograficznych w modelowaniu klimatu Polski.

Pragniemy także podziękować Władzom Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego: dziekanowi prof. A. Richlingowi i prodziekanom: prof. W. Grygorence i doc. A. Kostrowickiej oraz Dyrektorowi Instytutu Nauk Fizycznogeograficznych prof. U. Soczyńskiej za akceptację tego kierunku badań naukowych.

Ponadto serdecznie dziękujemy Wydawnictwom Uniwersytetu Warszawskiego, w szczególności Redaktorowi Naczelnemu mgr. E. Nogowicz, redaktorom mgr B. Chodyńskiej, mgr W. Żakowskiemu i J. Świętochowskiej za rzeczowe rady i wskazówki wykorzystane podczas opracowania kolejnych tomów atlasu.

II. ZMIANY ROCZNE PRZECIĘTNEGO STANU ATMOSFERY W POLSCE NA TLE STREF KLIMATYCZNYCH PÓLKULI PÓŁNOCNEJ

Najistotniejsze cechy klimatu Polski określają roczne przebiegi poszczególnych elementów meteorologicznych uśrednionych dla całego kraju.

Zmiany roczne pól zmiennych meteorologicznych aproksymowano średnimi wartościami miesięcznymi i równaniami sinusoid

$$y=f(t)=a + b \sin(\omega t + c) \quad (1)$$

o częstości $\omega = \frac{2\pi}{365,25}$, gdzie b - amplituda, c - przesunięcie fazowe.

Wyniki pomiarów y wyrównano metodą najmniejszych kwadratów sprowadzając problem do wyznaczenia równania płaszczyzny regresji /Boryczka, 1984/

$$y=a + \alpha \sin \omega t + \beta \cos \omega t \quad (2)$$

względem $\sin \omega t$, $\cos \omega t$.

Amplitudę i przesunięcie fazowe obliczono ze wzorów:

$$b = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}, \quad \operatorname{tg} c = \frac{\beta}{\alpha}$$

gdzie kąt c spełnia warunki $\alpha = b \cos c$, $\beta = b \sin c$.

Jednostką czasu jest doba kalendarzowa, a 1 stycznia jest początkiem rachuby czasu $t=0$.

Ekstrema sinusoidy /1/ - maksimum t_{\max}, y_{\max} i minimum - t_{\min}, y_{\min} występują w czasie

$$\begin{aligned} t_{\max} &= \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - c \right), & y_{\max} &= a+b \\ t_{\min} &= \frac{1}{\omega} \left(\frac{3}{2}\pi - c \right), & y_{\min} &= a-b \end{aligned} \quad (3)$$

Tendencję czasowych zmian $\frac{\partial y}{\partial t}$ /tangens kąta między styczną do sinusoidy i osią czasu $t=0$ / określa wzór

$$\frac{\partial y}{\partial t} = \omega b \cos(\omega t + c) \quad (4)$$

W cyklu rocznym wartości zmiennej y wahają się w przedziale $y = \bar{y} \pm b$, gdzie \bar{y} - to średnia arytmetyczna. Linia $y = \bar{y}$ przecina wykres sinusoidy w miesiącach kwietniu i październiku, wydzielając dwa półrocza: chłodne X-III $/y < \bar{y}/$ i ciepłe IV-IX $/y > \bar{y}/$.

Miara dokładności otrzymanych sinusoid jest test Fishera-Snedecora

$$F_{obl} = \frac{N-3}{2} \cdot \frac{R^2}{1-R^2}$$

o $n_1 = 2$ i $n_2 = N-3$ stopniach swobody, gdzie N - liczba pomiarów, R - współczynnik korelacji wielokrotnej. Jeżeli F_{obl} było większe od wartości F_{kr} odczytanej z tablic rozkładu F na poziomie 5%, odrzucano hipotezę zerową $H(R=0)$, równoważną hipotezie $H(b=0)$.

Ponadto dla każdej z sinusoid obliczono błąd standardowy

$$\delta = \sqrt{\frac{N}{N-3}} \epsilon.$$

gdzie $\epsilon = \sqrt{\epsilon^2}$, ϵ^2 - wariancja resztkowa

Hipotetyczny trend roczny zawiera się w przedziale ufności $f(t) \pm 3\delta$ z prawdopodobieństwem 99,7%.

Na podstawie równań wykreślono sinusoidy rocznych zmian temperatury powietrza, wilgotności, zachmurzenia, opadów, ciśnienia atmosferycznego, prędkości wiatru i innych /ryc. 2-15/. Oprócz sinusoid /linia ciągła/ na wykresach przedstawiono wyniki pomiarów - średnie miesięczne wartości /linia przerywana, słupki/.

1. Przebieg roczny zmiennych meteorologicznych

Przebiegi roczne należy traktować jako wypadkową kompleksowego wpływu czynników geograficznych na pola zmiennych meteorologicznych w umiarkowanych szerokościach Europy Środkowej.

Istnieje ogólna prawidłowość, że ekstrema /maksimum-minimum/ zmian sinusoidalnych występują w lecie lub w zimie. Maksymalne wartości w lecie osiągają: temperatura powietrza /średnia dobową T , maksymalna T_{max} , minimalna T_{min} , dobową amplitudę A , potencjalną θ , ekwiwalentną θ_e /, wilgotność powietrza /ciśnienie pary wodnej e , wilgotność bezwzględna ρ' , właściwa q , niedosyt wilgotności Δ , poziomy strumień pary wodnej M' /, opad atmosferycz-

ny /sumy O / i liczba cisz L_0 . Natomiast maksymalnymi wartościami zimą cechują się: wilgotność względna powietrza f , zachmurzenie N , liczba dni z mgłą L_m , liczba dni pochmurnych L_p , gęstość powietrza ρ , prędkość wiatru v , poziomy strumień powietrza M , liczba dni z wiatrem silnym L_v . Wyjątek stanowią ciśnienie atmosferyczne p i liczba dni pogodnych L_o , których zmierzono wartości nie wykazują sinusoidalnych zmian.

Sinusoidy pośrednio informują, że procesy fizyczne zachodzące przy powierzchni Ziemi: obieg ciepła, pary wodnej i cyrkulacja atmosfery zależą od pory roku.

1.1. Promieniowanie i usłonecznienie rzeczywiste

Z obiegiem ciepła bezpośrednio wiążą się: promieniowanie całkowite J_0 , pochłonięte J , usłonecznienie maksymalne U_{max} , minimalne U_{min} i średnie dobowe U .

	J_{max}	J_{min}	$\sum y$
J_0	54,4	3,8	345,0 kJ/cm ²
J	44,8	2,5	278,9 kJ/cm ²
U_{max}	292,6	56,6	2172,0 h
U_{min}	154,7	9,0	888,8 h
U	213,8	32,0	1526,4 h

Dotływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi jest znacznie większy w porze letniej /czerwiec - 54,4 kJ/cm²/ niż zimowej /grudzień - 3,8 kJ/cm²/.

Jest to uwarunkowane większym kątem padania promieni słonecznych podczas przesilenia letniego 22.VI niż zimowego 22.XII oraz różnicą długości dnia. Na przykład w Warszawie $\varphi = 52,1^\circ$ wysokość Słońca w czasie górowania zmienia się w ciągu roku od $61,4^\circ$ do $14,4^\circ$, a długość dnia odpowiednio od 16,7 do 7,7 godzin.

Suma roczna promieniowania całkowitego na obszarze Polski średnio wynosi 345,0 kJ/cm². Promieniowanie pochłonięte przez powierzchnię Ziemi zależne od albedo jest równe 278,9 kJ/cm², co stanowi 80,8% promieniowania całkowitego.

Czas trwania usłonecznienia w Polsce jest stosunkowo krótki - maksymalnie wynosi 50% możliwego.

Przebiegi roczne promieniowania J_0 , J i usłonecznienia

U_{\max} , U_{\min} , U są sinusoidami o okresie $T = 365,24$ /ryc. 2 i 3/.
Wartości obliczone z równań nie różnią się prawie od zmierzonych
miesięcznych sum promieniowania i usłonecznienia

	R	F_{obl}	3δ
J_0	0,999	1943,0	3,1 kJ/cm ²
J	0,998	1132,0	3,4 kJ/cm ²
U_{\max}	0,978	101,3	57,3 h
U_{\min}	0,976	88,4	37,6 h
U	0,991	238,3	3,1 h

Amplitudy roczne /2 b/ wynoszą: promieniowanie całkowite - 52,0, pochłonięte - 44,2 kJ/cm², usłonecznienie maksymalne - 222,4, minimalne - 148,6, średnie dobowe - 255,0 h. Są one istotne $/F_{obl} > F_{kr}/$ na poziomie 0,01. Oceną sinusoid w populacji generalnej są przedziały ufności $f(t) \pm 3\delta$, gdzie δ jest błędem standardowym.

1.2. Temperatura powietrza

Promieniowanie zaabsorbowane przez powierzchnię Ziemi wpływa na intensywność wymiany ciepła i pary wodnej między Ziemią i atmosferą. Powoduje ono wzrost temperatury powietrza i gęstości pary wodnej w miesiącach letnich, a ich spadek w zimowych. Dlatego też istnieją dość duże powiązania między sumami promieniowania całkowitego i pochłoniętego, a temperaturą dolnej warstwy troposfery. Determinuje to najwyższą temperaturę powietrza w lecie /lipiec - y_{\max} /, a najniższą w zimie /styczeń lub luty - y_{\min} /ryc. 4-6/:

	y_{\max}	y_{\min}	\bar{y}
średnia dobowa T	17,3	-3,4	7,2°C
temperatura maksymalna T_{\max}	22,8	0,1	11,2°C
temperatura minimalna T_{\min}	12,5	-8,5	2,9°C
dobowa amplituda A	11,7	6,9	8,5°C
temperatura potencjalna θ	18,3	-1,6	8,1°C
temperatura ekwiwalentna θ_e	41,7	3,5	21,3°C

Istotną rolę w kształtowaniu temperatury i wilgotności powietrza w Polsce odgrywa pozioma wymiana ciepła i pary wodnej - cyrkulacja atmosferyczna. Położenie Polski względem głównych najaktywniejszych ośrodków niskiego i wysokiego ciśnienia na półku-

li północnej /Niż Islandzki, Wyż Azorski, Wyż Azjatycki i wyże znad północnej i północno-wschodniej Europy/ sprawia, że na obszarze naszego kraju obserwuje się ciągłą zmienność mas powietrza i towarzyszących im układów barycznych. W rezultacie na terenie Polski dominują masy powietrza polarnego morskiego /46% dni/ oraz kontynentalnego /38% dni/. Wpływ tych mas powietrza na pole temperatury zależy od pory roku. Masy morskie w zimie oddziałują ocieplająco, a w lecie ochładzająco na stan atmosfery, natomiast kontynentalne oddziałują przeciwnie. Znaczny udział w kształtowaniu temperatury powietrza w Polsce, zwłaszcza wiosną i zimą, mają także masy powietrza arktycznego /10% dni w roku/. Sporadycznie występują masy powietrza zwrotnikowego /0,4% dni/. Układy antycyklonalne stanowią 50% dni w roku, a cyklonalne 44%, nie licząc sytuacji nie określonych /6%/.

Stąd wynika dość duży zakres zmian pola temperatury powietrza w ciągu roku: średnia dobowa - 20,7, maksymalna - 22,7, minimalna - 20,8, dobową amplituda - 4,8°C. Jeszcze większe kontrasty termiczne między zimą i latem zaznaczają się między maksymalną temperaturą powietrza w najcieplejszym miesiącu /lipiec - 22,8°C/ i minimalną w najchłodniejszym miesiącu /luty - -8,5°C/. Ten zakres wahań osiąga 31,3°C. Różnica między maksimum i minimum absolutnym temperatury powietrza w Polsce może wynosić nawet 76,5°C /od - 36,9°C 10.II 1956 - Jelenia Góra do 39,6°C 11.VII 1959 - Końcówice/.

Tempo wzrostu temperatury powietrza jest największe na przełomie marca i kwietnia: średniej dobowej - 5,7, maksymalnej - 6,4, minimalnej - 5,0°C/miesiąc. Spadek zaś temperatury jest największy na przełomie października i listopada i wynosi odpowiednio: -4,9, -6,8, - 3,2°C/miesiąc.

Tendencję roczną zmian temperatury powietrza w Polsce opisują sinusoidy, które dość dobrze aproksymują wyniki pomiarów. Wartości obliczone z równań sinusoid są zbliżone do zmierzonych. Na dokładność wyznaczonych równań wskazują: współczynnik korelacji wielokrotnej R, charakterystyka Fishera-Snedecora F_{obl} i przedział ufności $f(t) \pm 3\sigma$.

y	R	F_{obl}	3σ
T	0,998	613,6	2,2°C
T_{max}	0,997	873,8	2,0°C
T_{min}	0,987	164,1	3,8°C

A	0,970	72,6	1,9°C
e	0,997	860,2	1,7°C
e _e	0,993	335,0	5,3°C

Hipotetyczny trend roczny /wykres sinusoidy w populacji/ tych zmiennych zawiera się w przedziałach $f(t) \pm 3\sigma$ z prawdopodobieństwem 99,7%, gdyż rozkład reszt $y_j - f(t_j)$ jest zbliżony do gaussowskiego.

Wyjątkiem jest miesięczne przesunięcie obliczonego terminu minimum temperatury /styczeń/ względem rzeczywistego /lutego/. Wynika to z anomalii temperatury w badanym dziesięcioleciu 1951-1960, kiedy to najniższą temperaturę powietrza zanotowano podczas niezwykle ostrej zimy w lutym 1956 roku.

Znając równania sinusoid - ich wykresy - można z dużą dokładnością oszacować terminy progowych wartości temperatury, np. daty początku i końca termicznych pór roku.

Dotychczas interpolacji temperatury dokonywane zakładając w miesięcznych przedziałach jej liniową zależność od czasu. Większą dokładność interpolacji otrzymuje się przyjmując jej zależność sinusoidalną - aproksymując łukiem jej przebieg czasowy. Żeby obliczyć np. daty początku i końca wiosny należy wykres sinusoidy /otrzymanej na podstawie codziennych wartości/ przeciąć liniami $y=5$ i 15°C .

1.3. Wilgotność powietrza

Głównymi źródłami pary wodnej na obszarze Polski są: adwekcja mas powietrza polarne morskiego, parowanie z powierzchni Ziemi /śródlądowe zbiorniki wodne, grunt/ i transpiracja roślin. Intensywniejsze parowanie przy wyższej temperaturze gruntu powoduje znacznie większą zawartość pary wodnej w powietrzu latem niż zimą. Dlatego też przebiegi roczne parametrów wilgotności powietrza wykazują równoległość do zmian temperatury.

I tak maksima wskaźników wilgotności powietrza y_{\max} występują w lipcu, natomiast ich minima y_{\min} - w styczniu lub lutym /ryc. 7-9/:

	y_{\max}	y_{\min}	\bar{y}	
ciśnienie pary wodnej e	15,6	4,5	9,1	hPa
wilgotność bezwzględna ρ'	11,6	3,6	7,0	g/m ³
wilgotność właściwa q	9,8	2,8	5,7	g/kg

niedosyt wilgotności Δ	5,7	0,8	3,0	hPa
poziomy strumień pary wodnej M'	32,4	12,9	21,6	g/m^2s

Przeciwnie niż temperatura kształtuje się wilgotność względna powietrza f , która największą wartość $/88\%/$ przyjmuje w grudniu, a najmniejszą $/72\%/$ w maju. Stąd też wynika, że zawartość pary wodnej w powietrzu jest średnio ponad trzykrotnie większa w lecie niż w zimie, np. zakres zmian średniej miesięcznej wilgotności bezwzględnej wynosi $8,0g/m^3$. Porównując wilgotność bezwzględną w przejściowych porach roku należy stwierdzić, iż wiosną powietrze jest suchsze niż jesienią /ryc. 8/. Wynika to z powolnego ogrzewania wód powierzchniowych i niezbyt wilgotnego gruntu w miesiącach wiosennych. Natomiast jesienią ciepła, wilgotna nadal powierzchnia ziemi - po letnim nagraniu i obfitych opadach - intensywnie paruje, powodując wzrost zawartości pary wodnej w atmosferze.

Sinusoidy o częstotliwości $\omega = \frac{2\pi}{365,25}$ dobrze aproksymują także zmiany roczne badanych wskaźników wilgotności powietrza. Nieco zaniżone są maksima i minima sinusoid opisujących zmiany roczne ciśnienia pary wodnej, wilgotności bezwzględnej, właściwej i poziomego strumienia pary wodnej w porównaniu z wynikami pomiarów. Równania sinusoid cechują się dużymi wartościami współczynnika korelacji wielokrotnej R , testu Fishera-Snedecora F_{obl} oraz małym błędem standardowym δ .

	R	F_{obl}	δ	
e	0,982	120,4	2,547	hPa
q	0,983	129,1	1,782	g/m^3
q	0,981	114,8	1,653	g/kg
Δ	0,988	181,0	0,018	hPa
M'	0,981	113,0	4,218	g/m^2s
f	0,975	85,2	3,975	%

Amplitudy roczne b wskaźników wilgotności są istotne na poziomie ufności 99%, bowiem wartości obliczone F_{obl} testu Fishera-Snedecora są znacznie większe od liczby krytycznej $F_{kr} = 8,02$.

1.4. Zachmurzenie

WzmóŜona działalność cyklonalna sprawia, że Polska jest jednym z krajów o dużym zachmurzeniu. Średnie roczne zachmurzenie na obszarze Polski wynosi 66,5%, liczba dni pochmurnych -

145, tj. prawie 40%, a dni pogodnych w roku jest zaledwie 39, czyli około 11%.

Maksima y_{\max} / i minima y_{\min} / roczne wskaźników zachmurzenia występują w różnych miesiącach /ryc. 10 i 11/:

	y_{\max}	data	y_{\min}	data	$\bar{y}, \sum y$
zachmurzenie N	7,9	XII	5,7	IX	6,6
dni pogodne L_{\odot}	5,2	III	2,0	XI	38,8
dni pochmurne L_{\bullet}	18,8	XII	7,1	VIII	145,0
dni z mgłą L_m	7,0	XI	2,4	VI	51,9

Przebieg roczny zachmurzenia w Polsce jest dość złożony. Najwięcej pogodnych dni i najmniejsze zachmurzenie nieba obserwuje się na przełomie jesień - zima i wiosna - lato. Na przełomie jesieni i zimy jest także najmniej dni pochmurnych. Wywołane jest to zanikiem w tym czasie działalności cyklonalnej i mniejszą konwekcją powietrza.

Zależność sinusoidalną od czasu wykazują najbardziej dni z mgłą i dni pochmurne.

	R	F_{obl}	30
N	0,831	10,1	1,4
L_{\odot}	0,340	0,59	3,3
L_{\bullet}	0,887	16,53	6,2
L_m	0,941	34,9	1,9

W przypadku dni pogodnych nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej $H(b=0)$ na poziomie istotności 10%, gdyż $F_{\text{obl}}=0,59$ jest mniejsza od wartości krytycznej $F_{\text{kr}}=3,0$ odczytanej z tabeli rozkładu F. Zatem można stwierdzić, iż liczba dni pogodnych na obszarze Polski nie wykazuje sinusoidalnych zmian.

1.5. Opad atmosferyczny

Opady atmosferyczne w Polsce scharakteryzowano podając przebiegi roczne miesięcznych sum i liczby dni z opadem /ryc. 12/.

	y_{\max}	y_{\min}	$\sum y$
suma opadów O	103,9	32,4	634,1 mm
dni z opadem L_{\odot}	16,2	11,0	159,7 dni

Opady pochodzenia konwekcyjnego /burzowego/ powodują, iż miesięczne sumy są większe w porze letniej niż zimowej. Zimowe minimum opadu występuje przy największym zachmurzeniu nieba i

wilgotności względnej powietrza oraz nieco większej liczbie dni z opadem. W chłodnej porze roku natężenie opadów jest małe wskutek małej zawartości pary wodnej w atmosferze. Przewaga sum opadów letnich nad zimowymi świadczy o przewadze cech kontynentalnych klimatu Polski.

Miesięczne sumy opadów wykazują sinusoidalne zmiany roczne o amplitudzie $2b=49,1$ mm - istotnej na poziomie ufności 99%.

	R	F_{obl}	3σ
O	0,837	10,5	39,3 mm
L_0	0,332	0,56	50,2 dni

Liczba dni z opadem nie podlega sinusoidalnym zmianom rocznym - amplituda $2b = 1,4$ dni jest nieistotna na poziomie ufności 90% $/F_{obl} < F_{kr}/$.

1.6. Ciśnienie atmosferyczne i gęstość powietrza

Zmienność mas powietrza i układów barycznych nad obszarem Polski powoduje dość złożony przebieg roczny ciśnienia atmosferycznego. Według pomiarów występują dwa maksima /w jesieni i na wiosnę/ oraz dwa minima /zimą i latem/. Aproksymując zaś zmiany roczne sinusoidą otrzymuje się dwa ekstrema: minimum na wiosnę, a maksimum w jesieni /ryc. 13/.

Temperatura i ciśnienie powietrza warunkują wahania roczne gęstości powietrza z maksimum zimą i minimum latem:

	y_{max}	y_{min}	\bar{y}
ciśnienie atmosferyczne p	994,1	989,1	991,0 hPa
gęstość powietrza ρ	1,27	1,18	1,22 kg/m ³

Należy podkreślić, że zarówno ciśnienie atmosferyczne, jak i gęstość powietrza wykazują wahania roczne o znacznej amplitudzie - istotnej na poziomach 5% i 1%.

	R	F_{obl}	3σ
p	0,782	7,06	4,7 hPa
ρ	0,988	181,0	0,018 kg/m ³

Zakres zmian rocznych ciśnienia i gęstości powietrza wynosi 1,9 hPa i 0,093 kg/m³.

1.7. Prędkość wiatru

Częstość występowania kierunków wiatru w Polsce potwierdza w

pełni charakterystyczną cechę klimatów umiarkowanych - dominację wiatrów zachodnich. Wiatry cechują się niewielkimi prędkościami, rzadko przekraczającymi 5m/s. Cisze atmosferyczne notowane są podczas 10-20% pomiarów prędkości wiatru. Prędkość wiatru i inne wskaźniki poziomego ruchu powietrza wykazują znaczne wahania roczne /rys. 14 i 15/. Ich ekstrema roczne: największą miesięczną wartość y_{max} i najmniejszą y_{min} zestawiono poniżej:

	y_{max}	y_{min}	\bar{y}	
prędkość wiatru v	4,1	2,7	3,3	m/s
dni z wiatrem silnym L_v	5,1	1,8	130,5	dni
cisze L_c	16,7	9,4	148,7	
poziomy strumień powietrza M	5,2	3,2	4,1	kg/m ² s

Dni z wiatrem silnym > 10 m/s jest w zimie /styczeń/ ponad dwukrotnie więcej niż w lecie /czerwiec/. Natomiast cisz obserwuje się najwięcej w lecie /sierpień/, a najmniej - prawie o połowę - w zimie /styczeń/. Zarówno prędkość wiatru, jak też dni z wiatrem silnym, cisze, poziomy strumień powietrza podlegają sinusoidalnym zmianom rocznym.

	R	F_{obl}	3σ	
v	0,967	66,5	0,7	m/s
L_v	0,952	43,6	1,0	
L_c	0,846	22,3	3,4	
M	0,912	103,8	0,4	kg/m ² s

Ich amplitudy roczne b są istotne na poziomie 1%, gdyż obliczone wartości F_{obl} znacznie przekraczają liczbę krytyczną F_{kr} testu Fishera-Snedecora. Hipotetyczna sinusoida rocznych zmian prędkości wiatru zawiera się w przedziale: $f(t) - 0,7$, $f(t) + 0,7$ m/s z prawdopodobieństwem 99,7%.

2. Zależność zmiennych meteorologicznych od szerokości geograficznej na półkuli północnej

Cechy charakterystyczne i osobliwe klimatu Polski wyodrębniono na tle strefy umiarkowanych szerokości geograficznych północnej półkuli Ziemi. Porównano średnie arytmetyczne \bar{y} podstawowych zmiennych: długość dnia, promieniowanie całkowite, temperatura i

wilgotność powietrza, zachmurzenia, opad, ciśnienie powietrza z całego obszaru Polski /o średniej szerokości $\varphi = 51,8^\circ$ / z przeciętnym stanem atmosfery tego równoleżnika \bar{Y} /. Zależność tych zmiennych od szerokości geograficznej na półkuli północnej przedstawiają krzywe $\bar{Y}(\varphi)$ na ryc. 16-24, które opracowano na podstawie danych z podręcznika Chromowa /1969/ i Witwickiego /1980/.

Miara odrębności /osobliwości/ klimatu Polski jest różnica $\Delta y = \bar{y} - \bar{Y}$, gdzie \bar{Y} to średnia odpowiadająca równoleżnikowi Polski, otrzymana z przecięcia krzywej $\bar{Y}(\varphi)$ linią $\varphi = 51,8^\circ$.

Ponieważ zmienne meteorologiczne /zwłaszcza temperatura i wilgotność bezwzględna powietrza/ w umiarkowanych szerokościach wykazują sinusoidalne wahania o dość dużych amplitudach, wyróżniono miesiące skrajne: styczeń - reprezentujący zimę i lipiec - charakterystyczny dla lata oraz rok.

Polska na tle strefy swojego położenia geograficznego wyodrębnia się przede wszystkim zimą:

wyższymi wartościami

- temperatury powietrza - o 4,7 °C
- ciśnienia pary wodnej - o 1,8 hPa
- wilgotności bezwzględnej - o 1,8 g/m³
- wilgotności względnej - o 3%
- zachmurzenia - o 2,8 /0,9/

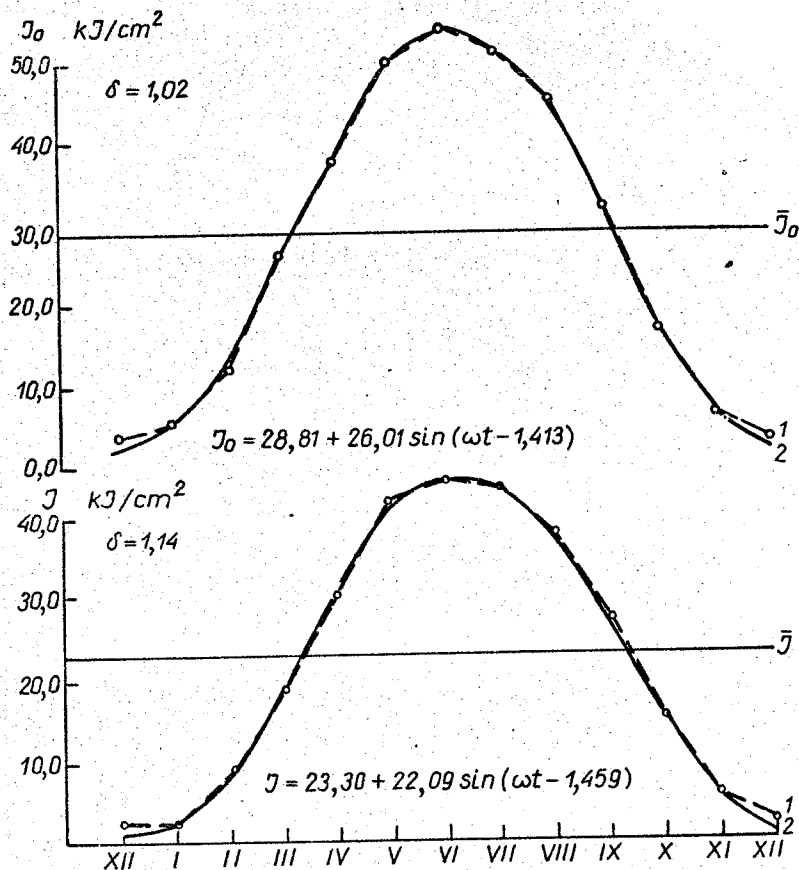
niższymi wartościami

- sum promieniowania całkowitego - o 3,5 kJ/cm²·miesiąc
- ciśnienia atmosferycznego - o 4 hPa
- sum opadów atmosferycznych - o 29 mm

Natomiast latem przeciętny stan atmosfery w Polsce niezbyt różni się od średnich wartości zmiennych meteorologicznych w otoczeniu równoleżnika 52°. Ekstremalne wartości promieniowania całkowitego /czerwiec/, wilgotności powietrza i zachmurzenia /lipiec/ - średnie na obszarze Polski - są większe od przeciętnych na równoleżniku 52°. Wilgotność powietrza i zachmurzenie w Polsce są - niezależnie od pory roku - większe niż to wynika z jej położenia geograficznego w umiarkowanych szerokościach środkowej Europy. Należy zaznaczyć, że duże zachmurzenie zimą wyróżnia Polskę nie tylko w odniesieniu do strefy umiarkowanych szerokości geograficznych, lecz także na tle całej półkuli północnej. Dotyczy to również średniego rocznego zachmurzenia w Polsce. Roczne

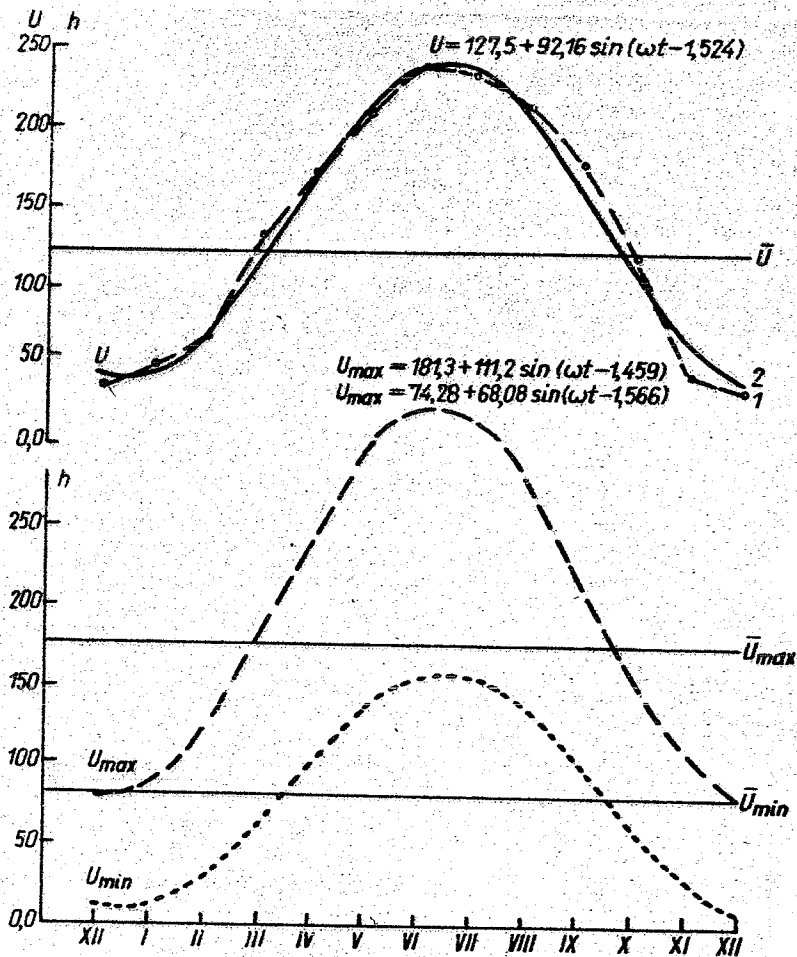
sumy opadów atmosferycznych w Polsce są mniejsze o 100 mm od normy strefowej / $\varphi = 52^{\circ}$ / równej 734 mm.

Przeciętny stan atmosfery jest zdeterminowany przede wszystkim położeniem geograficznym badanego obszaru - odpowiednią strefą równoleżnikową. Czynnikiem astrefowości w umiarkowanych szerokościach geograficznych jest odległość od zbiorników wodnych. Deformacja pól zmiennych w środkowej Europie /odchylenie od norm strefowych/ zależy od odległości od Oceanu Atlantyckiego i centrum Azji, nad którymi znajdują się główne ośrodki działalności atmosfery, dominujące zimą. Przemieszczaniu się mas powietrza oceanicznego na wschód, a kontynentalnego na zachód sprzyja w Europie ukształtowanie pionowe powierzchni Ziemi - pasowy układ przeważających nizin.



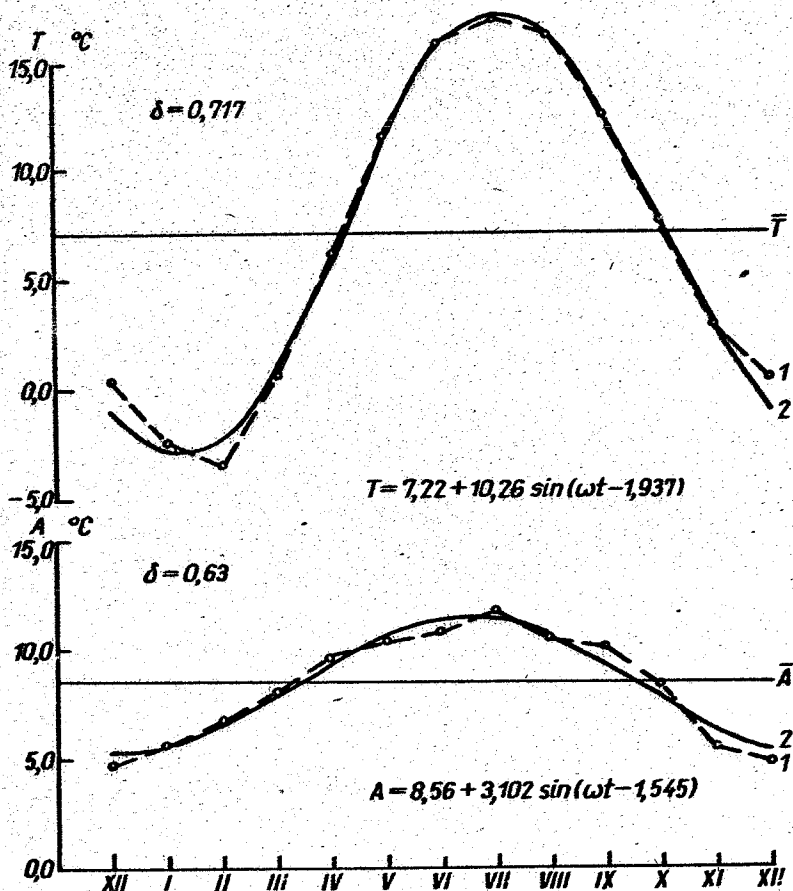
Ryc. 2. Zmiany roczne promieniowania całkowitego J_0 i pochłoniętego J w Polsce: 1 - wartości wyznaczone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of total radiation J_0 and absorbed J in Poland: 1 - evaluated values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



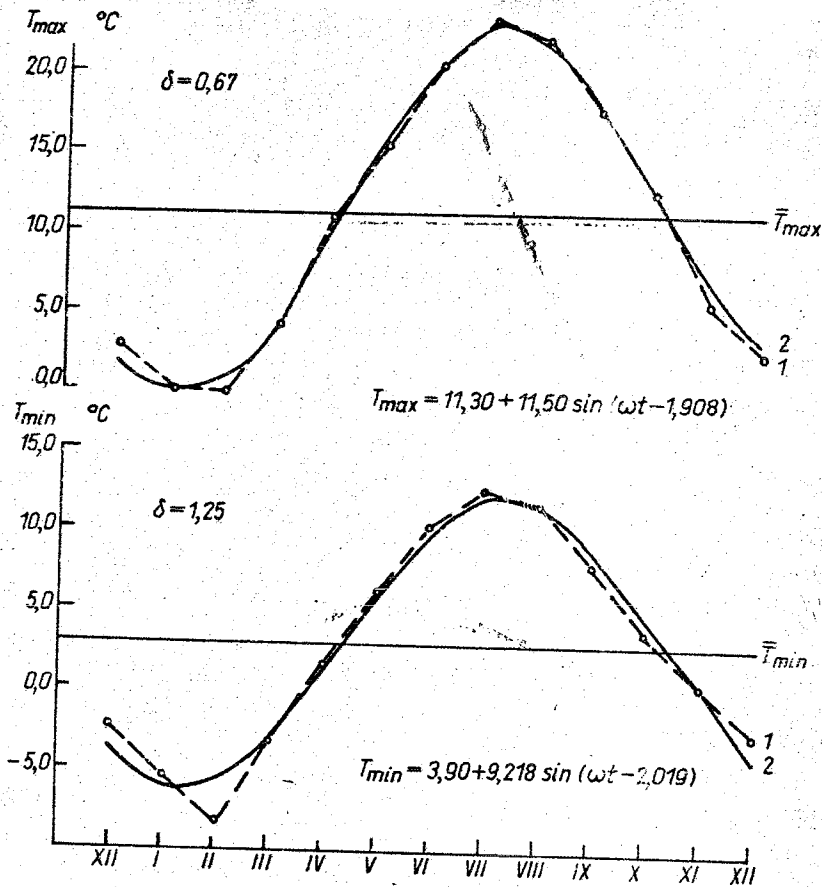
Ryc. 3. Zmiany roczne usłonecznienia /U/ rzeczywistego w Polsce /1951-1965/ zmierzzonego /1/ i obliczonego z równań sinusoid regresji /2/ / U_{max} , U_{min} /

Annual changes of real sunshine /U/ in Poland /1951-1965/ measured /1/ and calculated by sinusoid equations of regression /2/ / U_{max} , U_{min} /



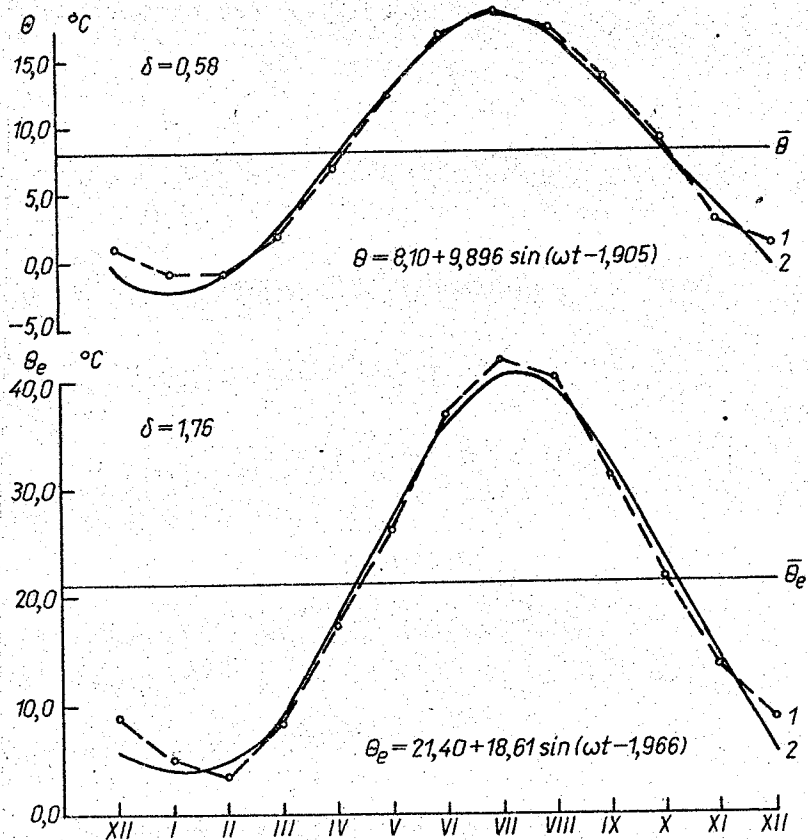
Ryc. 4. Zmiany roczne temperatury powietrza /T/ i dobowej amplitudy /A/ w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of air temperature /T/ and diurnal range /A/ in Poland: 1- measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



Ryc. 5. Zmiany roczne temperatury maksymalnej $/T_{max}/$ i minimalnej $/T_{min}/$ w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of maximal temperature $/T_{max}/$ and minimal $/T_{min}/$ in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



Ryc. 6. Zmiany roczne temperatury potencjalnej θ i ekwiwalentnej θ_e w Polsce: 1 - wartości wyznaczone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji
 Annual changes of potential temperature θ and equivalent temperature θ_e in Poland: 1 - evaluated values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression

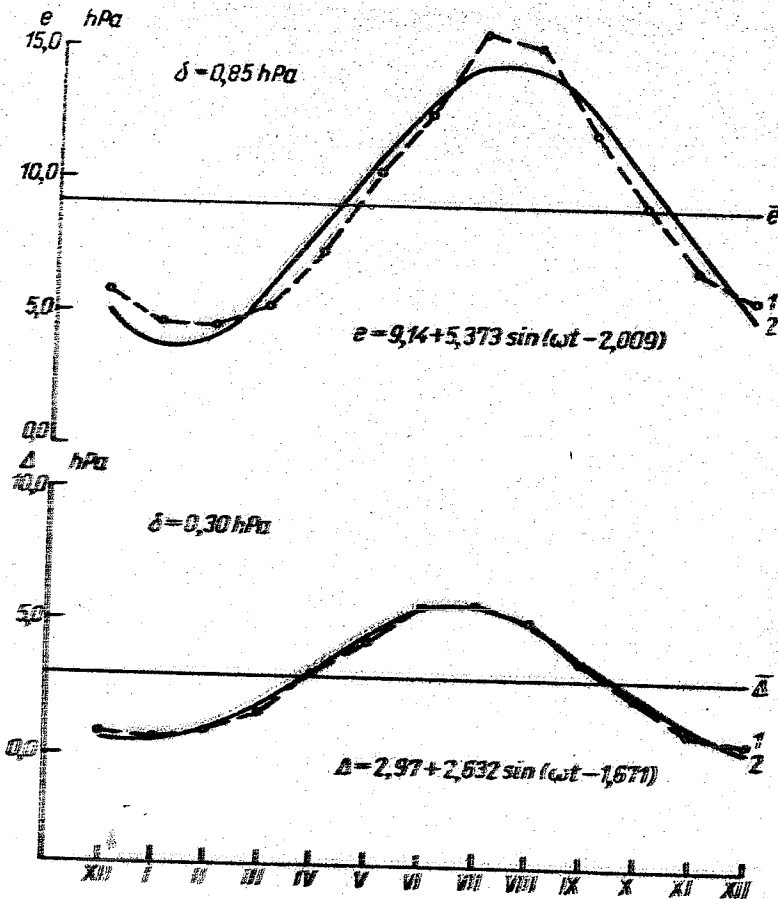
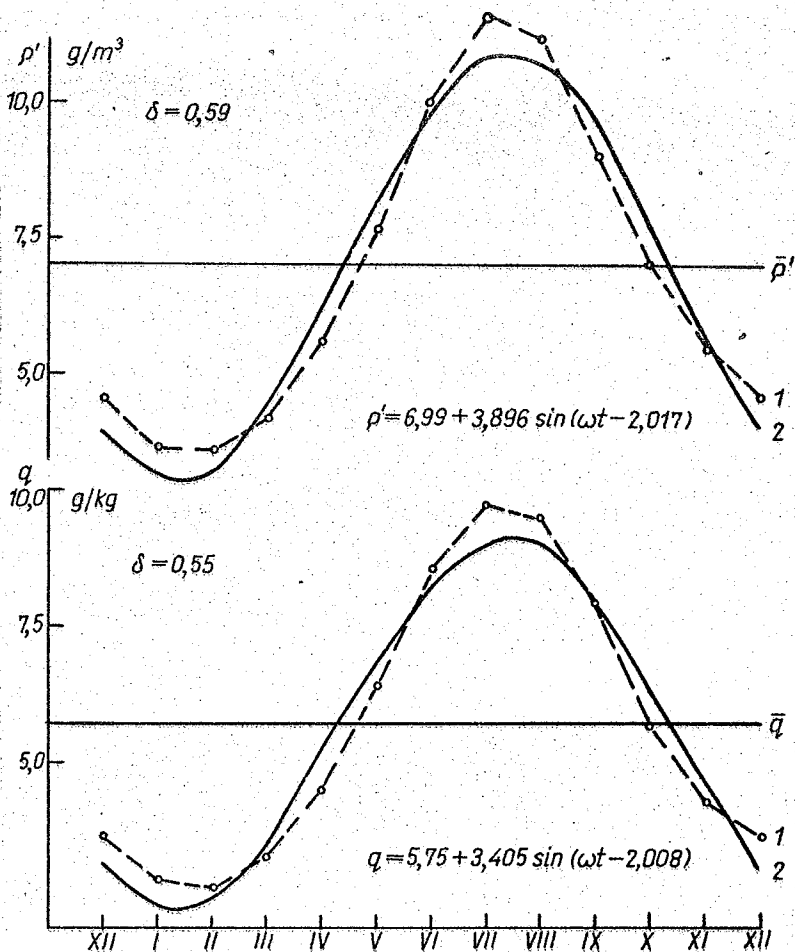


Fig. 7. Zmiany roczne ciśnienia pary wodnej e i niedoboru wilgotności powietrza Δ w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of water vapor pressure e and humidity deficit Δ in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



Ryc. 8. Zmiany roczne wilgotności bezwzględnej ρ' i właściwej powietrza q w Polsce: 1 - wartości zmierzony, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji.

Annual changes of absolute humidity ρ' and specific q in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression

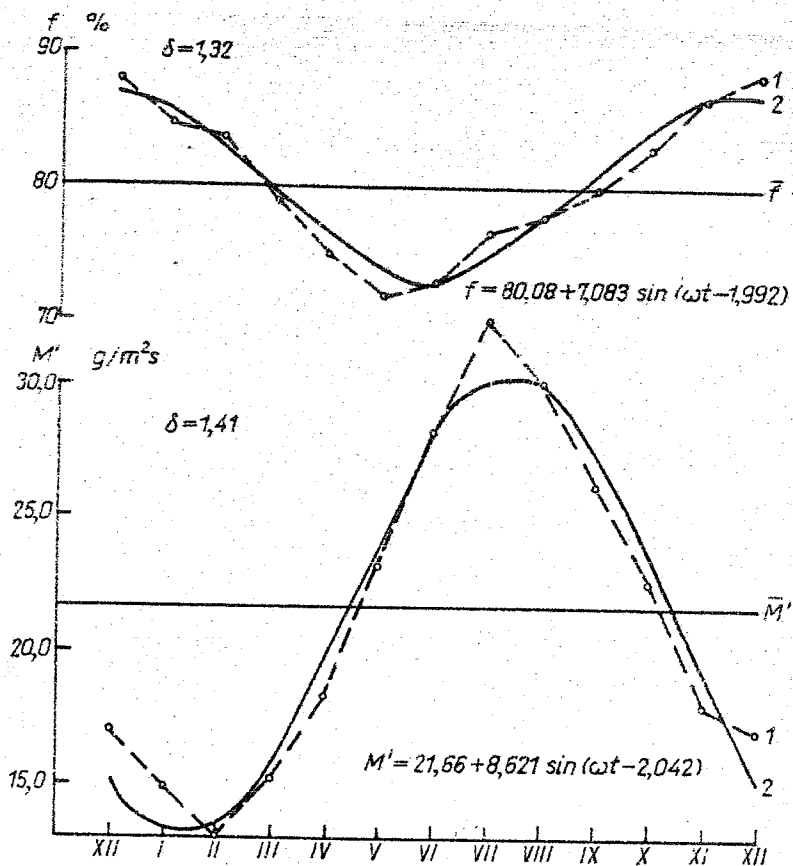
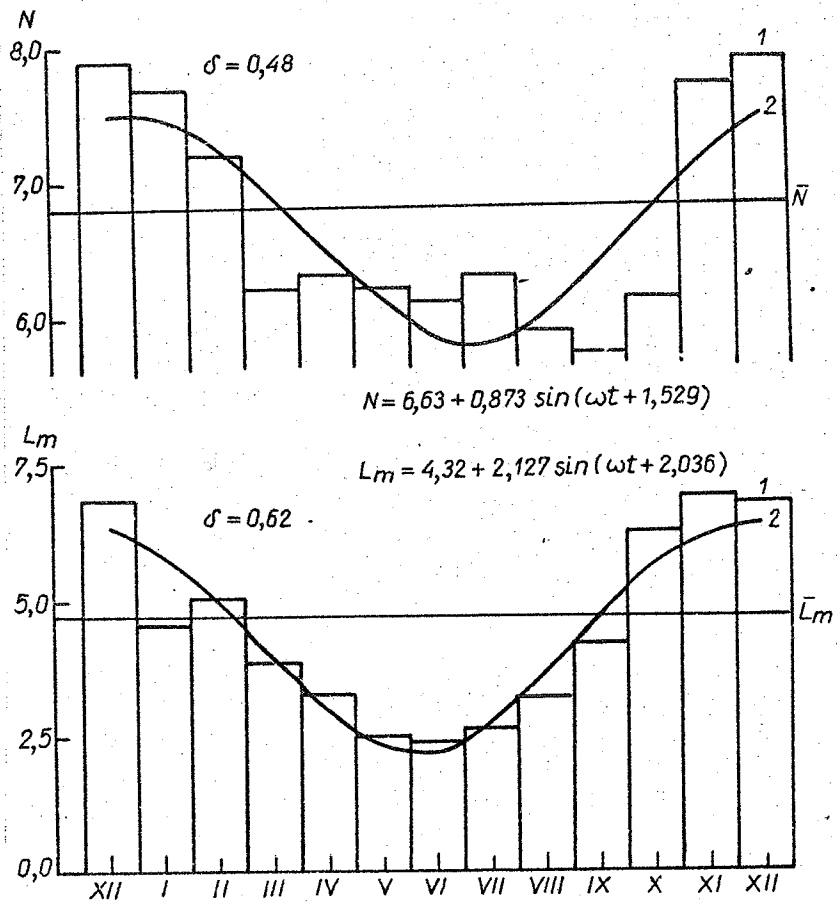
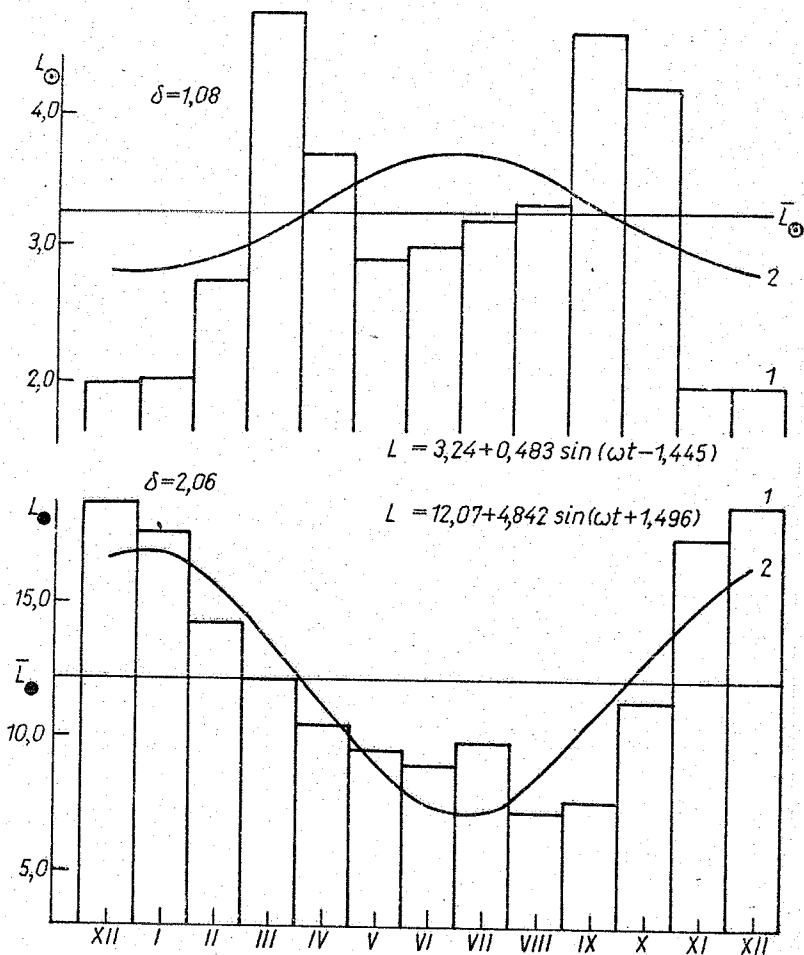


Fig. 9. Zmiany roczne wilgotności względnej powietrza /f/ i poziomego strumienia pary wodnej /M'/ w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of relative humidity /f/ and horizontal water vapor stream /M'/ in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression

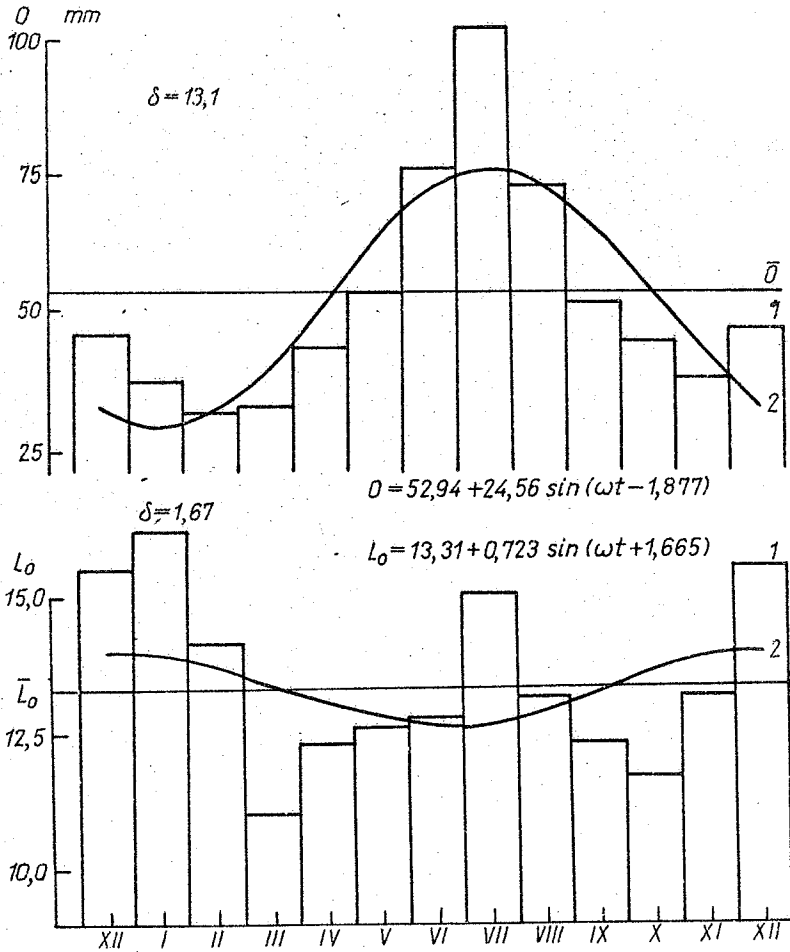


Ryc. 10. Zmiany roczne zachmurzenia /N/ i liczby dni z mgłą /L_m/ w Polsce: 1 - wartości obserwowane, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji
 Annual changes of cloudiness /N/ and days with fog /L_m/ in Poland: 1 - observed values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



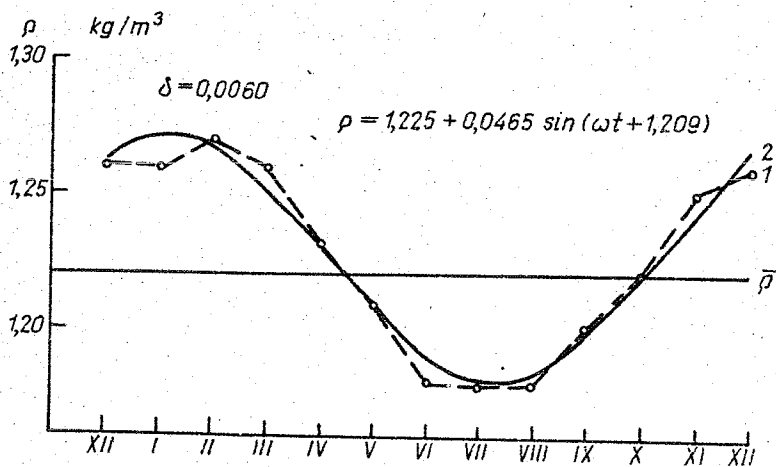
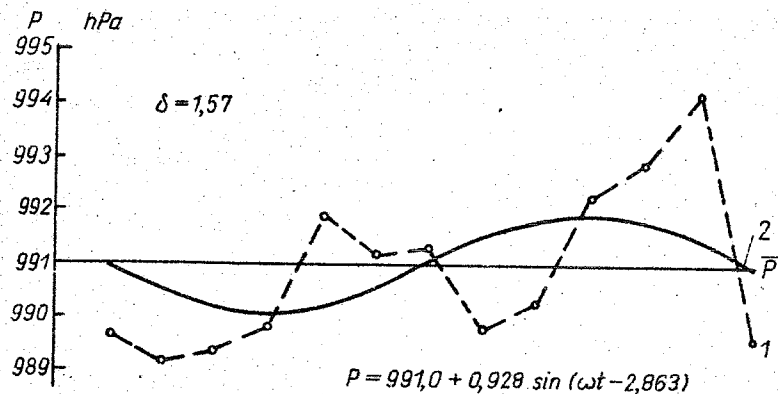
Ryc. 11. Zmiany roczne liczby dni pogodnych L_{\odot} i pochmurnych L_{\ominus} w Polsce: 1 - wartości obserwowane, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of sunny days L_{\odot} and cloudy L_{\ominus} in Poland: 1 - observed values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



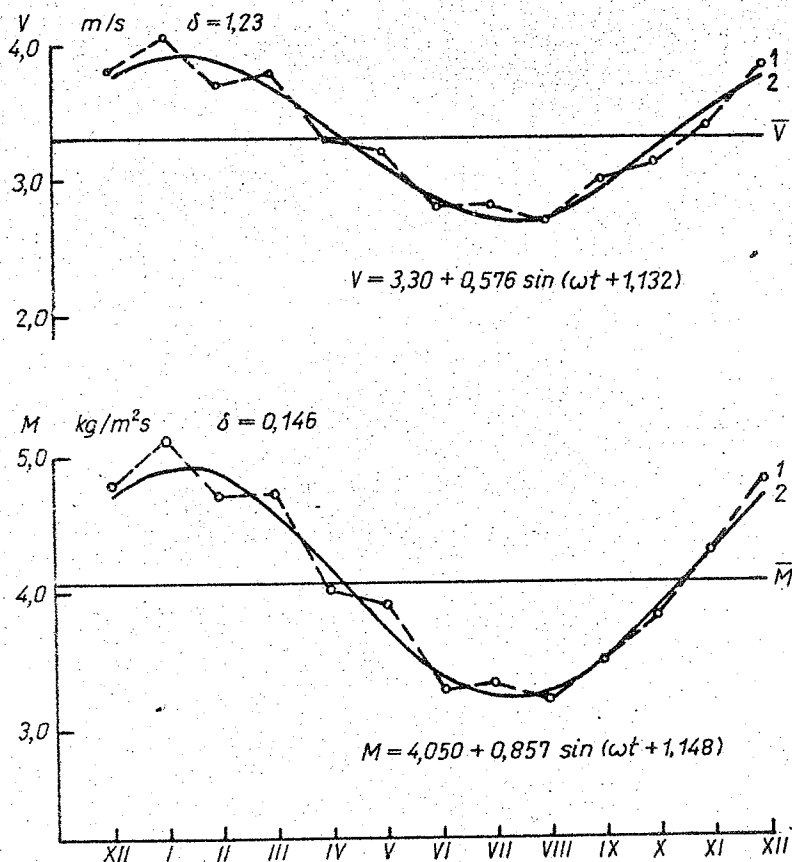
Ryc. 12. Zmiany roczne sum opadów atmosferycznych / O / i liczby dni z opadem / L_0 / w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości wyznaczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of totals of atmospheric precipitation / O / and days with precipitation / L_0 / in Poland: 1 - measured values, 2 - evaluated values from sinusoid equations of regression



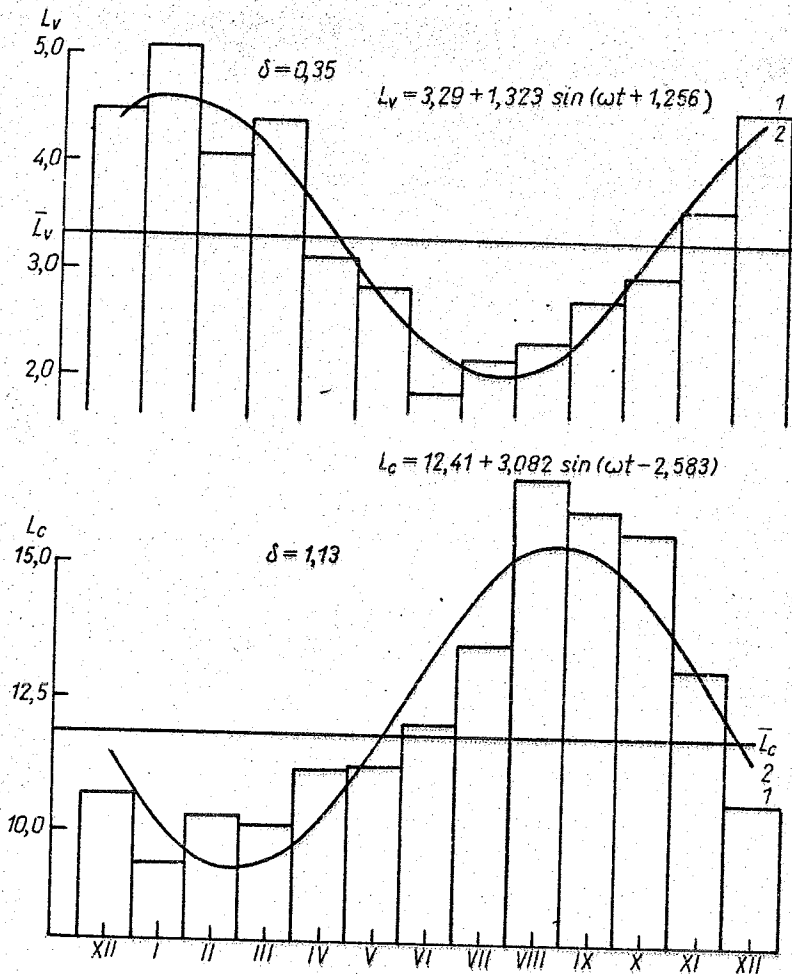
Ryc. 13. Zmiany roczne ciśnienia atmosferycznego / p / i gęstości powietrza / ρ / w Polsce: 1 - wartości zmierzzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of atmospheric pressure / p / and air density / ρ / in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression



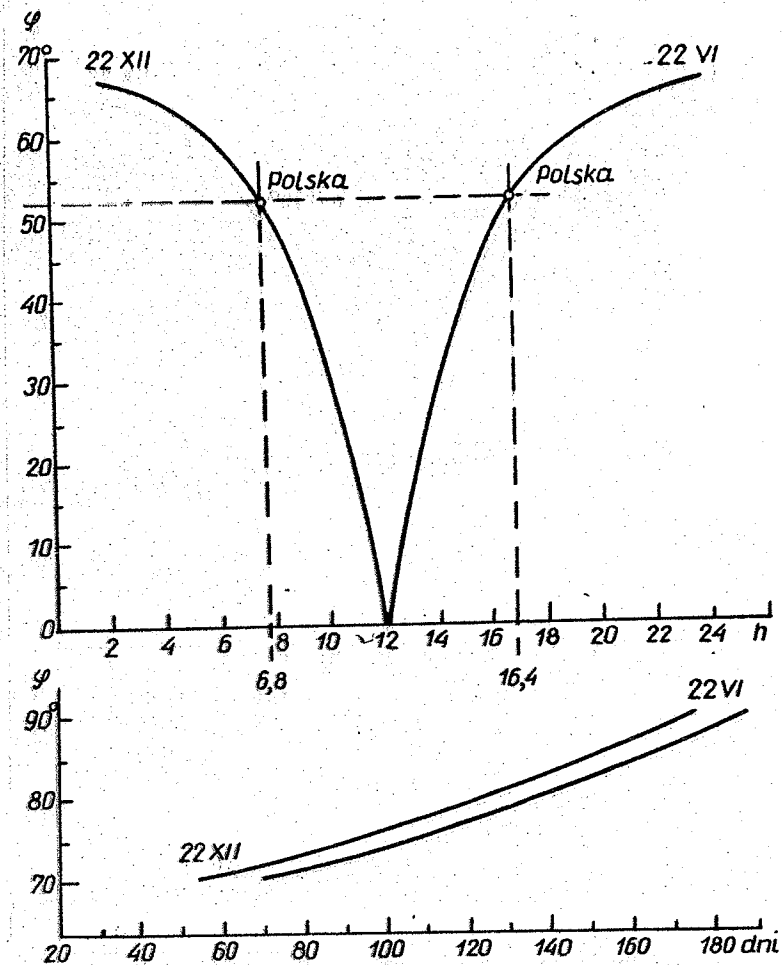
Ryc. 14. Zmiany roczne prędkości wiatru v i strumienia powietrza M w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of wind velocity v and air stream M in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression

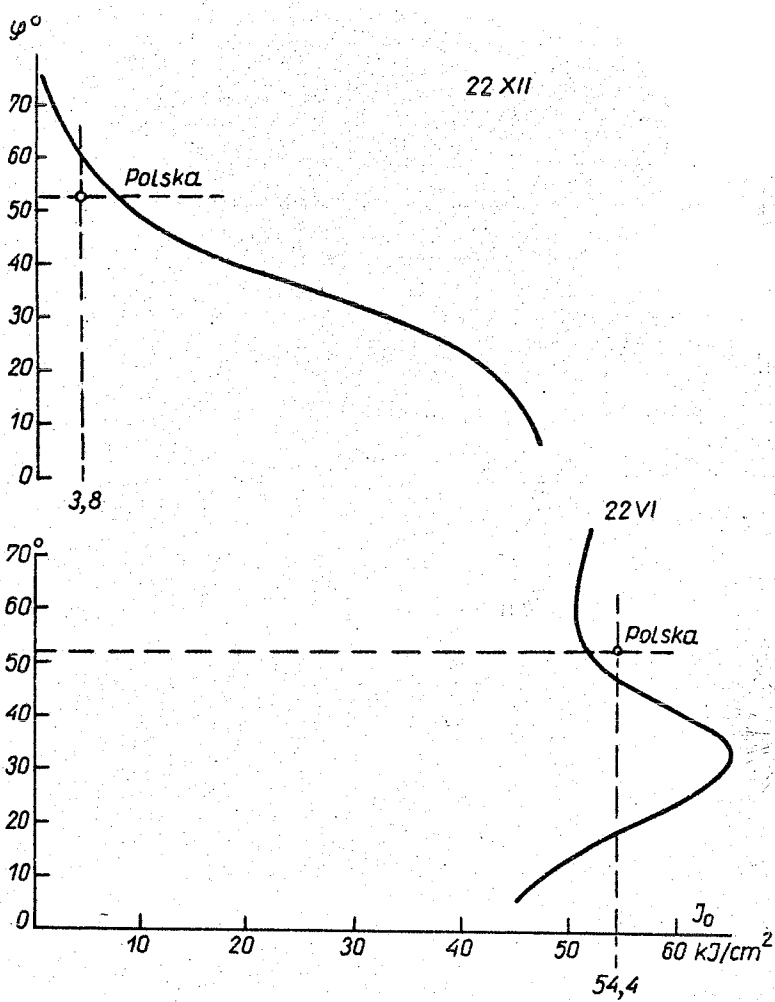


Ryc. 15. Zmiany roczne liczby dni z wiatrem silnym L_v i liczby przypadków ciszy L_c w Polsce: 1 - wartości zmierzone, 2 - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of days with strong wind L_v and calm L_c in Poland: 1 - measured values, 2 - values calculated by sinusoid equations of regression

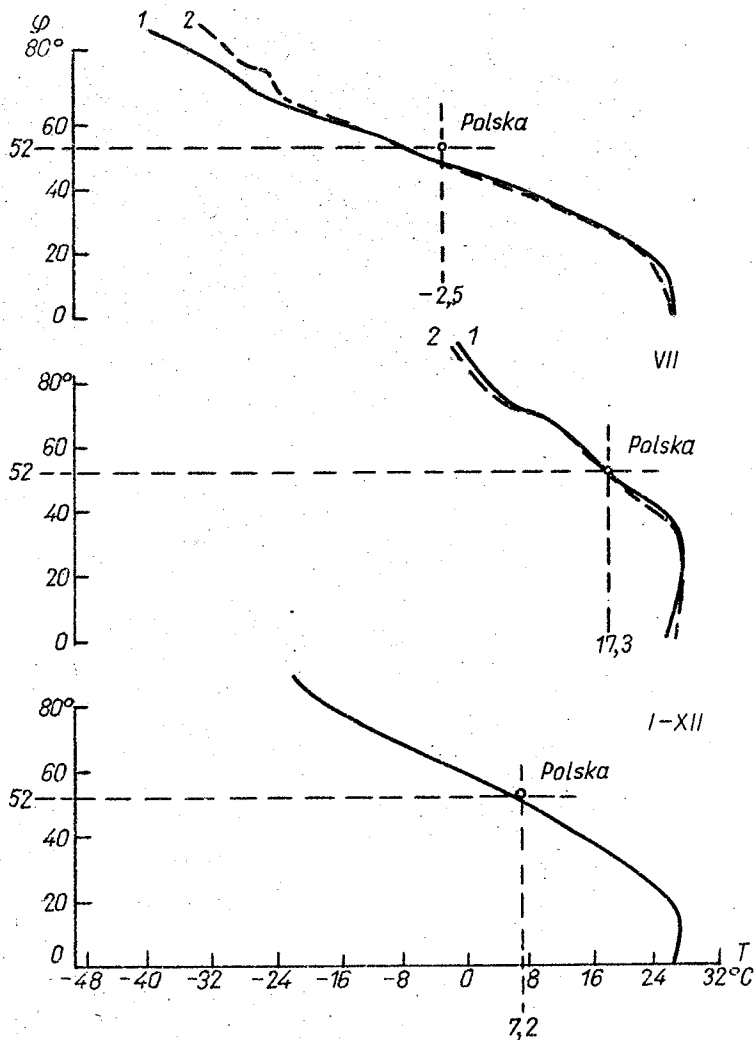


Ryc. 16. Zależność długości dnia od szerokości geograficznej na półkuli północnej: 22 czerwca i 22 grudnia
 Relationship of day duration to geographical latitude on the Northern Hemisphere: 22/nd/ June and 22/nd/ December



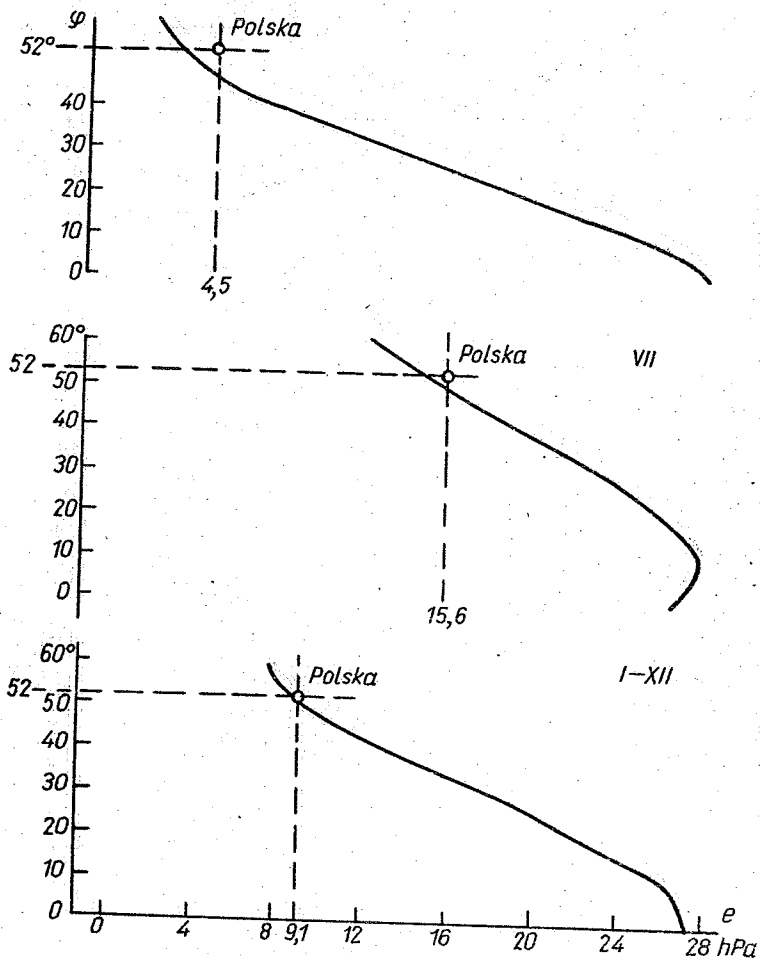
Ryc. 17. Zależność promieniowania całkowitego J_0 od szerokości geograficznej na półkuli północnej: 22 czerwca i 22 grudnia

Relationship of total radiation J_0 to geographical latitude on the Northern Hemisphere: 22/nd/ June and 22/nd/ December



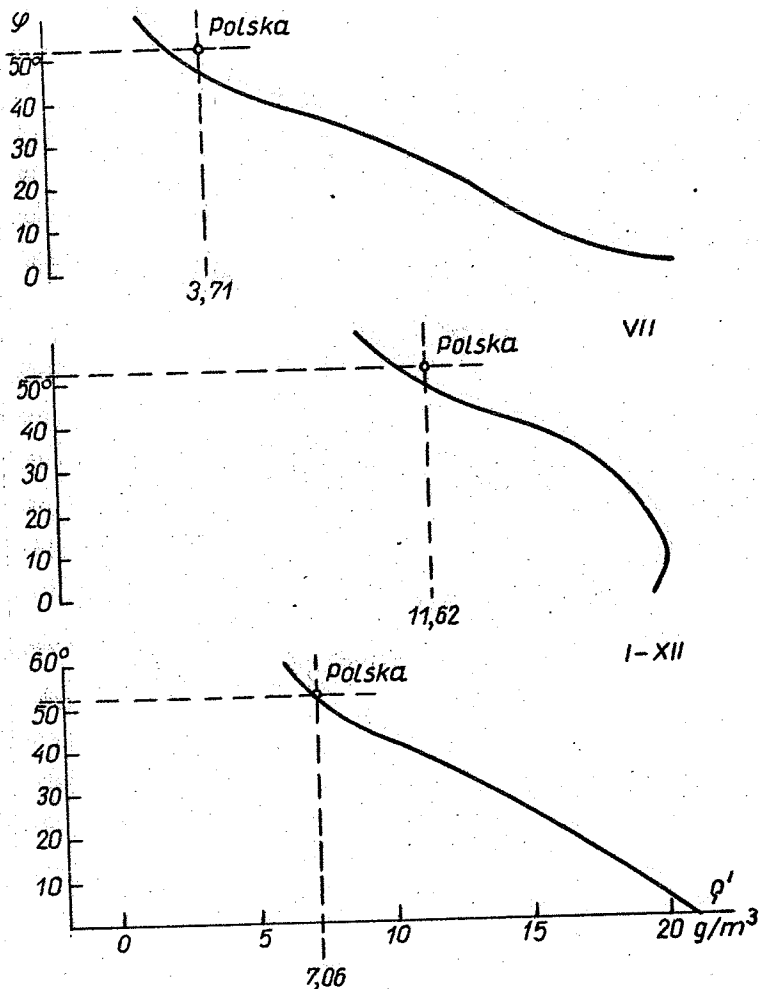
Ryc. 18. Zależność temperatury powietrza /T/ od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok wg Chromowa /1/ i Witwickiego /2/

Relationship of temperature /T/ to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual after Chromow /1/ and Witwicki /2/



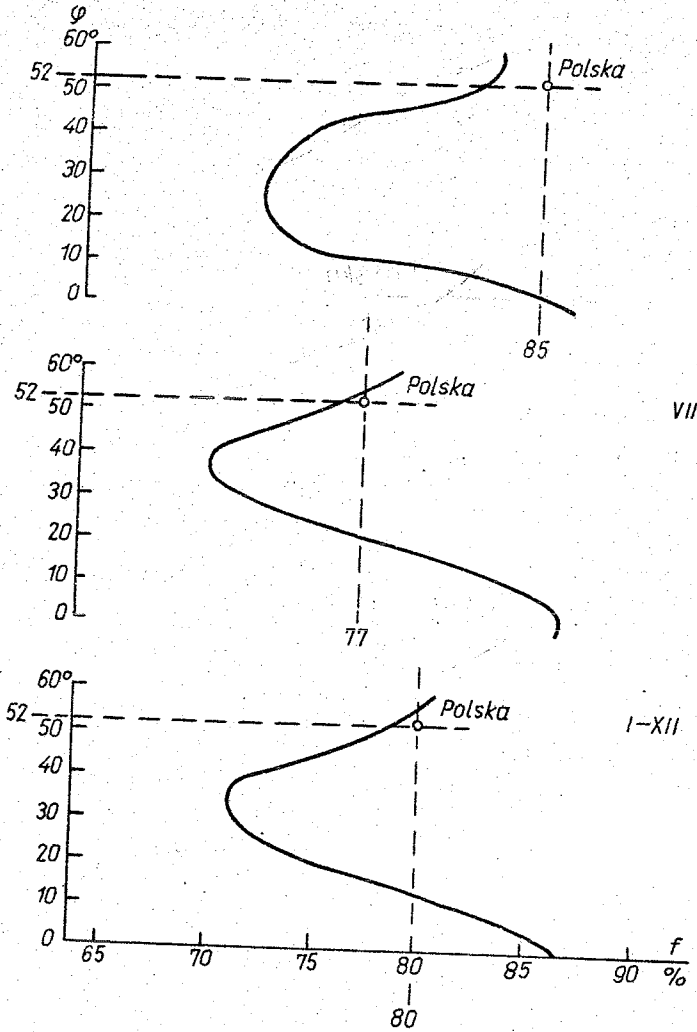
Ryc. 19. Zależność ciśnienia pary wodnej / e / od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of water vapor pressure / e / to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual



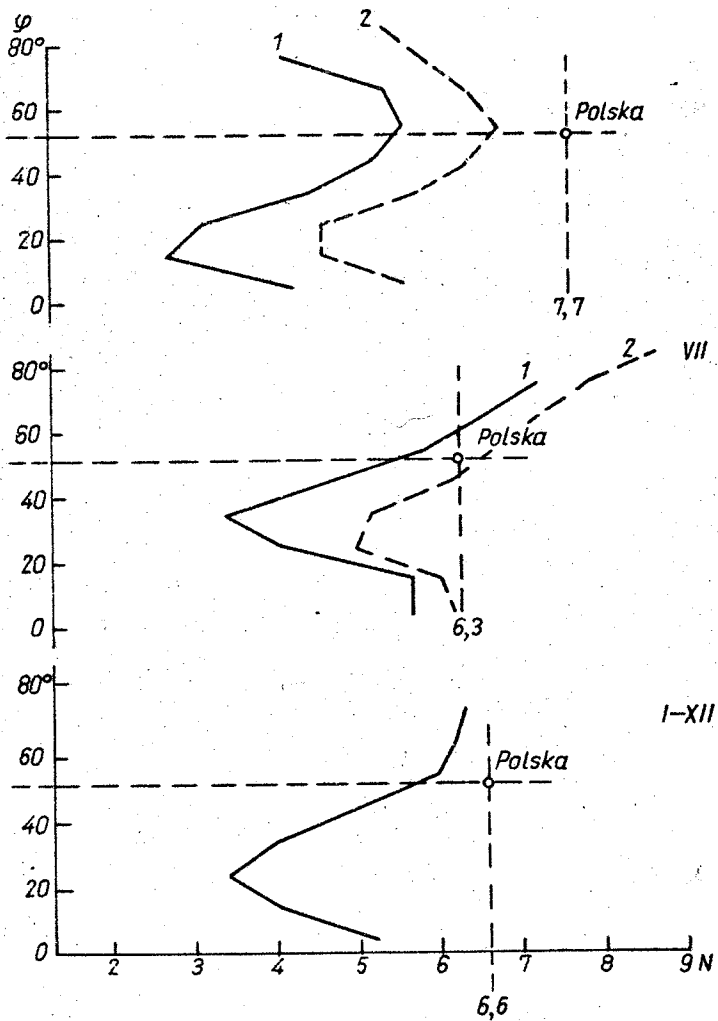
Ryc. 20. Zależność wilgotności bezwzględnej ρ' od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of absolute humidity ρ' to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual



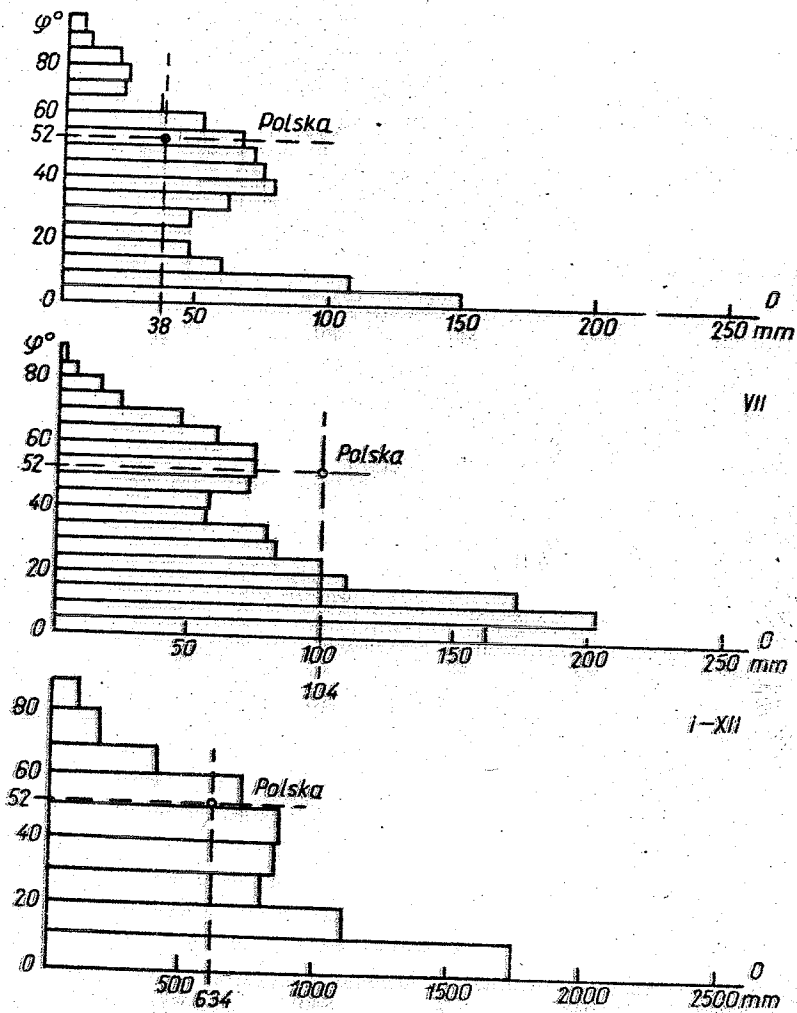
Ryc. 21. Zależność wilgotności względnej f od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of relative humidity f to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual



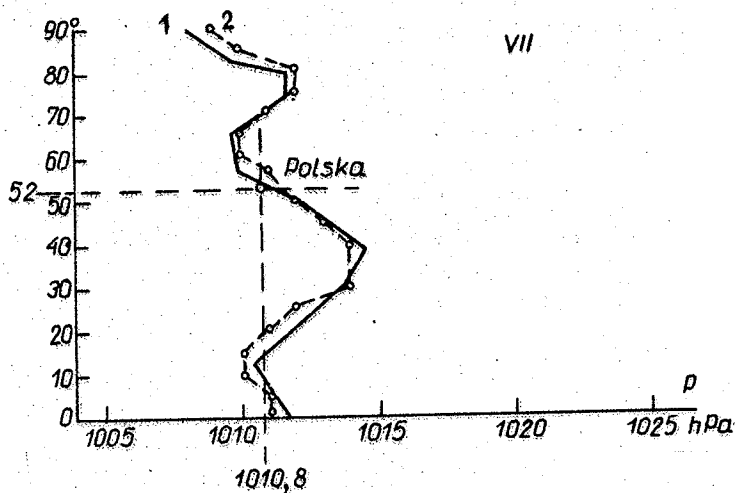
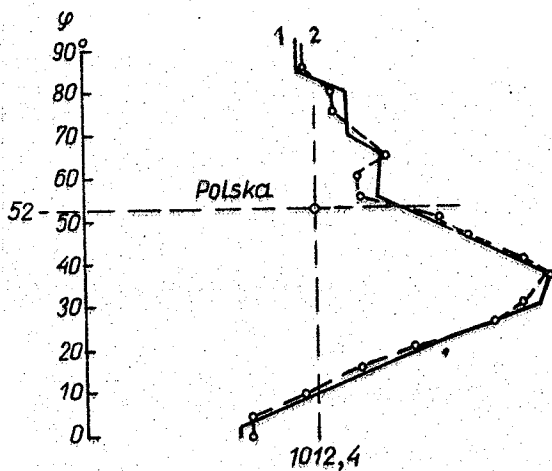
Ryc. 22. Zależność zachmurzenia /N/ od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of cloudiness /N/ to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual



Ryc. 23. Zależność sum opadu atmosferycznego /0/ od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of totals of precipitation /0/ to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual



Ryc. 24. Zależność ciśnienia atmosferycznego p od szerokości geograficznej na półkuli północnej: styczeń, lipiec, rok

Relationship of atmospheric pressure p to geographical latitude on the Northern Hemisphere: January, July, annual

III. TREND CZASOWY PÓL ZMIENNYCH METEOROLOGICZNYCH W POLSCE

Dynamikę czasowych zmian podstawowych elementów meteorologicznych określono porównując dane z dziesięciolecia 1951-1960 i trzydziestolecia 1951-1980, a ponadto - w przypadku temperatury i opadów - trendy z lat 1779-1979 i 1813-1980.

W pierwszej kolejności porównano przebiegi roczne wartości zmierzonych i wyznaczonych z równań sinusoid aproksymujących dane z całej Polski.

Następnie dokonano porównania pól zmiennych meteorologicznych - opisanych izarytmami na podstawie danych z 60 stacji Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Trend czasowy temperatury powietrza i opadów atmosferycznych wyznaczono przykładowo dla Warszawy podając dziesięcioletnie średnie konsekwtywne /ruchome/.

1. Przebieg roczny zmiennych meteorologicznych w dziesięcioleciu 1951-1960 na tle trzydziestolecia 1951-1980

Punktami odniesienia w tego rodzaju badaniach są wartości średnie obliczone dla całego obszaru Polski w długim przedziale czasu - 30 lat /1951-1980/. Średnie pola elementów meteorologicznych należy traktować jako wypadkową kompleksowego wpływu wszystkich czynników geograficznych, a przede wszystkim szerokości. Warunkuje ona dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi, determinując tym samym stan atmosfery. Dlatego też poszczególne zmienne ulegają niewielkim wahanom z roku na rok - o dodatnim lub ujemnym odchyleniu względem przeciętnego stanu atmosfery, reprezentatywnego na badanym obszarze. Te przeciętne warunki klimatyczne są w przybliżeniu określone już przez śred-

nie dziesięcioletnie /ryc. 25-32/. Świadczy o tym niewielka rozbieżność między przebiegami rocznymi: średniej dobowej temperatury, maksymalnej, minimalnej, dobowej amplitudy temperatury, wilgotności względnej powietrza, zachmurzenia, opadów atmosferycznych i prędkości wiatru w okresie dziesięcioletnim /1951-1960/ i trzydziestoletnim /1951-1980/. Różnice między średnimi wartościami poszczególnych elementów meteorologicznych w badanych przedziałach czasu zestawiono w tabl. 2 i 3.

Analizowany okres /1951-1960/ pod względem przeciętnego stanu atmosfery w roku nie odbiega od tła trzydziestoletniego, a różnice wynoszą:

T	T _{max}	T _{min}	A	f	N	O	v
Δ -0,4	-0,1	-0,3	0,5	0,0	0,6	-16,1	-0,2

Znacznie większym zmianom ulega stan atmosfery przy przejściu od zimy do lata i od lata do zimy. Chłodniejsze są miesiące od stycznia do maja oraz październik i listopad, pozostałe są na ogół cieplejsze niż w wieloleciu. Specyfiką tego okresu jest przesunięcie minimum przebiegu rocznego temperatury ze stycznia na luty. Przyczyną tego były silne mrozy, które wystąpiły w lutym 1956 roku.

Znacznie mniejszym wahanom w ciągu roku ulegają średnie wartości trzydziestoletnie niż dziesięcioletnie. Zakres zmian rocznych - różnicę między największą i najmniejszą średnią miesięczną podano niżej

	T	T _{max}	T _{min}	A	f	N	O	v
1951-1960	20,72	22,93	20,75	6,84	16,0	2,2	72,2	1,4
1951-1980	19,94	22,48	18,01	5,53	13,3	1,9	62,2	1,2

2. Pola zmiennych meteorologicznych w Polsce w latach 1951-1960 i 1951-1980

Przy porównaniu pól zmiennych meteorologicznych jako punkty odniesienia przyjęto izarytmy z wielolecia 1951-1980, oznaczone na mapach linią ciągłą /ryc. 33-152/.

Izarytmy o jednakowych wartościach i kierunki ich największych zmian układają się podobnie w dziesięcioleciu 1951-1960 i trzy-

Różnice Δ / wilgotności względnej powietrza /f/, zachmurzenia /N/, sum opadów atmosferycznych /O/ i prędkości wiatru /v/ między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/ na obszarze Polski

The differences Δ / of relative humidity /f/, cloudiness /N/, totals of atmospheric precipitation /O/ and wind velocity /v/ between the decade /1951-1960/ and the thirty year period /1951-1980/ on the territory of Poland

	f			N			O			v		
	10	30	Δ	10	30	Δ	10	30	Δ	10	30	Δ
	I	85	86	-1	7,7	6,8	0,9	38,2	36,1	2,1	4,1	3,9
II	84	85	-1	7,2	6,6	0,6	32,4	32,6	-0,2	3,7	3,8	-0,1
III	79	80	-1	6,2	6,0	0,2	31,7	33,7	-2,0	3,8	4,0	-0,2
IV	75	76	-1	6,3	5,8	0,5	43,8	44,8	-1,0	3,3	3,5	-0,2
V	72	74	-2	6,2	5,6	0,6	53,8	62,0	-8,2	3,2	3,3	-0,1
VI	73	75	-2	6,1	5,4	0,7	76,7	78,4	-1,7	2,8	3,0	-0,2
VII	77	77	0	6,3	5,5	0,8	103,9	94,8	9,1	2,8	3,0	-0,2
VIII	78	78	0	5,9	5,2	0,7	74,3	77,0	-2,7	2,7	2,8	-0,1
IX	80	81	-1	5,7	5,2	0,5	52,1	54,5	-2,4	3,0	3,1	-0,1
X	83	84	-1	6,3	5,8	0,5	43,6	48,3	-4,7	3,1	3,3	-0,2
XI	87	87	0	7,7	7,0	0,7	37,7	45,3	-7,6	3,4	4,0	-0,6
XII	88	88	0	7,9	7,0	0,9	45,9	42,7	3,2	3,8	4,0	-0,2
Rok	80	81	-1	6,6	6,0	0,6	634,1	650,2	-16,1	3,3	3,5	-0,2

dziesięcioleciu 1951-1980. Wynika stąd, że przeciętny stan atmosfery w poszczególnych punktach Polski nie ulega większym zmianom z roku na rok.

2.1. Pole temperatury powietrza

Intensywność procesów cieplnych zachodzących w pobliżu powierzchni Ziemi /w dolnej warstwie troposfery/ nad obszarem Polski w różnych porach roku odzwierciedlają podstawowe charakterystyki termiczne: średnia dobowa \overline{T} , maksymalna T_{\max} , minimalna T_{\min} i dobowa amplituda temperatury powietrza Δ .

Do cech charakterystycznych pola temperatury powietrza w Polsce należy zmiana układu izoterm w zależności od pory roku - z równoleżnikowego na południkowy /ryc. 33-92/. Letni spadek temperatury z południa na północ spowodowany jest wzrostem szerokości geograficznej. Natomiast zimowy jej spadek z zachodu na wschód uwarunkowany cyrkulacją atmosferyczną sprawia, że do obszarów najchłodniejszych nizinnej Polski /w roku/ należy północno-wschodnia jej część /6,0-6,1°C, Suwałki/. W górach, ze wzrostem wysokości bezwzględnej, temperatura spada do około 0,8°C na szczytach górskich /Śnieżka 0,4°C, Kasprowy Wierch -0,8°C/.

W przestrzennym rozkładzie temperatury miesięcy najchłodniejszych /styczeń w trzydziestoleciu 1951-1980 i luty w dziesięcioleciu 1951-1960/ jako najcieplejsze wyróżnia się wybrzeże morza /Świnoujście -1,1-0,6°C/, a najchłodniejsze są szczyty górskie /Śnieżka -7,8-7,2°C, Kasprowy Wierch -9,0-8,6°C/.

Średnia temperatura miesiąca najcieplejszego /lipca/ jest stosunkowo mało zróżnicowana i waha się od 19,0°C w widłach Wisły i Sanu do 15,5-16,5°C w środkowej części wybrzeża /Kołobrzeg - Ustka/. Najniższe wartości temperatury występują w górach /Śnieżka 8,1-9,7°C, Kasprowy Wierch 7,0-7,7°C/. Przeważająca część Polski ma w lipcu średnią temperaturę w pobliżu 17,0-18,0°C.

Izarytmy dobowej amplitudy temperatury mają prawie przez cały rok rozkład równoleżnikowy. Najmniejsze amplitudy występują na wybrzeżu i na szczytach górskich, najwyższe zaś w kotlinach podgórskich oraz w pasie nizin i dolin.

Dla pełnego zobrazowania cech termicznych klimatu Polski dodatkowo obliczono różnice między średnią dziesięcioletnią 1951-1960 i trzydziestoletnią 1951-1980 na wybranych stacjach z profilów równoleżnikowych i południkowych /tabl. 4/.

Różnice temperatury powietrza między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/ na obszarze Polski

The differences of air temperature between the decade /1951-1960/ and the thirty year period /1951-1980/ on the territory of Poland

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	I-XII
Świnoujście	0,7	-0,7	-0,3	0,1	0,0	0,0	0,5	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,9	0,1	0,1	0,2
Gdańsk	0,5	-0,6	-0,7	-0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,1	-0,3	-0,1	-0,2	0,6	-0,1	-0,1	-0,1
Suwałki	1,3	-0,5	-0,9	-0,1	-0,1	0,3	0,7	0,4	0,0	0,1	-0,3	0,9	0,1	0,2	0,1
Ślubice	0,7	-0,7	-0,4	-0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	-0,2	-0,1	-0,3	0,9	0,0	0,0	0,0
Poznań	0,5	-1,1	-0,5	-0,2	0,1	0,1	0,5	0,5	-0,1	-0,1	-0,3	0,9	-0,1	-0,3	0,0
Warszawa	1,0	-0,7	-0,8	-0,2	0,0	0,3	0,6	0,4	-0,1	-0,2	-0,3	1,3	-0,8	0,1	0,1
Siedlce	1,0	-0,8	-0,9	-0,4	-0,2	0,2	0,6	0,2	-0,3	0,0	-0,3	1,6	0,1	0,1	0,1
Wrocław	0,6	-1,2	-0,4	-0,3	0,2	0,3	0,7	0,4	0,0	0,1	-0,1	1,1	0,0	0,2	0,1
Kielce	0,5	-0,9	-0,7	-0,2	-0,1	0,4	0,9	0,6	0,1	0,3	-0,1	1,4	0,1	0,2	0,2
Zamość	1,2	-0,5	-0,8	-0,3	0,1	0,7	0,2	0,7	0,0	0,0	-0,3	1,5	0,2	0,4	0,3
Racibórz	0,4	-0,2	-0,7	-0,5	-0,1	0,1	0,5	0,2	-0,2	-0,1	-0,2	1,3	0,0	0,0	0,0
Kraków	0,9	-0,7	-0,6	-0,3	0,1	0,4	0,8	0,5	0,0	0,1	-0,2	1,4	0,1	0,3	0,2
Przemysł	1,2	-0,5	-0,7	-0,3	-0,1	0,6	0,8	0,6	-0,1	0,1	-0,3	1,5	0,2	0,2	0,2
Kłodzko	0,4	-1,3	-0,4	-0,3	0,0	0,3	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,1	0,1
Zakopane	0,2	-1,0	-0,7	-0,7	-0,3	0,2	-0,3	0,3	0,0	-0,3	-0,5	1,6	-0,2	0,0	-0,1
Śnieżka	-0,1	-0,8	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,6	-0,8	-0,1	-0,4	-0,5	1,0	1,0	-0,1	0,0
Kasprowy Wierch	-0,2	-0,8	0,0	-0,5	-0,3	0,1	0,7	0,4	-0,1	-0,1	0,2	1,4	0,1	0,0	0,0

Zdecydowana przewaga dodatnich różnic w styczniu, czerwcu, lipcu, sierpniu i grudniu wskazuje, że były to miesiące cieplejsze w dziesięcioleciu aniżeli w trzydziestoleciu, w pozostałych miesiącach jest przeciwnie. Pod względem dodatnich wartości odchyżeń wyróżniają się grudzień i styczeń, zwłaszcza na wschodzie Polski / $1,6^{\circ}\text{C}$ Siedlce, $1,3^{\circ}\text{C}$ Suwałki/, a ujemnych - luty / $-1,3^{\circ}\text{C}$ Kłodzko/ i marzec / $-0,9^{\circ}\text{C}$ Suwałki, Siedlce/. Najmniejsze różnice między badanymi okresami występują we wrześniu /od $0,1$ do $-0,3^{\circ}\text{C}$ /, maju /od $0,2$ do $-0,3^{\circ}\text{C}$ / i roku /od $0,3$ do $-0,1^{\circ}\text{C}$ /.

Z porównania tego wyniku, że najmniejsza rozbieżność między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/ zaznacza się w przypadku średnich rocznych, a największa w pojedynczych miesiącach.

2.2. Pole wilgotności powietrza

Proces obiegu wody w ciągu roku można scharakteryzować zawartością pary wodnej w powietrzu, czyli wilgotnością względną /f/, ogólnym stopniem pokrycia nieba chmurami niezależnie od ich rodzaju /N/ oraz sumami opadów atmosferycznych - bez względu na jego genezę /O/.

Wilgotność względna w rozkładzie przestrzennym na obszarze Polski cechuje się stosunkowo małym zróżnicowaniem niezależnie od pory roku /ryc. 93-107/, wahając się od około 85% w półroczu zimowym do 75% w letnim /średnia w roku wynosi około 80%/. Nieco wyższe wartości od przeciętnych występują na północy kraju, zwłaszcza na wybrzeżu. Najniższymi wartościami wilgotności względnej charakteryzuje się obszar nizin i dolin, a w półroczu chłodnym także najwyższe partie Tatr.

2.3. Pole zachmurzenia

Rozkład przestrzenny zachmurzenia na terenie Polski jest również mało zróżnicowany. Można jednak wyróżnić jako najbardziej pochmurną północno-wschodnią część Polski oraz wysokie partie gór / $6,5-7,5$ w roku/. Natomiast najbardziej "pogodnym" obszarem jest południowo-wschodnia część Polski / $5,5-6,5$ /. Szczyty górskie wyróżniają się specyficznym przebiegiem rocznym zachmurzenia. Na Śnieżce jest ono zawsze duże, maksimum osiąga w listopadzie.

dzie - grudniu /7,0-7,6/, minimum w marcu i październiku /6,2-7,0/. Kasprowy Wierch ma "najkorzystniejsze" warunki nefologiczne na jesieni /w październiku - 5,6-6,1/, a "najgorsze" na przełomie wiosny i lata /w maju-czerwcu 6,8-7,8/ - ryc.108-122.

2.4. Pole opadów atmosferycznych

Najistotniejszą cechą rozkładu rocznych sum opadów atmosferycznych na terenie Polski jest znana jego strefowość. Pas nizin Polski - cała Kraina Wielkich Dolin - otrzymuje rocznie poniżej 600 mm opadów, a więc mniej od normy - przeciętnej sumy rocznej opadów w Polsce. Szczególnie niskie sumy opadów występują w centralnej Polsce /około 500 mm/. Na północy kraju opady są wyższe i w części północnej Pojezierza Pomorskiego przekraczają 650 mm. Najwyższe sumy opadów w tym rejonie nie osiągają jednak 700 mm. Również na obszarze Wzniesień Elbląskich roczna suma opadów przekracza 650 mm.

Na południe od pasa nizin środkowopolskich opady wzrastają wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza. Wyżyna Małopolska i Lubelska otrzymują średnio ponad 550 mm wody opadowej, a bardziej wyniesione pasmo Gór Świętokrzyskich powyżej 650 mm.

Dalej na południe, w kierunku Karpat, sumy opadów szybko rosną i w partiach szczytowych Tatr dochodzą do 1600-1700 mm. W Sudetach sumy opadów są nawet wyższe niż na tych samych wysokościach w Karpatach, dochodząc do 1200-1300 mm. Pogórze Sudeckie otrzymuje natomiast mniej opadów, gdyż stosunkowo łagodnie przechodzi w Nizinę Śląską, w przeciwieństwie do Pogórza Karpackiego o ostro zarysowanym progu.

Miesiącem o najwyższych sumach opadów jest przeważnie lipiec, miejscami sierpień, w górach czasem czerwiec. Średnie sumy opadów w tych miesiącach wahają się około 70-120 mm na nizinach, a w górach osiągają 150-240 mm. Najuboższy w opady jest przełom zimy i wiosny, kiedy to nawet w wysokich partiach gór miesięczne sumy opadów nieznacznie tylko przekraczają 100 mm, natomiast na nizinach są najczęściej rzędu 20-30 mm.

Porównując średnie wartości elementów związanych z obieganiem wody w obydwu rozpatrywanych okresach badawczych stwierdzić można cechę charakterystyczną dziesięciolecia 1951-1960 na tle trzydziestolecia 1951-1980. Jest nią większe zacinurzenie - we wszystkich uwzględnionych stacjach i we wszystkich miesiącach średnie

Różnice zachmurzenia między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/
na obszarze Polski

The differences of cloudiness between the decade /1951-1960/ and the thirty year period
/1951-1980/ on the territory of Poland

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	I-XII
Świnoujście	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7	0,6	0,8	0,3	0,5	0,9	0,9	0,6	0,5	0,6
Gdańsk	0,9	0,4	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,8	0,4	0,5	0,5
Suwalski	1,2	0,8	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8	0,5	0,7
Ślubice	0,7	0,5	0,2	0,5	0,4	0,7	0,7	1,1	0,9	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,6
Poznań	1,0	0,5	0,2	0,7	0,6	0,9	1,1	0,8	0,5	0,5	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7
warszawa	1,2	0,6	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7
Siedlce	1,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	1,0	1,1	0,9	0,7	0,8
Wrocław	0,8	0,5	0,4	0,7	0,8	1,0	1,0	0,7	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,7	0,7
Kielce	1,2	0,6	0,5	0,7	0,8	0,9	0,7	0,5	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,3	0,7
Zamość	1,2	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	1,0	0,8	0,7	0,4	0,5
Racibórz	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,9	0,6	0,4	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,7
Kraków	1,2	1,1	0,9	0,9	0,9	1,2	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0
Przemysł	1,2	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	0,7	0,8	0,6	0,7
Kłodzko	0,8	0,0	0,2	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5
Zakopane	0,9	0,6	0,4	0,6	0,8	1,0	0,5	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6
Śnieżka	0,9	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8	0,4	0,9	0,6	0,7	0,7
Kasprowy Wierch	0,8	0,8	0,3	0,6	0,9	1,0	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,8	0,6	0,7	0,6

Różnice wilgotności względnej powietrza między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/ na obszarze Polski

The differences of relative air humidity between the decade /1951-1980/ and the thirty year period /1951-1980/ on the territory of Poland

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	I-XII
Świnoujście	1	2	3	2	2	4	2	0	3	2	0	1	2	2	2
Gdańsk	2	3	2	1	0	3	4	2	2	3	2	2	2	2	2
Suwałki	1	0	2	1	1	4	3	2	2	0	1	0	0	2	1
Ślubice	1	2	0	1	1	2	-1	-1	1	2	-1	-1	0	1	1
Poznań	0	2	-1	-1	2	-3	0	1	0	0	-1	0	0	-1	0
Warszawa	-1	0	-1	0	0	3	1	2	2	2	-1	0	2	1	2
Siedlce	0	-1	-1	0	0	1	1	0	2	1	-1	0	-1	1	0
Wrocław	1	2	0	1	1	3	1	1	1	1	-1	0	1	1	1
Kielce	0	0	0	1	2	2	3	2	3	1	-1	0	0	2	1
Zamość	1	2	1	1	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2
Racibórz	2	2	0	1	1	2	0	0	2	2	0	1	1	1	1
Kraków	2	2	-1	1	0	1	2	1	2	1	0	1	1	1	1
Przemysł	2	2	1	1	0	0	1	-1	1	2	0	1	2	0	1
Kłodzko	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Zakopane	1	1	-1	0	0	0	2	1	2	0	-1	0	0	1	1
Śnieżka	0	-1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Kasprowy Wierch	0	-2	1	3	1	1	2	2	4	2	2	2	0	2	2

jego wartość przekracza analogiczną w wieloleciu. Różnice wahają się najczęściej w granicach od 0,5 do 0,9, najwyższe przypadają na miesiące zimowe /grudzień, styczeń/ /tabl. 5/.

Również wilgotność względna powietrza jest w dziesięcioleciu 1951-1960 nieco wyższa /o 1-2%/ od średniej w trzydziestoleciu 1951-1980 /tabl. 6/. Natomiast sumy opadów atmosferycznych w rozpatrywanym dziesięcioleciu w większości przypadków są mniejsze niż w wieloleciu. Różnice między średnimi miesięcznymi wynoszą 2-10 mm, a rocznymi - 20-40 mm; w przebiegu rocznym zaznacza się ich zwyczajka w półroczu letnim /tabl. 7/.

2.5. Pole prędkości wiatru

Odzwierciedleniem zróżnicowania stosunków anemologicznych na obszarze Polski jest rozkład przestrzenny prędkości wiatru. W ciągu całego roku najwyższymi wartościami wyróżniają się szczyty górskie, przy czym charakterystyczne jest, że średnia prędkość wiatru na Śnieżce /11,6-11,9 m/s w roku/ jest niemal dwukrotnie większa niż na Kasprowym Wierchu /6,3-6,6 m/s/. Na pozostałym obszarze Polski jako wietrzny zaznacza się pas wybrzeża oraz rejon Kotliny Warszawskiej /średnia roczna powyżej 4,0 m/s/. Z kolei najniższą prędkością wiatru, niezależnie od pory roku, charakteryzują się kotliny śródgórskie, zwłaszcza Rów Podtatrzanski /w ciągu całego roku średnia nie przekracza tu 2,0 m/s/ oraz niziny w południowo-zachodniej części kraju /2,0-3,0 m/s/. W przebiegu rocznym maksimum prędkości wiatru przypada na miesiące zimowe /w styczniu na Śnieżce 14,8-15,1 m/s, na Kasprowym Wierchu 8,2 m/s/, minimum - na okres lata /w czerwcu na Śnieżce 8,5-9,6 m/s, na Kasprowym Wierchu 4,8-5,6 m/s/. W nizinnej części Polski prędkość wiatru w przebiegu rocznym zmienia się od 3,0-4,5 m/s zimą do 2,0-3,0 m/s latem.

Średnia prędkość wiatru w dziesięcioleciu 1951-1960 w nieznacznym tylko stopniu odbiega od analogicznej wartości w trzydziestoleciu 1951-1980. Minimalnie przeważają różnice ujemne, nie przekraczające najczęściej 0,4 m/s. /tabl. 8/.

Z powyższego opisu wynika, że do czynników najbardziej deformujących pola zmiennych meteorologicznych w Polsce należy ukształtowanie jej powierzchni oraz wysokość nad poziomem morza. Na wszystkich mapach w górach izarytmy biegną w przybliżeniu

Różnice sum opadów atmosferycznych między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestolecieciem /1951-1980/ na obszarze Polski

The differences of totals of atmospheric precipitation between the decade /1951-1960/ and the thirty year period /1951-1980/ on the territory of Poland

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	I-XII
Swinoujście	9	2	-4	1	-1	11	5	4	-3	3	-7	0	3	17	20
Gdańsk	1	3	-2	1	-9	5	1	0	6	-7	-15	2	-21	4	-17
Suwałki	-1	1	-4	0	-13	1	3	4	4	-4	-11	5	-14	-1	-15
Ślubice	-2	1	-4	1	-8	3	26	-6	-4	-1	-6	0	-12	12	2
Poznań	-1	1	-2	-3	-16	2	11	-1	-6	-9	-9	0	-20	-13	-33
Warszawa	2	2	-3	-2	-12	-4	3	-12	-2	-8	-6	6	-7	-29	-36
Siedlce	6	2	1	-5	-7	4	11	-1	-16	-4	-8	3	0	-14	-16
Wrocław	-3	-3	1	2	-11	-11	4	-17	-5	-8	-9	1	-21	-38	-59
Kielce	2	-3	-1	-5	-11	7	5	-13	-1	-6	-5	0	-13	-18	-37
Zamość	0	6	0	-7	1	-7	8	4	2	0	1	7	14	1	15
Racibórz	-3	-4	-4	-2	-7	-7	1	-4	1	-3	-11	1	-24	-18	-42
Kraków	-4	-5	-2	-1	-15	-2	2	-10	-7	-12	-10	-2	-35	-33	-68
Przemysł	1	-1	-3	-5	-9	0	-7	-4	2	0	1	6	4	-23	-19
Kłodzko	1	1	-2	3	-8	-10	13	-8	-3	0	-6	0	-6	-13	-19
Zakopane	7	-1	8	3	-11	-2	0	-19	-6	-4	-7	1	4	-35	-31
Śnieżka	16	4	0	11	-23	-15	36	-25	-8	3	4	12	39	-24	15
Kasprowy Wierch	-4	-9	-12	-6	0	-2	-9	-21	-15	-11	-10	-3	-49	-53	-102

Różnice prędkości wiatru między dziesięcioleciem /1951-1960/ i trzydziestoleciem /1951-1980/
na obszarze Polski

The differences of wind velocity between the decade /1951-1960/ and the thirty year period
/1951-1980/ on the territory of Poland

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	I-XII
Świnoujście	0,3	-0,2	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	-0,5	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2
Gdańsk	-0,3	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,6	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-1,2	-0,6	-0,5	-0,4	-0,5
Suwałki	0,0	-0,4	-0,4	-0,3	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,5	-0,2	-0,3	-0,1	-0,2
Słubice	0,4	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,1	0,1
Poznań	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,7	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2
Warszawa	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,3	0,1	0,6	-0,1	0,3
Siedlce	0,6	0,4	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	-0,3	0,2	0,2	0,0	0,1
Wrocław	0,2	-1,0	-0,3	-0,2	0,1	0,1	0,3	0,0	0,2	-0,2	-0,5	-0,2	-0,4	0,1	0,0
Kielce	0,3	0,3	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Zamość	0,2	-0,2	-0,4	-0,2	0,0	-0,1	0,8	-0,1	0,1	-0,3	-0,6	0,0	-0,2	0,0	-0,1
Racibórz	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Kraków	0,2	-0,9	-1,2	-1,3	-0,8	-1,0	-0,9	-0,7	-0,9	-1,1	-1,1	-1,2	-0,9	-0,9	-1,0
Przemysł	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,5	-0,7	-0,5	-0,4	-0,1	-0,2
Kłodzko	0,0	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	-0,6	0,0
Zakopane	0,4	0,3	0,0	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,2
Śnieżka	0,3	0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,6	-0,4	0,0	0,1	-0,6	-1,4	-0,8	-0,4	-0,3	-0,3
Kasprowy Wierch	0,0	-0,2	-0,4	-0,7	-0,4	-0,4	-0,6	-0,2	-0,2	-0,4	-1,0	0,1	-0,3	-0,4	-0,3

równoległe do łańcuchów górskich z malejącymi wartościami temperatury i wzrastającymi wilgotności i opadów atmosferycznych w miarę wzrostu wysokości. Także garby Pojezierza Pomorskiego i Góry Świętokrzyskie zamknięte są często izotermami o niższych wartościach i izohietami o wyższych wartościach. Największe przestrzenne zróżnicowanie poszczególnych elementów, a zwłaszcza temperatury i opadów, występuje w górach, o czym świadczy między innymi duże zagęszczenie izarytm. W samych górach szczegółowej deformacji dokonuje rzeźba i ekspozycja terenu.

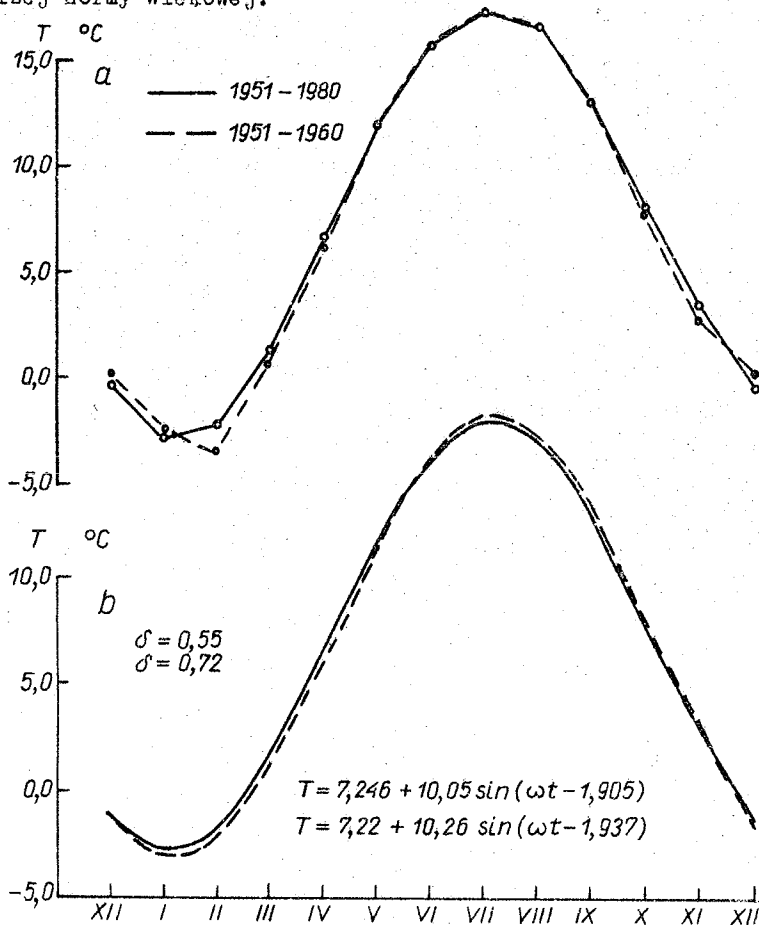
3. Wiekowe zmiany temperatury powietrza w latach 1779-1980 i opadów atmosferycznych w latach 1813-1980 w Warszawie

O wiekowych zmianach temperatury i opadów w Polsce informują średnie konsekwentne dziesięcioletnie wartości temperatury powietrza w Warszawie w latach 1779-1980 i opadów atmosferycznych w latach 1813-1980. Kolejne średnie dziesięcioletnie: temperatury 1779-1788, 1780-1789, ..., 1971-1980 i opadów 1813-1822, 1814-1823, ..., 1971-1980 przedstawiono na wykresach /ryc. 153, 154/. Punktami odniesienia są średnie arytmetyczne z półroczy chłodnego i ciepłego oraz roku:

	X - III	IV - IX	I - XII
temperatura			
/201 lat/	2,4	12,5	7,5 °C
opad			
/168 lat/	212	357	568 mm

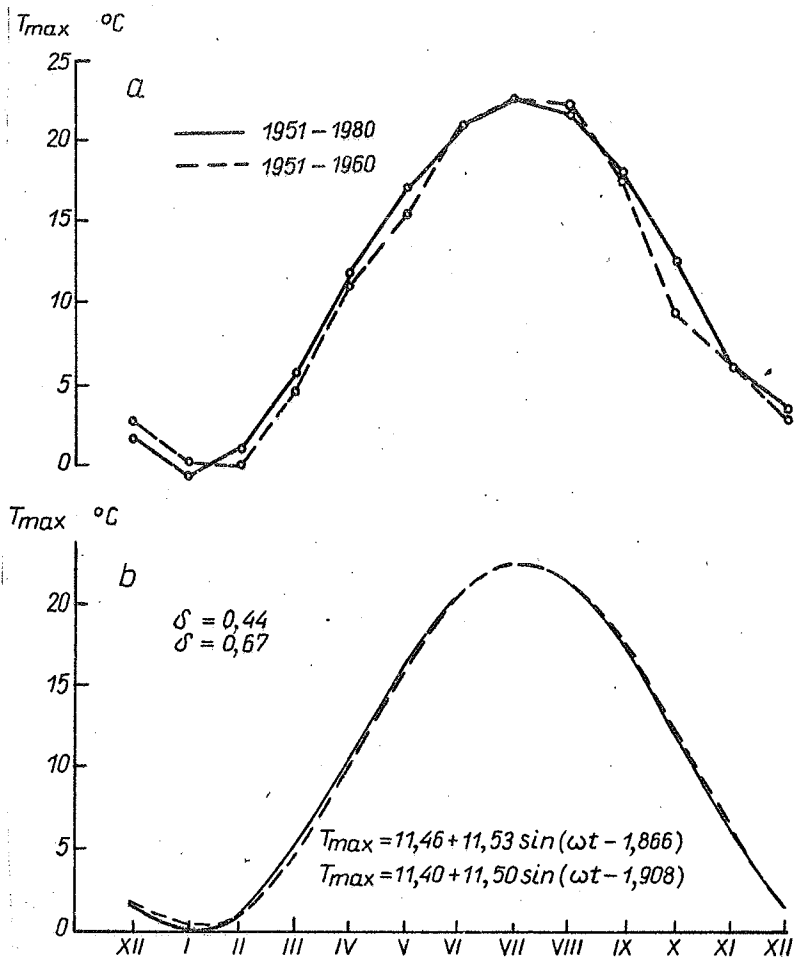
Krzywe średnich konsekwentnych temperatury powietrza mają po dwa główne ekstrema. Dekadą najchłodniejszą jest przedział czasu 1813-1822, w którym średnia wartość temperatury wynosi: półrocze chłodne 1,1, półrocze ciepłe 11,7, rok 6,4°C. Najcieplejsze dziesięciolecie przypada na lata: 1932-1941 w półroczu ciepłym /13,4°C/, 1944-1953 w półroczu chłodnym /3,5°C/ i roku /7,9°C/. Tak więc badane dziesięciolecie 1951-1960 o wartościach średnich w półroczu chłodnym 1,1, ciepłym 14,5 i roku 7,8°C cechuje się wyższą temperaturą od normy wiekowej. Należy podkreślić, że najchłodniejsze dziesięciolecie 1813-1822 pokrywa się z najslabszym cyklem jedenastoletnim aktywności Słońca 1812-1823. Natomiast najcieplejsze dziesięciolecie 1944-1953 występuje w pobliżu maksimum absolutnego aktywności Słońca 1958.

Srednie dziesięcioletnie sum opadów w latach 1813-1980 zmieniają się w granicach: półrocze chłodne 150-300 mm, półrocze ciepłe 320-400 mm, rok 490-705 mm. Najsuchszym okresem było dziesięciolecie 1821-1830, a najwilgotniejszym 1846-1855. Badane dziesięciolecie 1951-1960 o sumach opadów w półroczu chłodnym 171, ciepłym 299 i roku 470 mm charakteryzuje się opadami w pobliżu lub poniżej normy wiekowej.



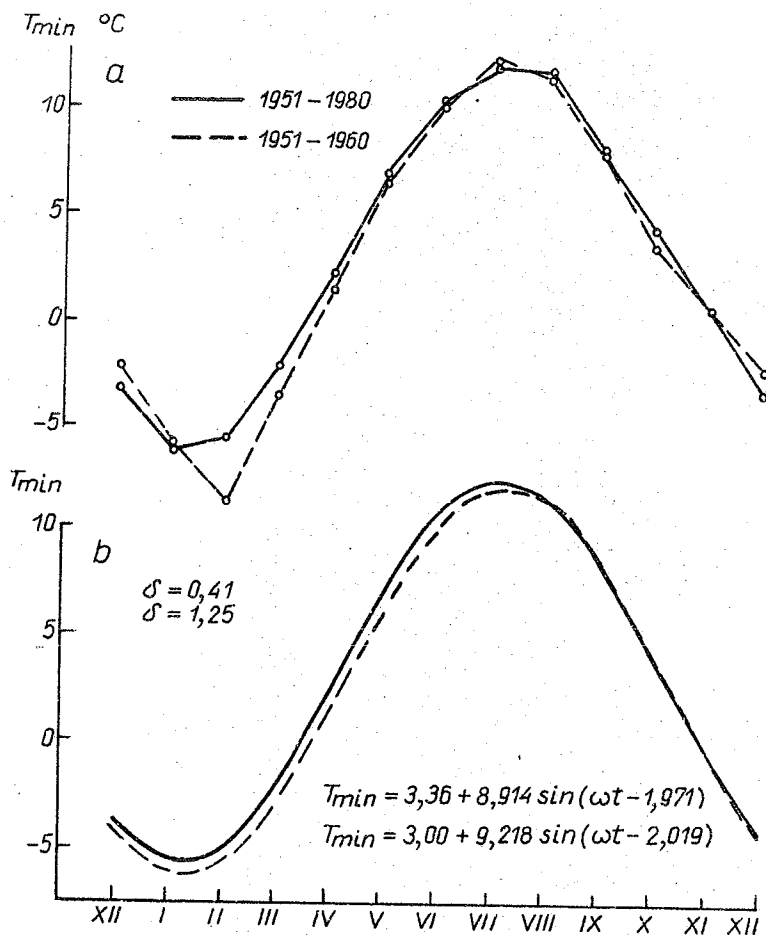
Ryc.25. Zmiany roczne temperatury powietrza T w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of air temperature T in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



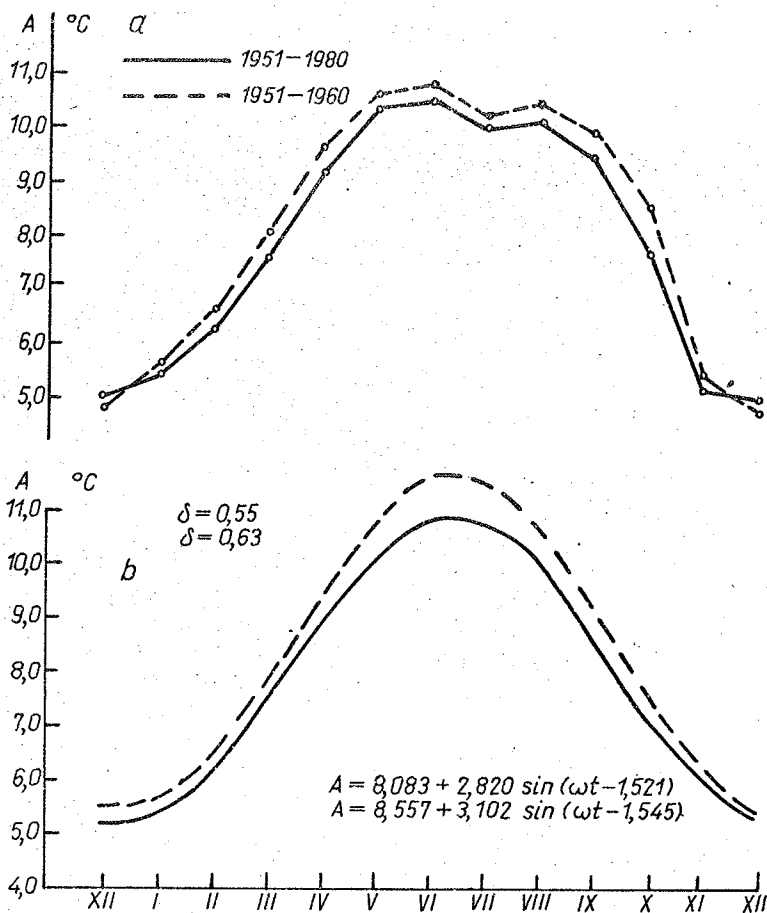
Ryc. 26. Zmiany roczne temperatury maksymalnej T_{max} w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of maximal temperature T_{max} in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



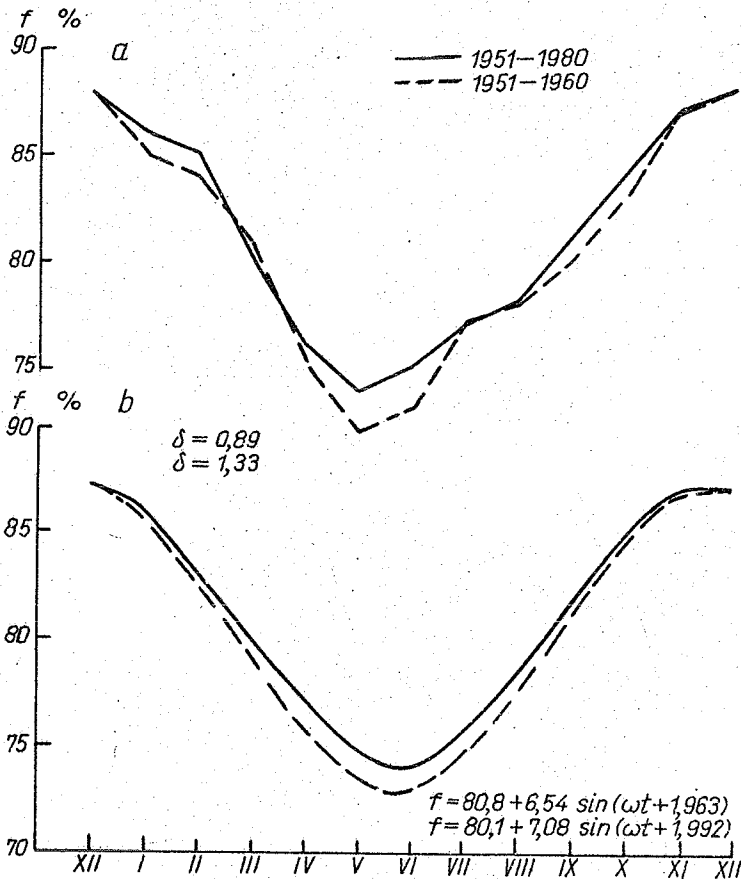
Ryc. 27. Zmiany roczne temperatury minimalnej T_{min} w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestoletnia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of minimal temperature T_{min} in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



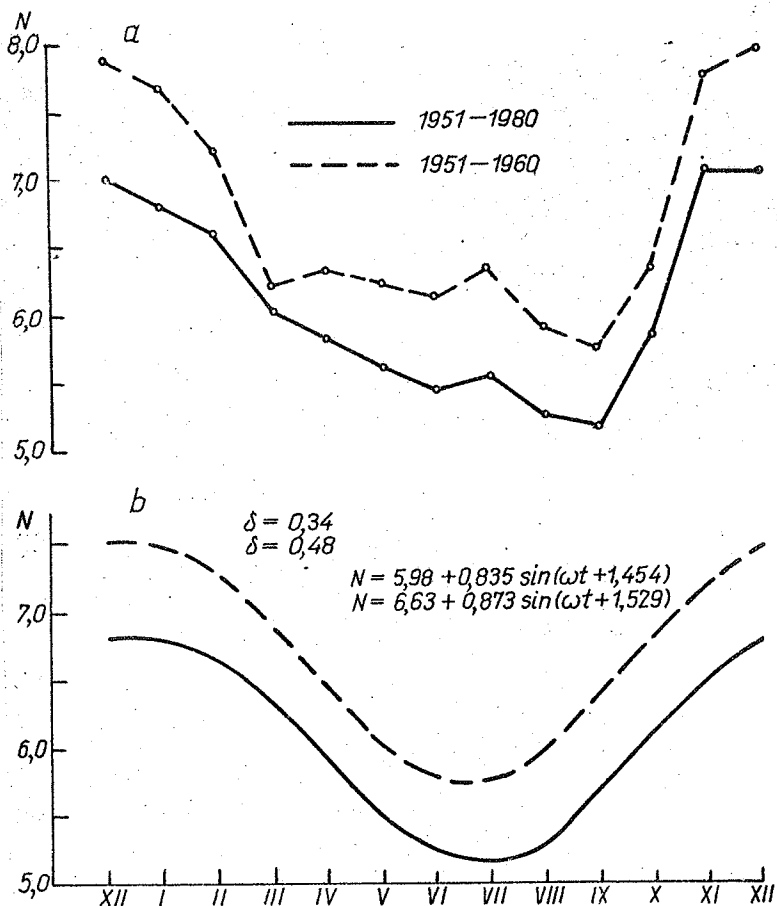
Ryc. 28. Zmiany roczne dobowej amplitudy temperatury powietrza /A/ w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of air temperature range /A/ in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



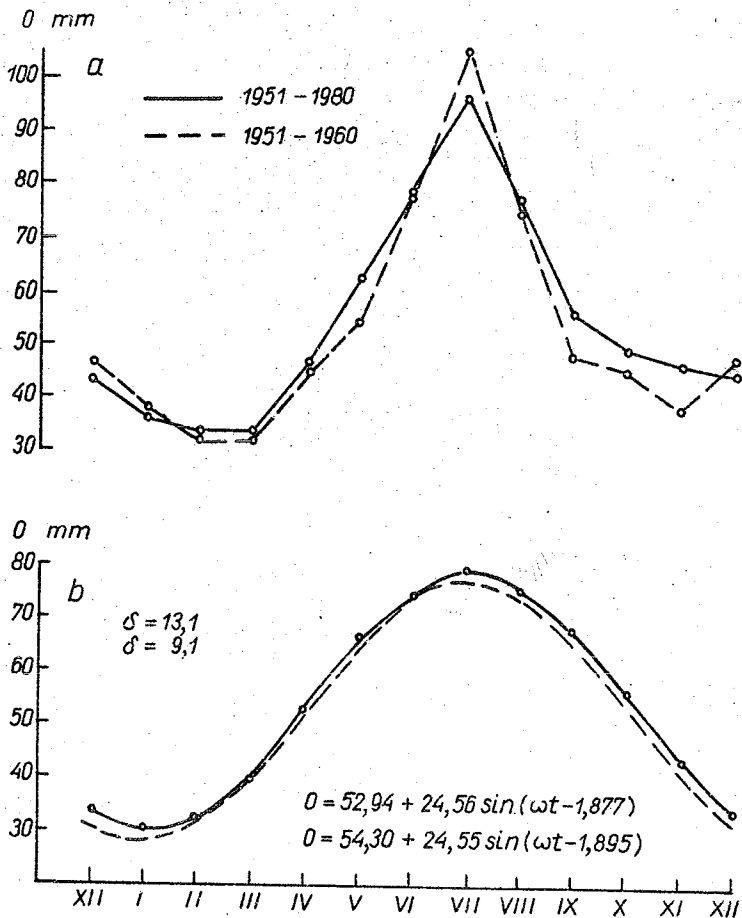
Ryc. 29. Zmiany roczne wilgotności względnej powietrza /f/ w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of relative humidity /f/ in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



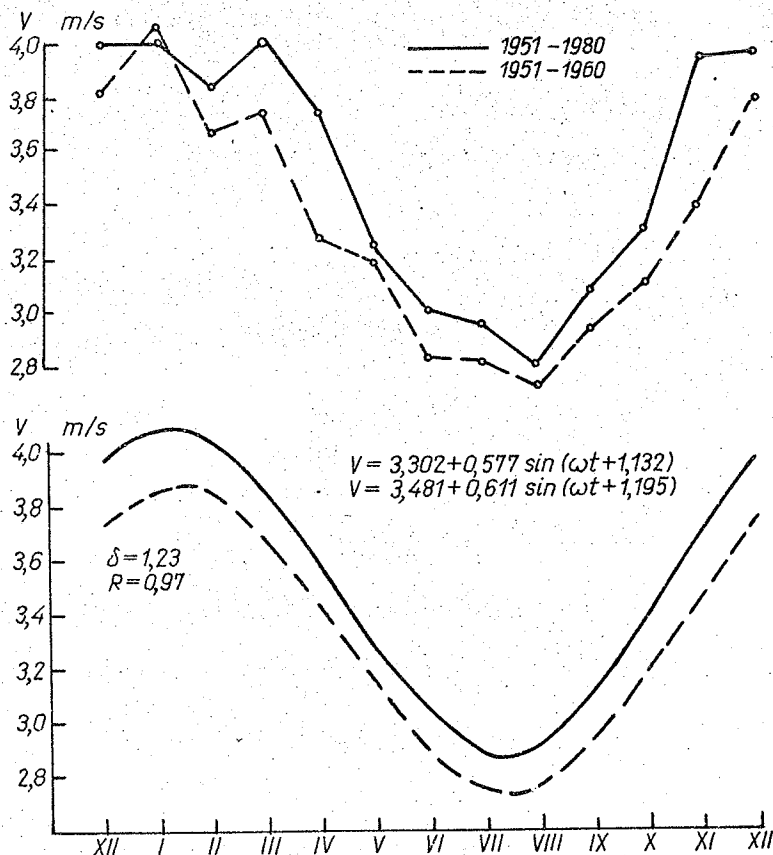
Ryc. 30. Zmiany roczne zachmurzenia /N/ w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości obserwowane, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of cloudiness /N/ in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - values calculated by sinusoid equations of regression



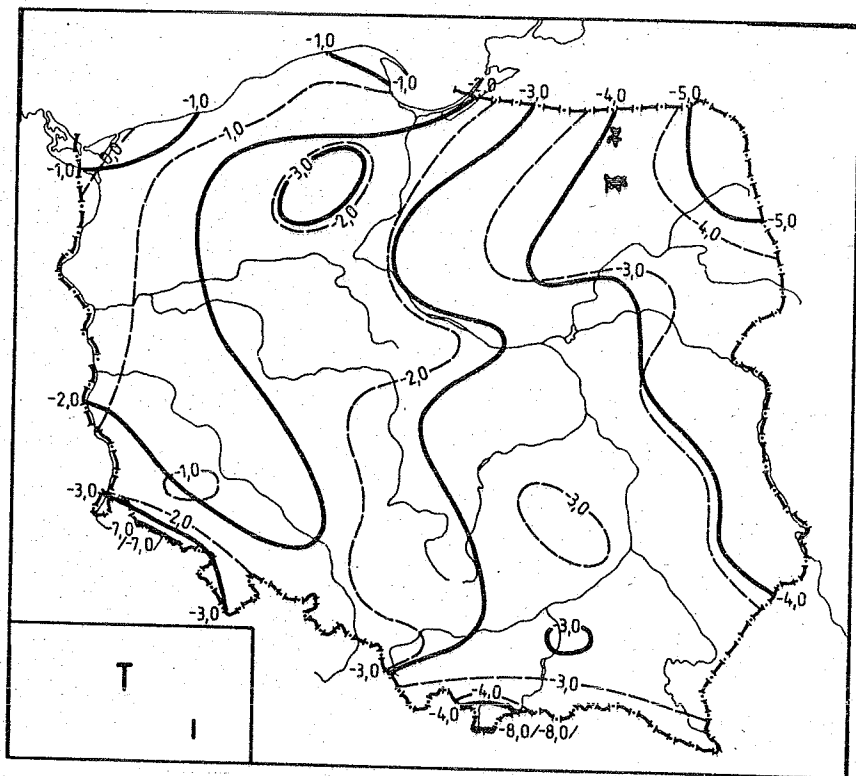
Ryc. 31. Zmiany roczne sum opadów atmosferycznych /O/ w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of totals of precipitation /O/ in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



Ryc. 32. Zmiany roczne prędkości wiatru v w dziesięcioleciu /1951-1960/ na tle trzydziestolecia /1951-1980/ w Polsce: a - wartości zmierzone, b - wartości obliczone z równań sinusoid regresji

Annual changes of wind velocity v in the decade /1951-1960/ against the period of thirty years /1951-1980/ in Poland: a - measured values, b - values calculated by sinusoid equations of regression



Ryc. 33. Temperatura powietrza w latach : — 1951-1980 i
 - - - 1951-1960 - styczeń

Air temperature in the years : — 1951-1980 and
 - - - 1951-1960 - January

$$T = 0,342 \varphi - 20,85$$

$$T = -0,346 \lambda + 3,52$$

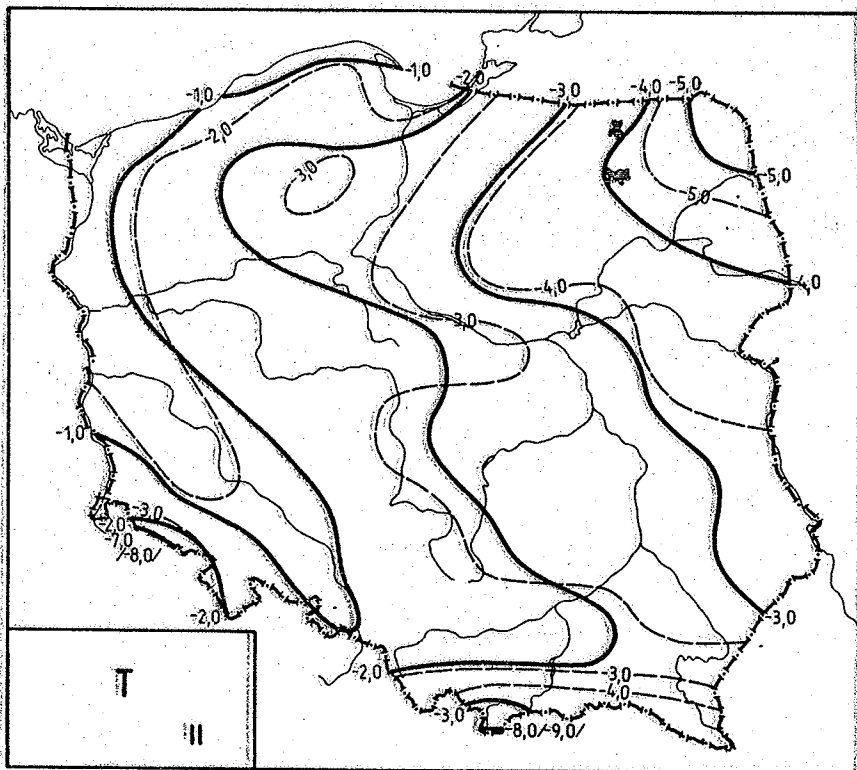
$$T = -0,325 H - 2,30$$

$$T = 0,250 \varphi - 0,314 \lambda - 10,09$$

$$T = -0,159 \varphi - 0,346 \lambda - 0,354 H + 12,59$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,37	0,57	0,76	0,63	0,95
F	7,8	24,0	66,8	16,00	131,3

Wzory pod mapami dotyczą lat 1951-1980.



Ryc. 34. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - February

$$T = 0,142\varphi - 9,60$$

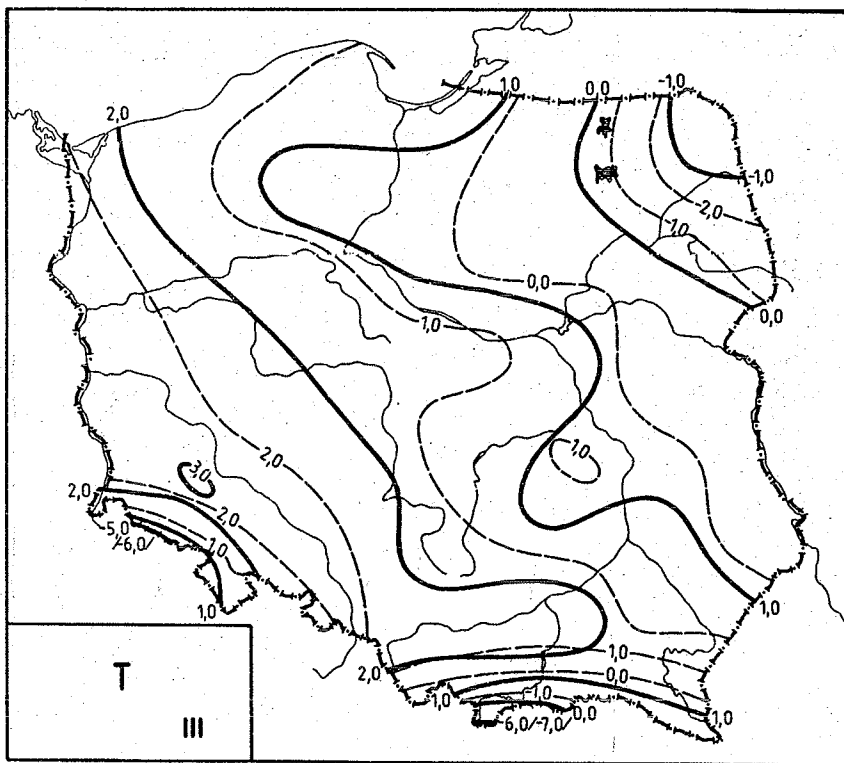
$$T = 0,310\lambda + 3,68$$

$$T = -0,330 H - 1,467$$

$$T = 0,053\varphi - 0,304 \lambda + 0,79$$

$$T = -0,441\varphi - 0,341\lambda - 0,427 H + 28,16$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,14	0,47	0,71	0,48	0,91
F	1,0	14,2	49,3	7,1	78,4



Ryc. 35. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
marzec

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
March

$$T = 0,065 \varphi - 2,16$$

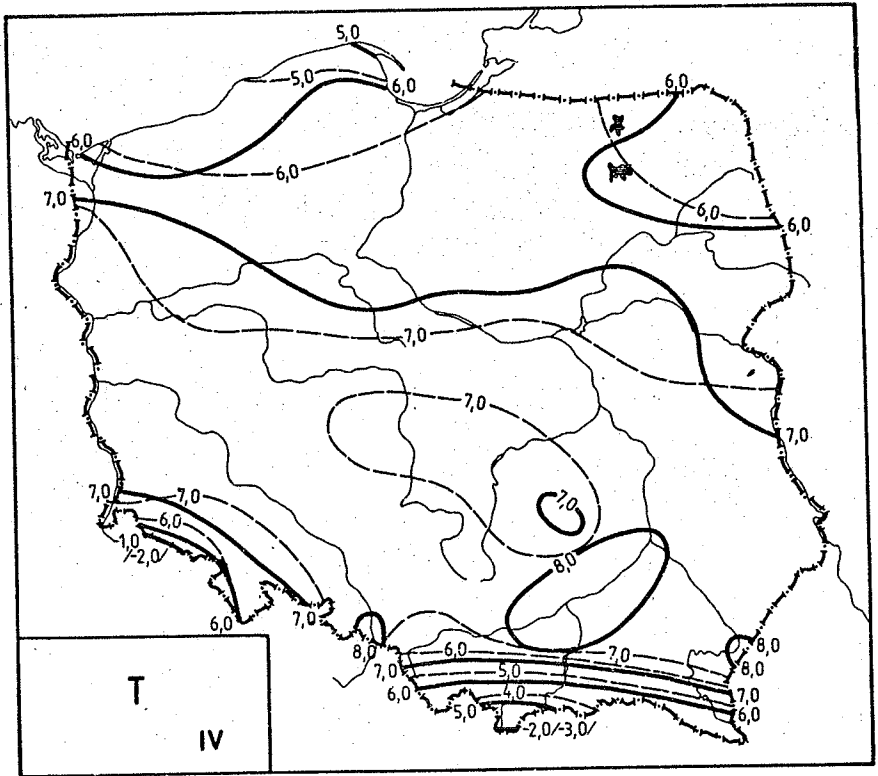
$$T = -0,200 \lambda + 4,98$$

$$T = -0,400 H + 2,08$$

$$T = 0,006 \varphi - 0,199 \lambda + 4,65$$

$$T = -0,622 \varphi - 0,247 \lambda - 0,543 H + 39,45$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,06	0,29	0,82	0,29	0,99
F	0,2	4,5	97,3	2,2	555,9



Ryc. 36. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
kwiecień
Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
April

$$T = -0,031 \varphi + 8,17$$

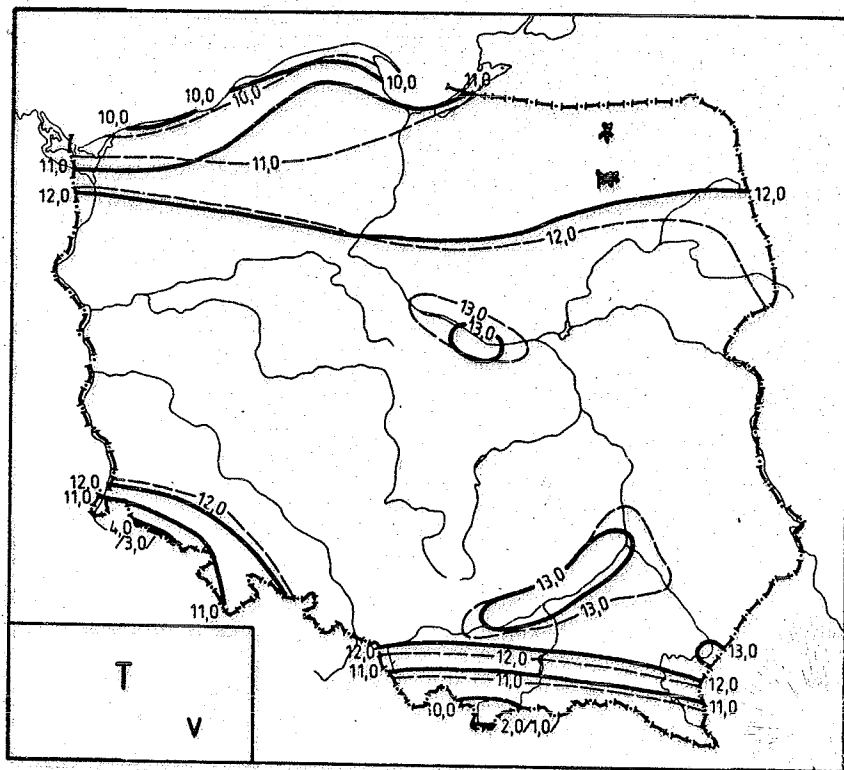
$$T = 0,089 \lambda + 4,86$$

$$T = -0,470 H + 7,57$$

$$T = -0,005 \varphi + 0,09 \lambda + 5,14$$

$$T = -0,763 \varphi + 0,031 \lambda - 0,656 H + 47,17$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,11	0,83	0,11	0,99
F	0,03	0,6	105,2	0,3	545,9



Ryc. 37. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
 maj

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 May

$$T = 0,058 \varphi + 8,66$$

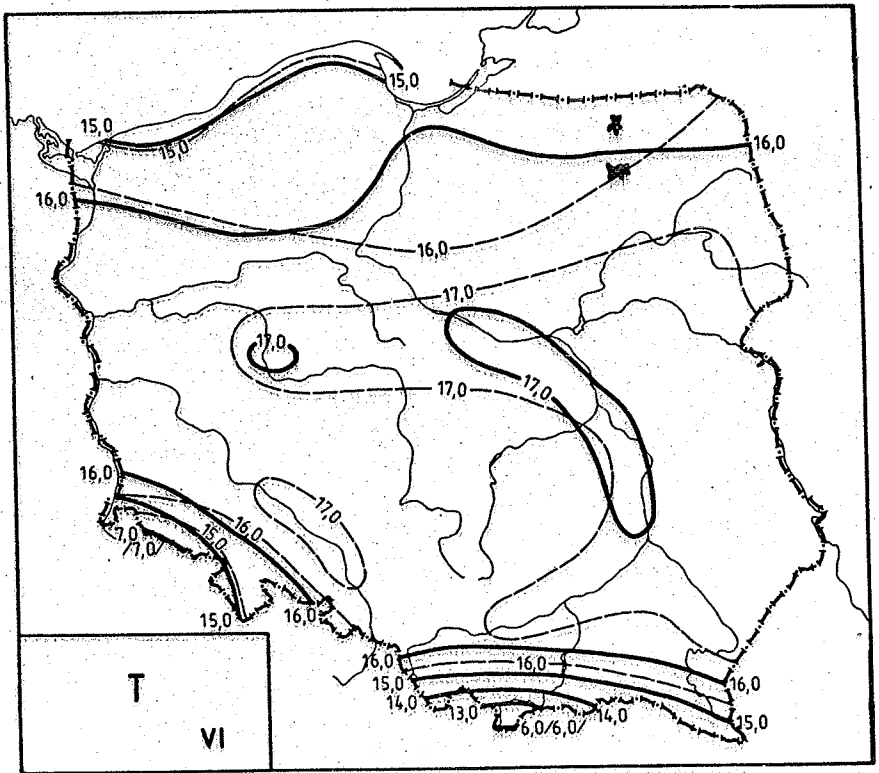
$$T = 0,162 \lambda + 8,62$$

$$T = -0,506 H + 12,79$$

$$T = 0,110 \varphi + 0,176 \lambda + 2,65$$

$$T = -0,666 \varphi + 0,117 \lambda - 0,671 H + 45,64$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,04	0,19	0,84	0,21	0,97
F	0,1	1,9	117,0	1,1	237,1



Ryc. 38. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
czerwiec

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
June

$$T = 0,140 \varphi + 8,32$$

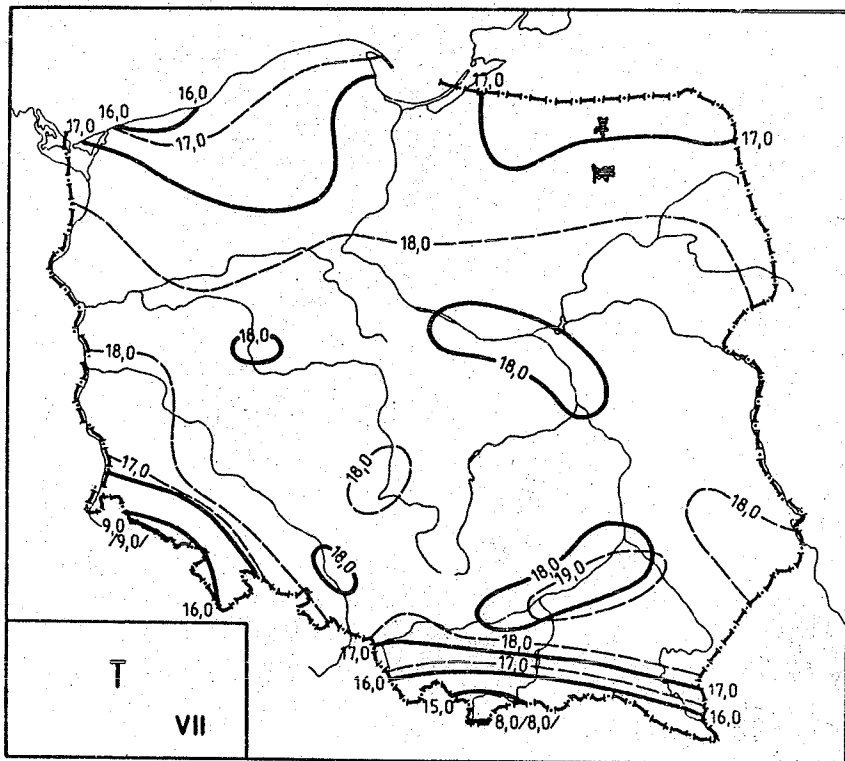
$$T = 0,114 \lambda + 13,45$$

$$T = -0,525 H + 16,75$$

$$T = 0,180 \varphi + 0,136 \lambda + 3,66$$

$$T = -0,596 \varphi + 0,078 \lambda - 0,672 H + 46,68$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,10	0,13	0,82	0,18	0,91
F	0,51	0,8	102,6	0,8	78,3



Ryc. 39. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$T = 0,231 \varphi + 4,87$$

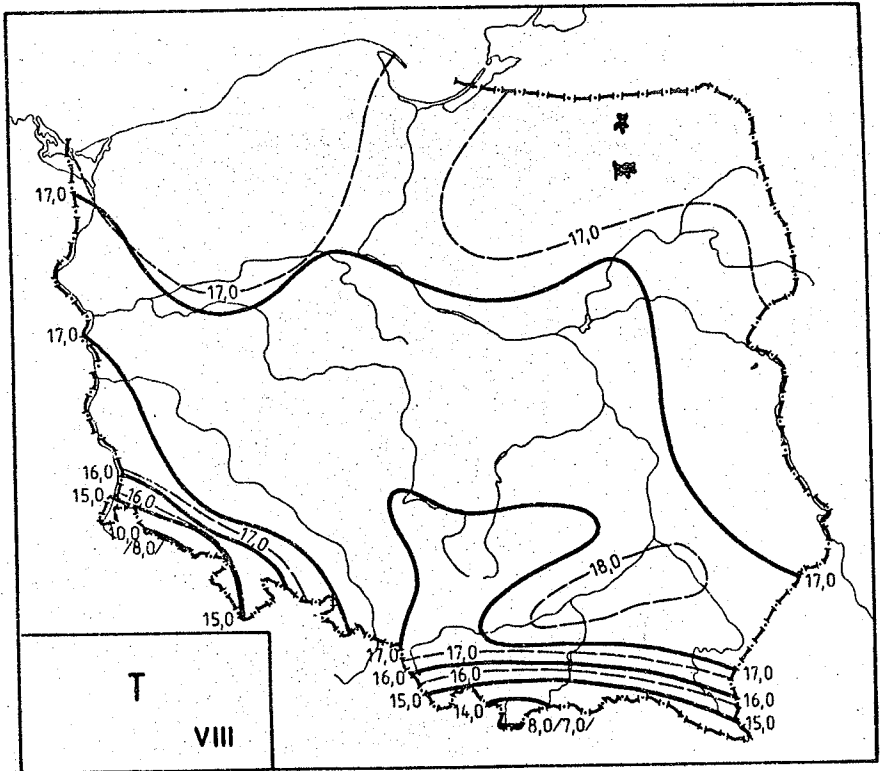
$$T = 0,132 \lambda + 14,44$$

$$T = -0,532 H + 18,09$$

$$T = 0,280 \varphi + 0,167 \lambda - 0,83$$

$$T = -0,470 \varphi + 0,110 \lambda - 0,650 H + 40,76$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,18	0,16	0,90	0,27	0,97
F	1,7	1,3	214,2	1,9	278,8



Ryc. 40. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$T = 0,282 \varphi + 1,76$$

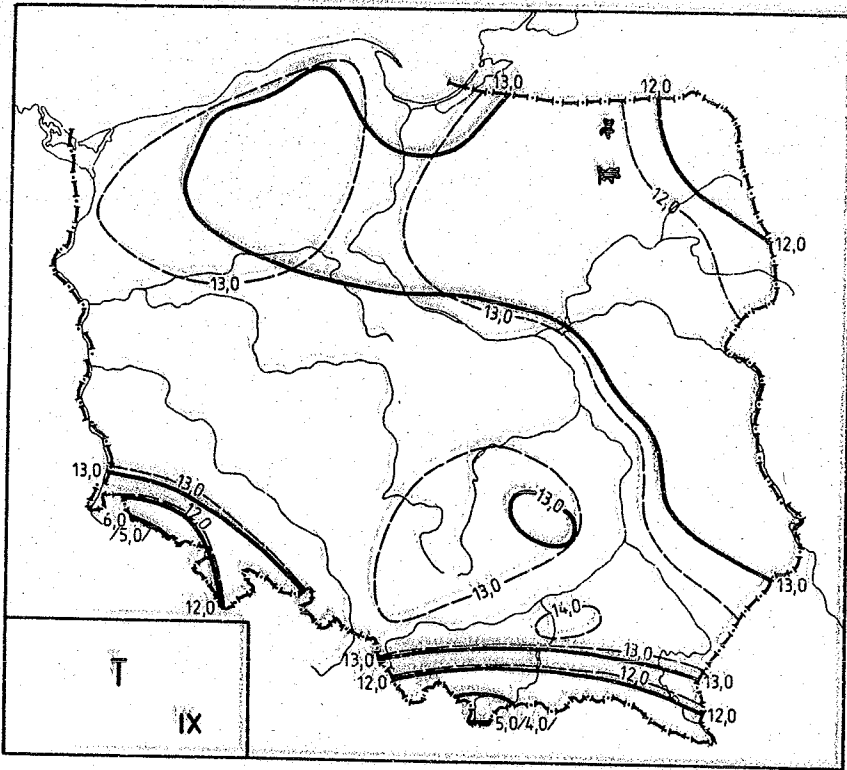
$$T = 0,062 \lambda + 15,27$$

$$T = -0,494 H + 17,52$$

$$T = 0,312 \varphi + 0,101 \lambda - 1,70$$

$$T = -0,362 \varphi + 0,050 \lambda - 0,583 H + 35,64$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,25	0,08	0,94	0,28	0,99
F	3,2	0,4	383,1	2,1	562,2



Ryc. 41. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
wrzesień

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
September

$$T = 0,286 \varphi - 2,20$$

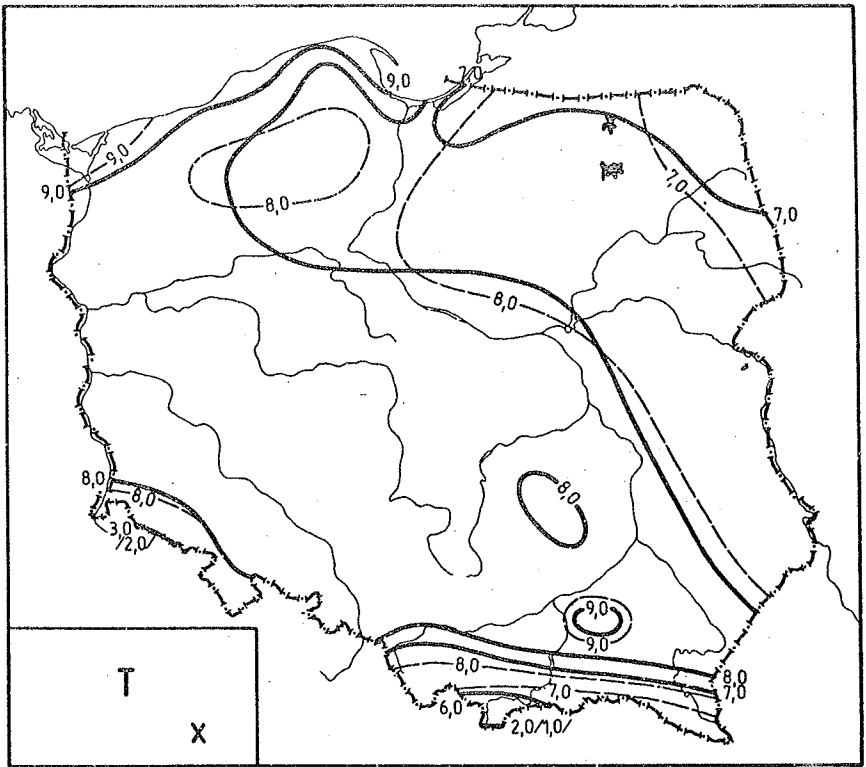
$$T = -0,033 \lambda + 13,32$$

$$T = -0,472 H + 13,72$$

$$T = 0,286 \varphi + 0,002 \lambda - 2,28$$

$$T = -0,357 \varphi - 0,046 \lambda - 0,557 H + 33,38$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,26	0,05	0,94	0,26	0,98
F	3,7	0,1	378,0	1,8	387,9



Ryc. 42. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$T = 0,264 \varphi - 5,82$$

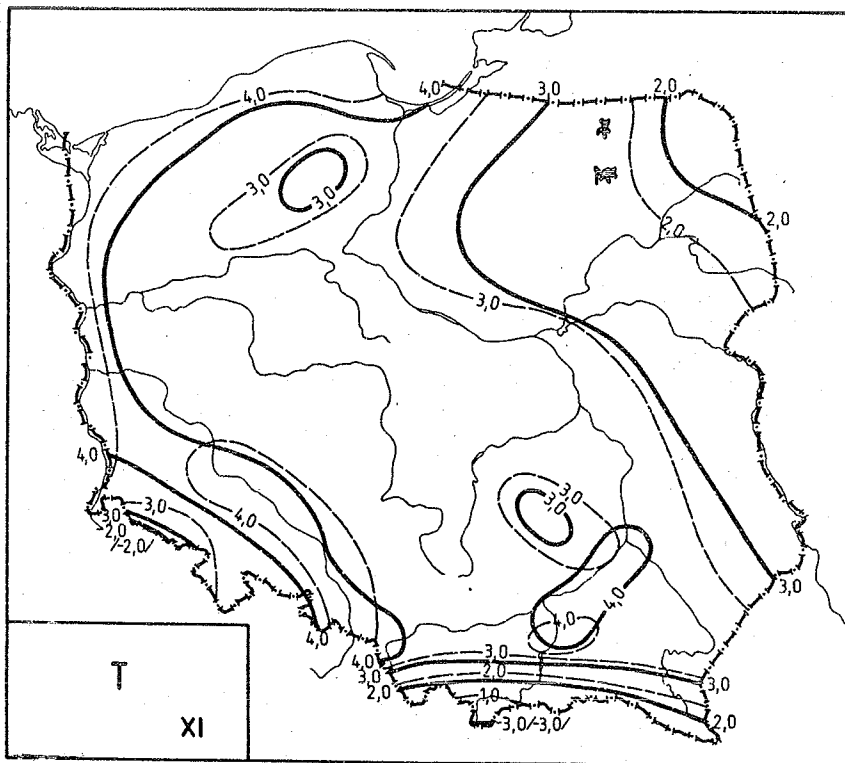
$$T = -0,103 \lambda + 9,87$$

$$T = -0,387 H + 8,77$$

$$T = 0,242 \varphi - 0,072 \lambda - 3,34$$

$$T = -0,280 \varphi - 0,112 \lambda - 0,452 H + 25,61$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,29	0,17	0,90	0,31	0,95
F	4,4	1,5	220,9	2,5	141,6



Ryc. 43. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$T = 0,200 \varphi - 7,20$$

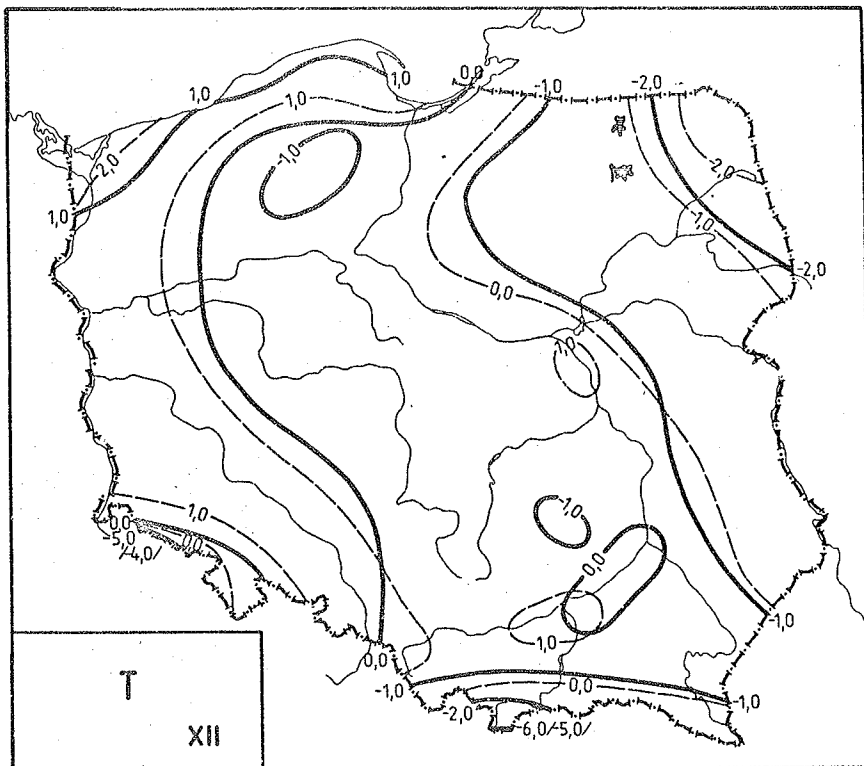
$$T = -0,170 \lambda + 6,41$$

$$T = -0,377 H + 4,02$$

$$T = 0,155 \varphi - 0,150 \lambda - 2,06$$

$$T = -0,381 \varphi - 0,191 \lambda - 0,464 H + 27,66$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,20	0,25	0,82	0,30	0,91
F	2,0	3,6	99,0	2,4	73,1



Ryc. 44. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
grudzień

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
December

$$T = 0,293 \varphi - 15,86$$

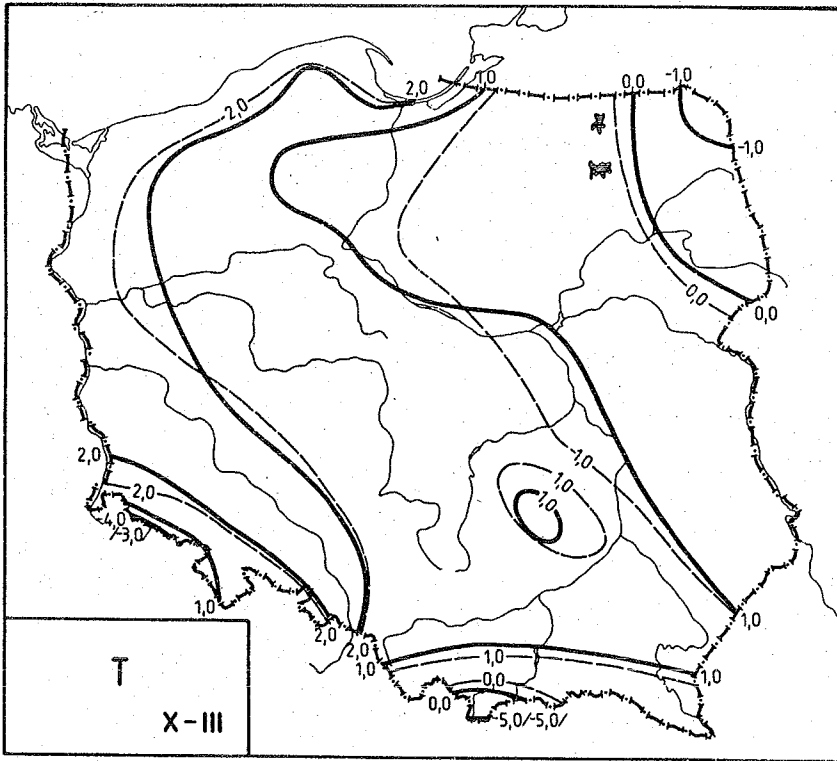
$$T = -0,234 \lambda + 3,83$$

$$T = -0,349 H + 0,18$$

$$T = 0,233 \varphi - 0,204 \lambda - 8,87$$

$$T = -0,226 \varphi - 0,259 \lambda - 0,397 H + 16,56$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,52	0,39	0,83	0,47	0,93
F	5,7	9,0	108,8	6,8	99,0



Ryc. 45. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półrocze chłodne
Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
cold half-year

$$T = 0,224 \varphi - 10,54$$

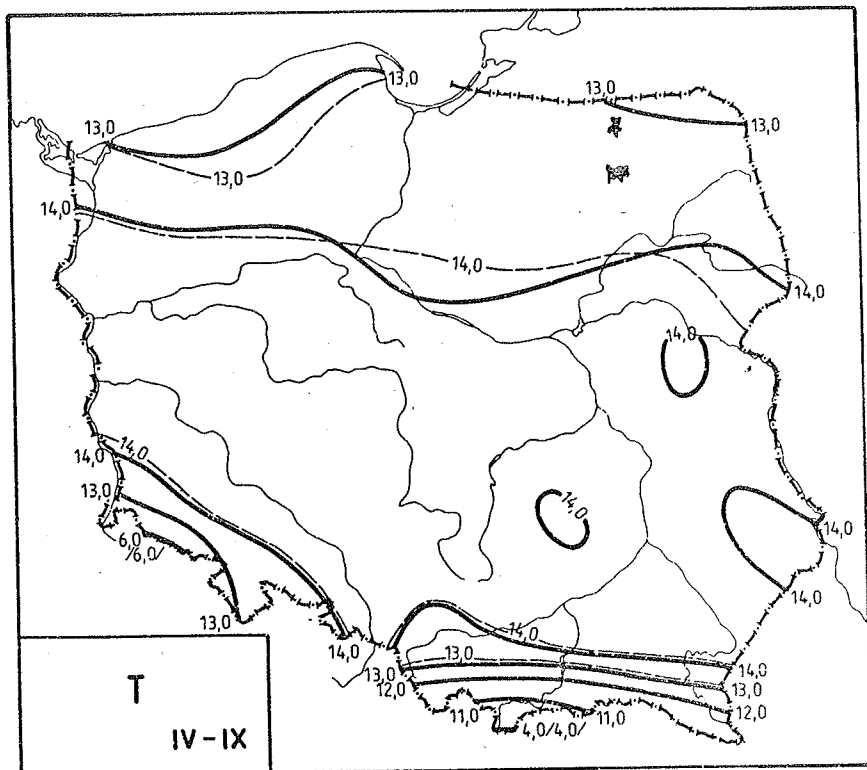
$$T = -0,222 \lambda + 5,31$$

$$T = -0,360 H + 1,89$$

$$T = 0,164 \varphi - 0,202 \lambda - 3,63$$

$$T = -0,339 \varphi - 0,240 \lambda - 0,435 H + 24,27$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,24	0,37	0,85	0,41	0,96
F	3,1	7,9	126,1	4,9	210,5



Ryc. 46. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półrocze ciepłe
Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
warm half-year

$$T = 0,167 \varphi + 4,65$$

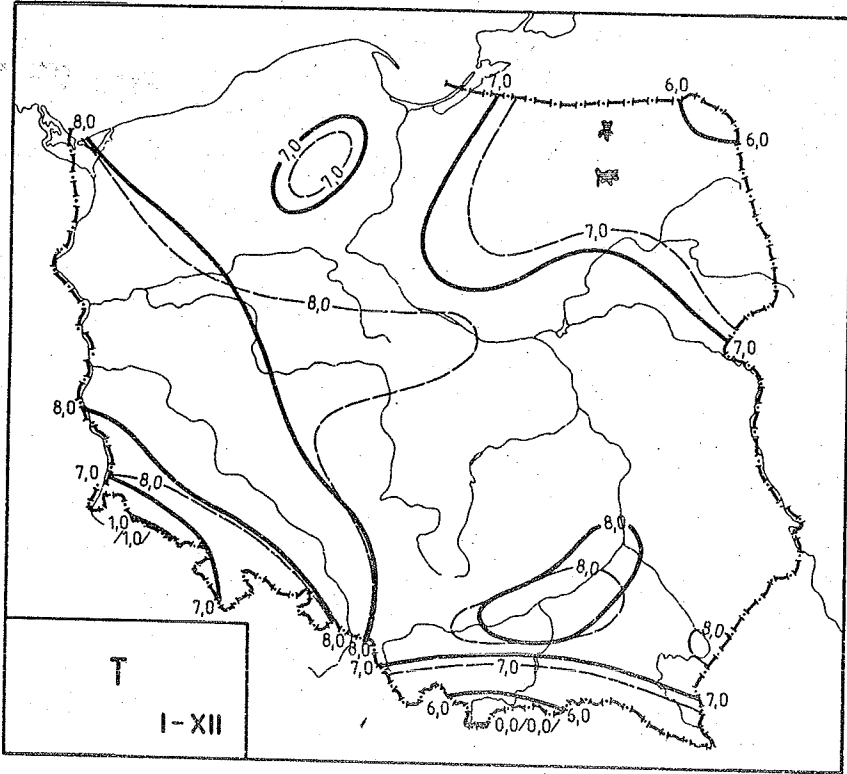
$$T = 0,088 \lambda + 11,68$$

$$T = -0,502 H + 14,43$$

$$T = 0,200 \varphi + 0,113 \lambda + 0,79$$

$$T = -0,531 \varphi + 0,057 \lambda - 0,632 H + 41,28$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,14	0,11	0,90	0,20	0,98
F	1,0	0,6	209,9	1,0	479,0



Ryc. 47. Temperatura powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku

Air temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$T = 0,191\varphi - 2,73$$

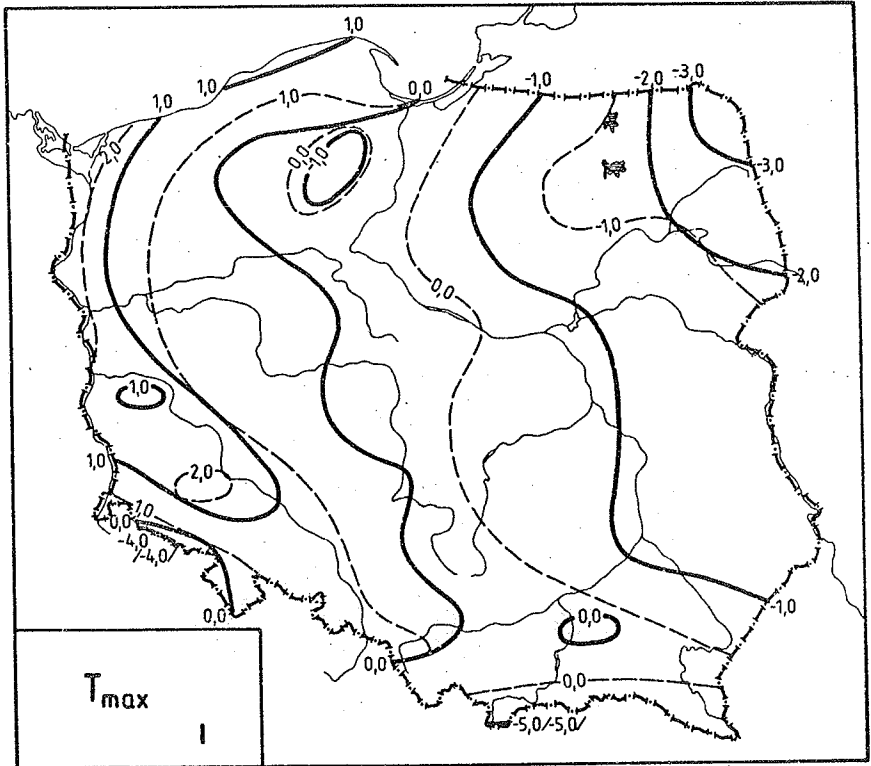
$$T = -0,068\lambda + 8,50$$

$$T = -0,430 H + 8,15$$

$$T = 0,177\varphi - 0,046\lambda - 1,15$$

$$T = -0,440\varphi - 0,093\lambda - 0,534 H + 33,04$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,19	0,10	0,92	0,20	0,99
F	1,8	0,5	260,6	1,0	692,2



Ryc. 48. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
 styczeń
 Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
 - January

$$T_{\max} = 0,138 \varphi - 7,54$$

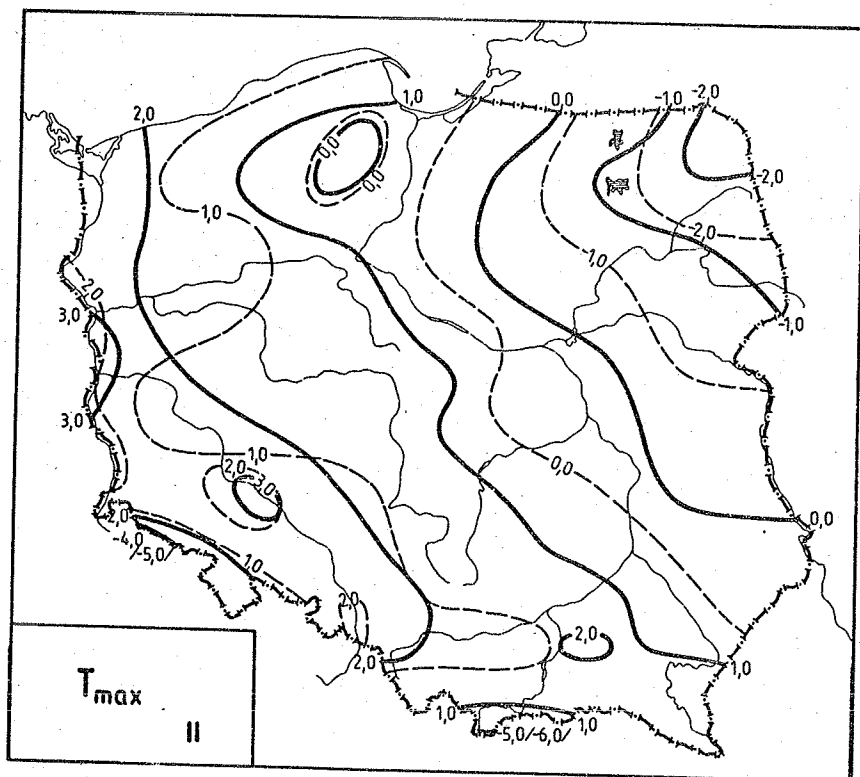
$$T_{\max} = -0,326 \lambda + 5,80$$

$$T_{\max} = -0,290 H$$

$$T_{\max} = 0,044 \varphi - 0,320 \lambda + 3,40$$

$$T_{\max} = -0,382 \varphi - 0,352 \lambda + 0,370 H + 27,00$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,15	0,56	0,69	0,56	0,94
F	1,19	22,07	44,14	10,9	116,2



Ryc. 49. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - February

$$T_{max} = -0,071\varphi + 2,99$$

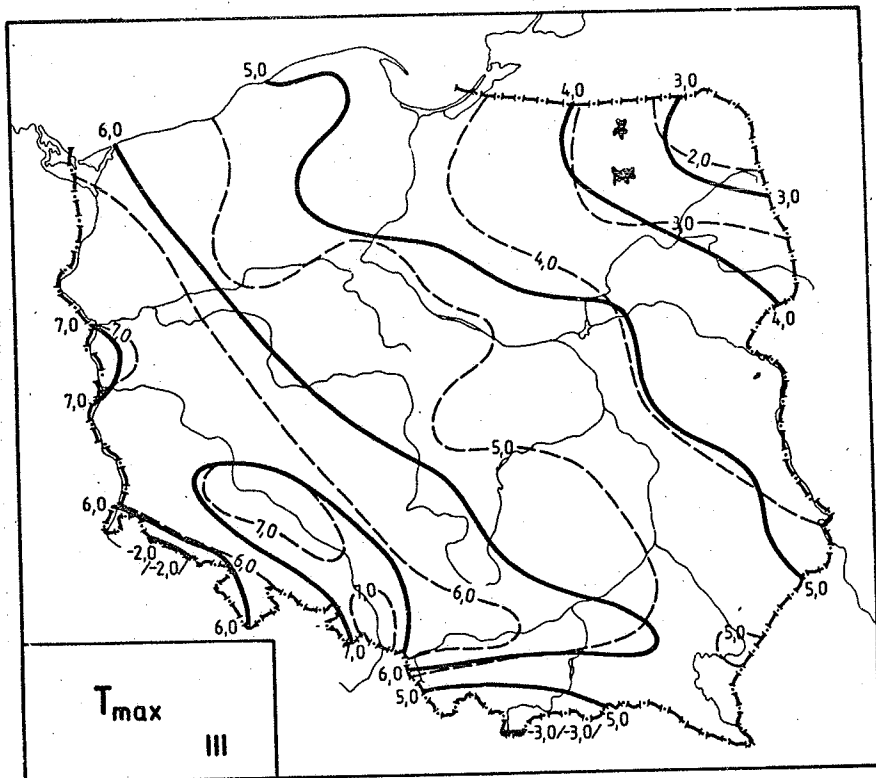
$$T_{max} = -0,301\lambda + 6,58$$

$$T_{max} = -0,330 H + 1,61$$

$$T_{max} = -0,134\varphi - 0,318\lambda + 13,87$$

$$T_{max} = -0,702\varphi - 0,361\lambda - 0,490 H + 45,34$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,04	0,44	0,68	0,46	0,97
F	0,07	11,65	41,64	6,3	231,7



Ryc. 50. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
marzec

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980

- March

$$T_{\max} = -0,067 \varphi + 8,70$$

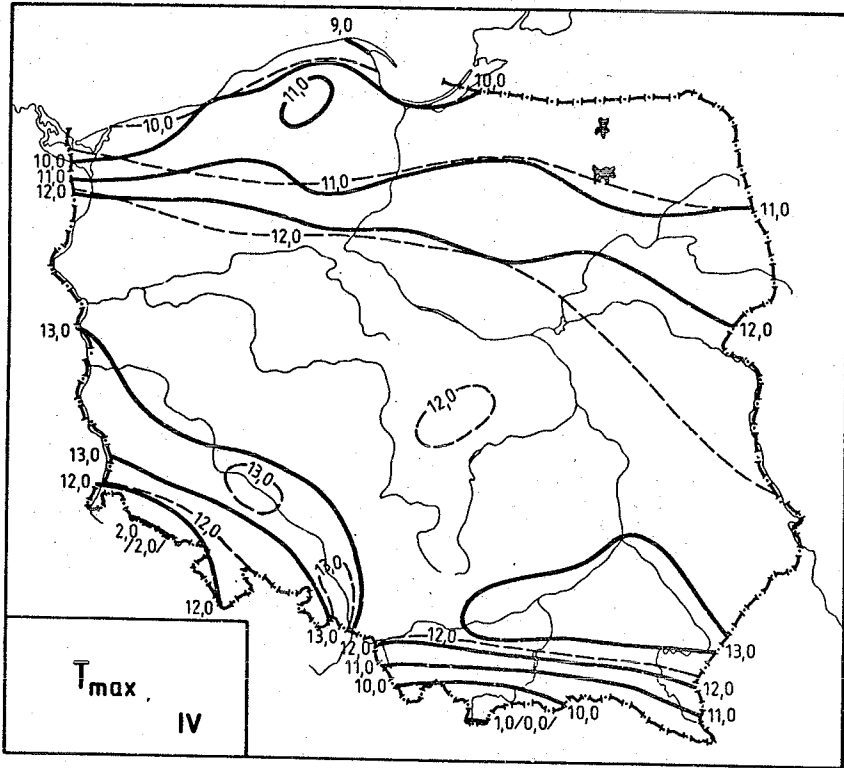
$$T_{\max} = -0,179 \lambda + 8,58$$

$$T_{\max} = -0,450 H + 6,19$$

$$T_{\max} = -0,124 \varphi - 0,194 \lambda + 15,33$$

$$T_{\max} = -0,876 \varphi - 0,251 \lambda - 0,650 H + 57,05$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,22	0,77	0,24	0,99
F	0,14	0,25	72,26	1,5	640,0



Ryc. 51. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 --
kwiecień

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- April

$$T_{\max} = -0,108 \varphi + 17,03$$

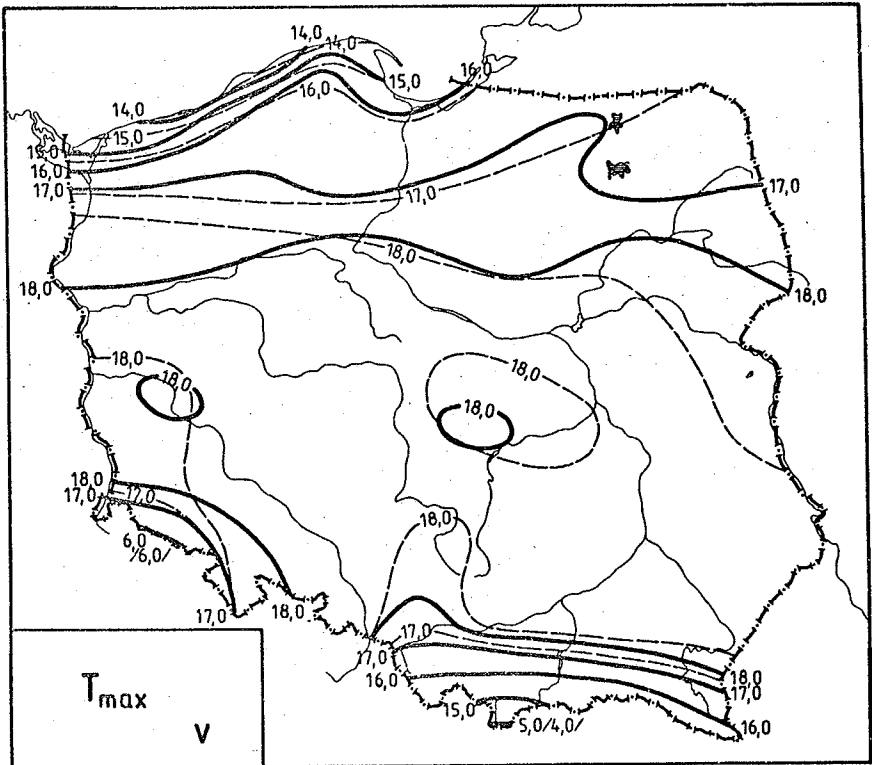
$$T_{\max} = 0,133 \lambda + 8,90$$

$$T_{\max} = -0,570 H + 12,66$$

$$T_{\max} = -0,071 \varphi + 0,124 \lambda + 12,77$$

$$T_{\max} = -1,015 \varphi + 0,053 \lambda - 0,820 H + 65,12$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,07	0,13	0,79	0,14	0,97
F	0,23	0,85	78,92	0,5	232,4



Ryc. 52. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
 maj
 Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
 - May

$$T_{\max} = 0,041 \varphi + 14,76$$

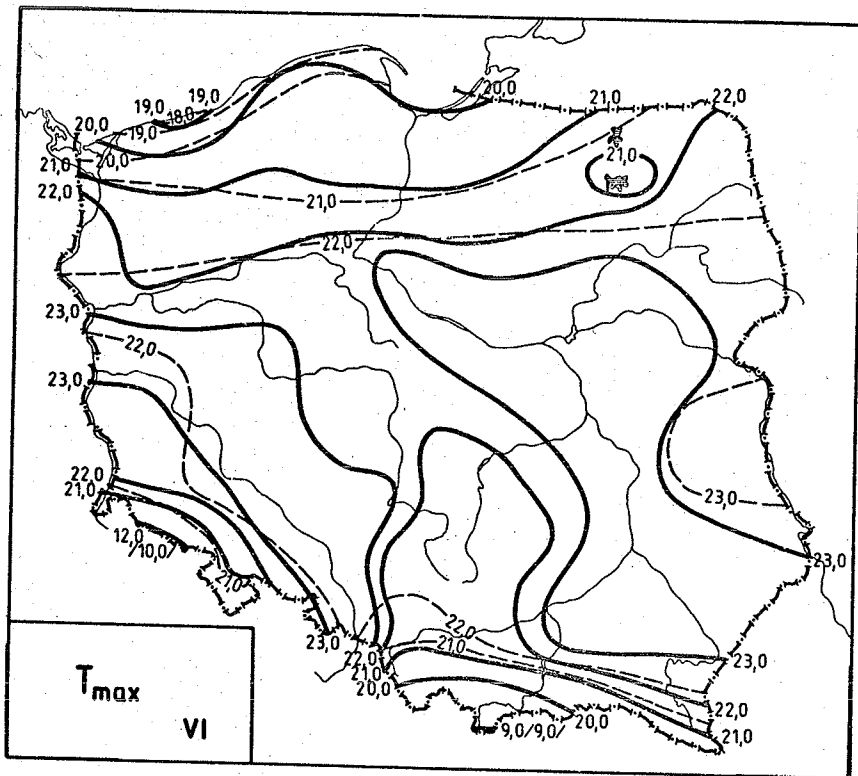
$$T_{\max} = 0,208 \lambda + 12,96$$

$$T_{\max} = -0,650 H + 18,26$$

$$T_{\max} = 0,106 \varphi + 0,221 \lambda + 7,20$$

$$T_{\max} = -0,865 \varphi + 0,148 \lambda - 0,840 H + 61,02$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,19	0,81	0,20	0,95
F	0,03	1,88	95,68	1,0	142,2



Ryc. 53. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
czerwiec

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- June

$$T_{\max} = 0,177 \varphi + 11,72$$

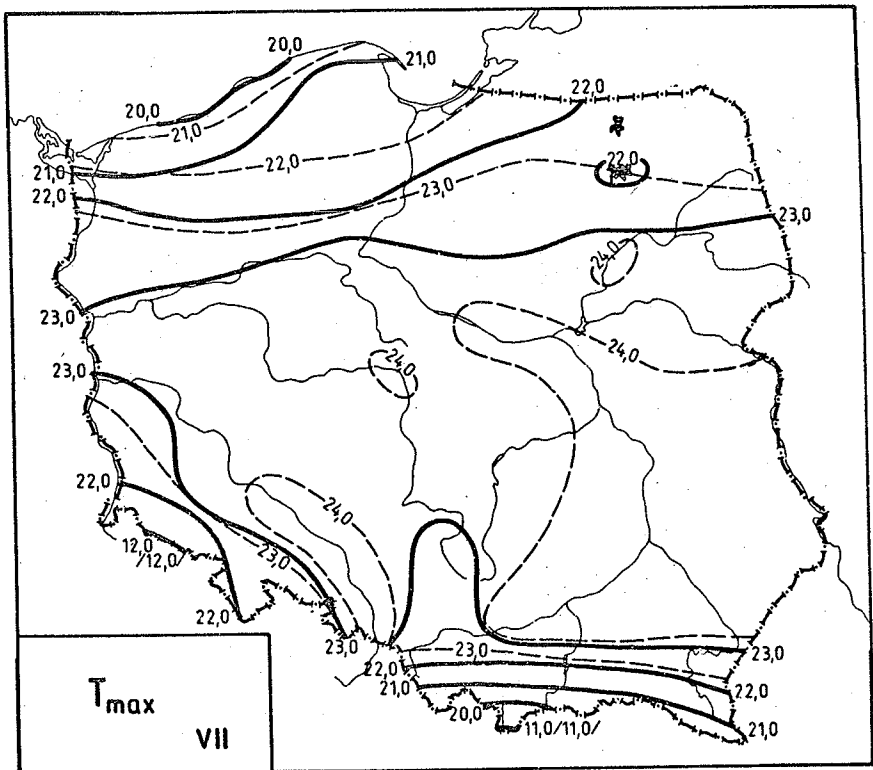
$$T_{\max} = 0,197 \lambda + 17,25$$

$$T_{\max} = -0,650 H + 22,38$$

$$T_{\max} = 0,244 \varphi + 0,227 \lambda + 3,95$$

$$T_{\max} = -0,707 \varphi + 0,160 \lambda - 0,820 H + 56,68$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,11	0,18	0,85	0,24	0,95
F	0,58	1,72	129,21	1,4	144,5



Ryc. 54. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec
 Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$T_{max} = 0,139 \varphi + 14,90$$

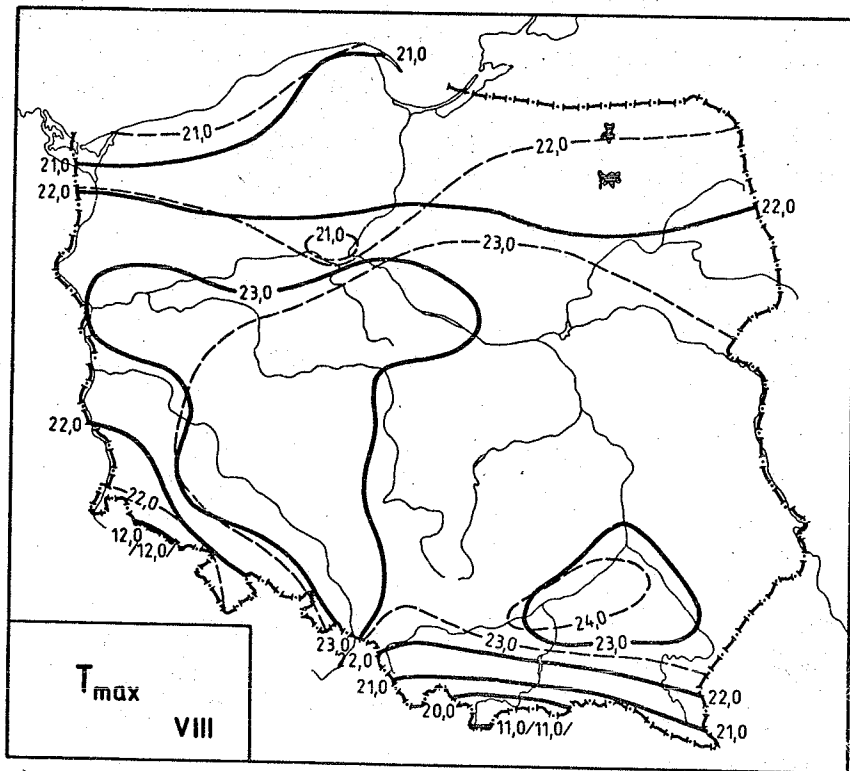
$$T_{max} = 0,195 \lambda + 18,45$$

$$T_{max} = -0,630 H + 23,52$$

$$T_{max} = 0,204 \varphi + 0,221 \lambda + 7,35$$

$$T_{max} = -0,735 \varphi + 0,149 \lambda - 0,810 H + 59,38$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,09	0,19'	0,86	0,23	0,97
F	0,38	1,82	137,49	1,3	235,4



Ryc. 55. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$T_{\max} = 0,158 \varphi + 13,60$$

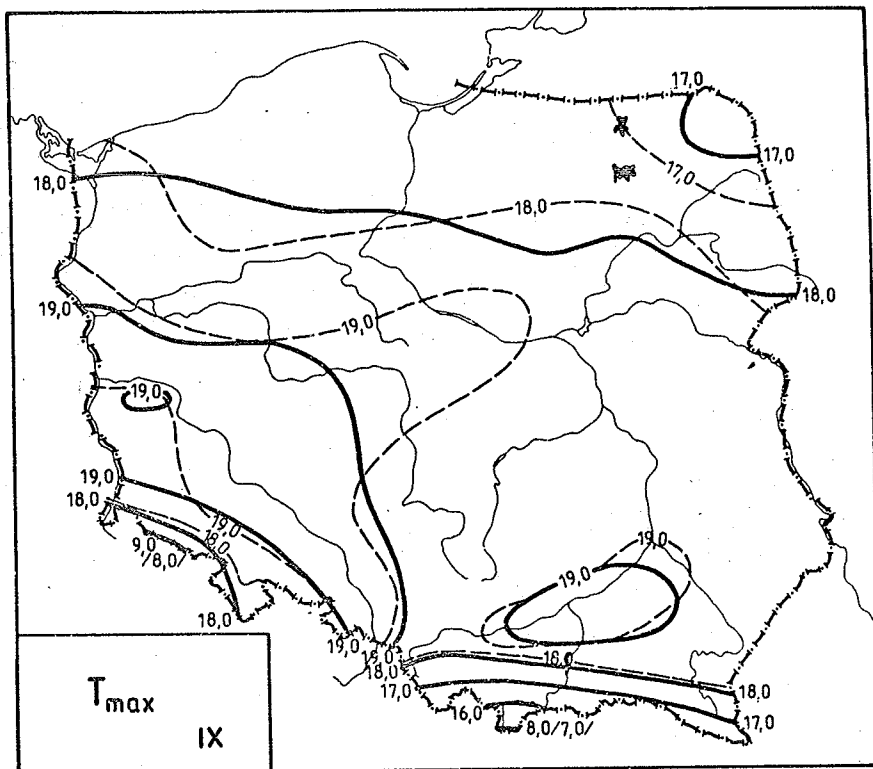
$$T_{\max} = 0,136 \lambda + 19,25$$

$$T_{\max} = -0,620 H + 23,18$$

$$T_{\max} = 0,205 \varphi + 0,162 \lambda + 8,07$$

$$T_{\max} = -0,710 \varphi + 0,092 \lambda - 0,790 H + 58,82$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,10	0,14	0,88	0,19	0,98
F	0,54	0,95	169,29	0,9	368,1



Ryc. 56. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
wrzesień
Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- September

$$T_{\max} = 0,136 \varphi + 10,80$$

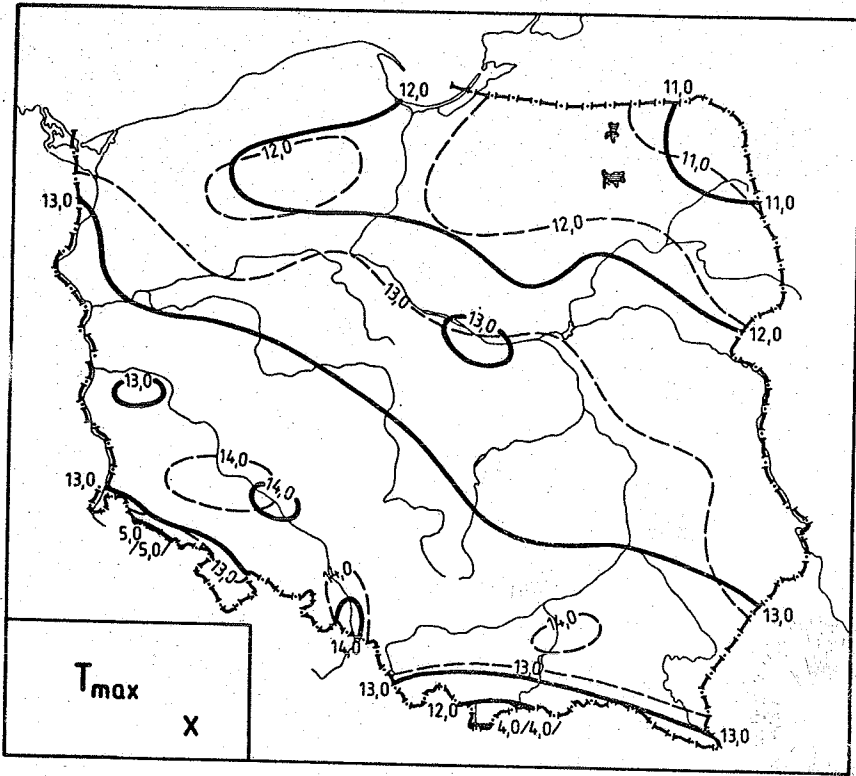
$$T_{\max} = 0,025 \lambda + 17,45$$

$$T_{\max} = -0,570 H + 19,16$$

$$T_{\max} = 0,149 \varphi + 0,043 \lambda + 9,32$$

$$T_{\max} = -0,708 \varphi + 0,022 \lambda - 0,740 H + 56,82$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,10	0,03	0,89	0,11	0,99
F	0,48	0,04	187,44	0,3	738,7



Ryc. 57. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik
 Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$T_{\max} = -0,024 \varphi + 13,59$$

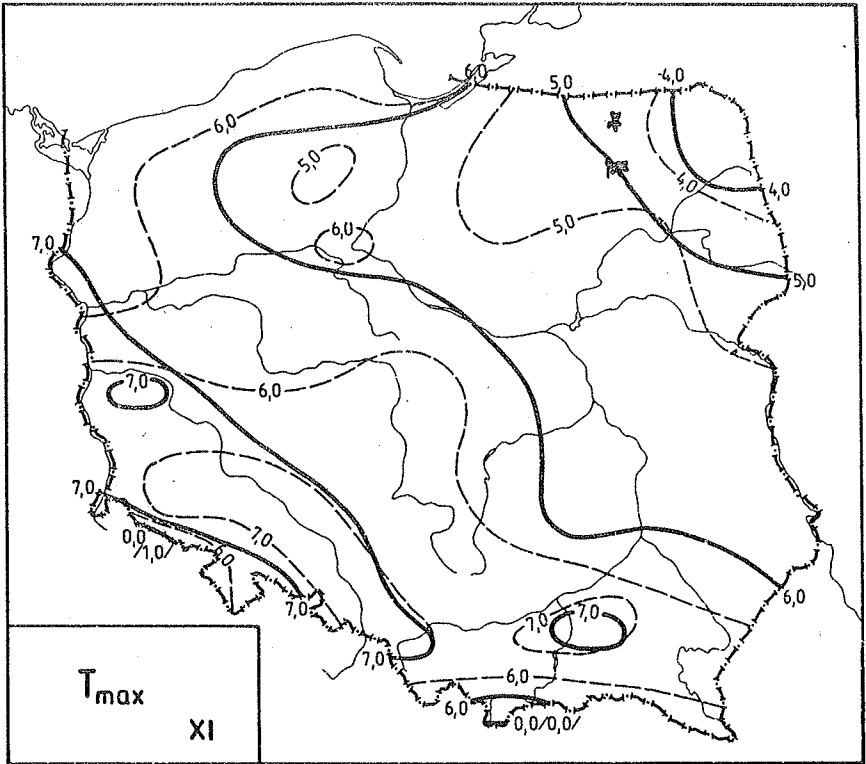
$$T_{\max} = -0,047 \lambda + 13,24$$

$$T_{\max} = -0,430 H + 13,28$$

$$T_{\max} = -0,039 \varphi + 0,052 \lambda + 15,38$$

$$T_{\max} = -0,738 \varphi - 0,105 \lambda - 0,600 H + 54,09$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,66	0,82	0,07	0,99
F	0,02	0,21	102,27	0,1	661,4



Ryc. 58. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad
 Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$T_{\max} = 0,022 \varphi + 4,78$$

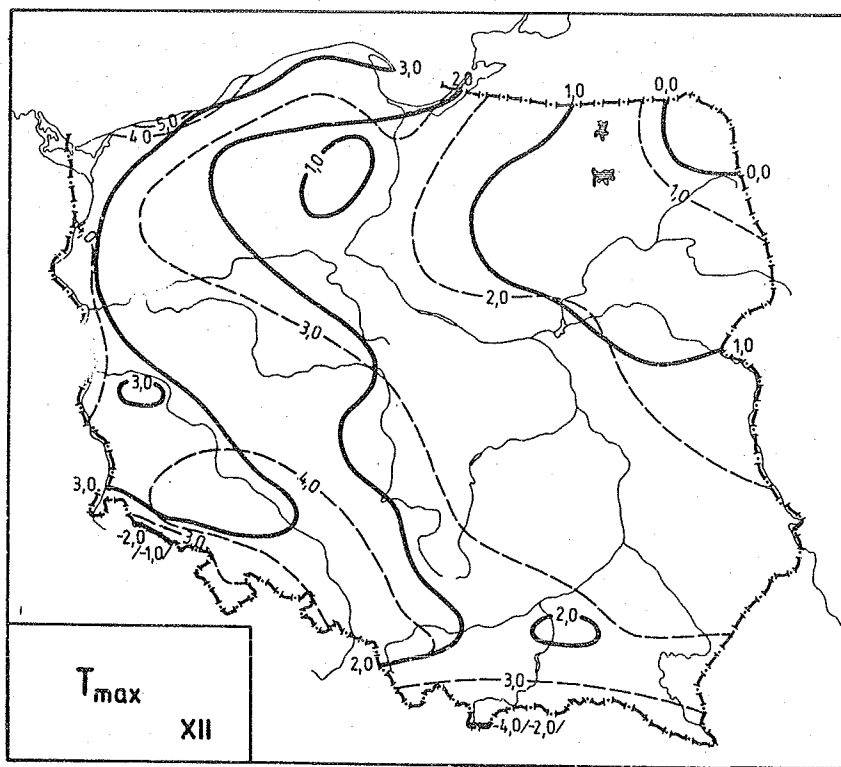
$$T_{\max} = -0,138 \lambda + 8,52$$

$$T_{\max} = -0,350 H + 6,69$$

$$T_{\max} = -0,019 \varphi - 0,140 \lambda + 9,57$$

$$T_{\max} = -0,580 \varphi - 0,183 \lambda - 0,500 H + 40,66$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,22	0,79	0,22	0,96
F	0,03	2,53	82,66	1,3	185,6



Ryc. 59. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - grudzień

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - December

$$T_{\max} = 0,154 \varphi - 6,27$$

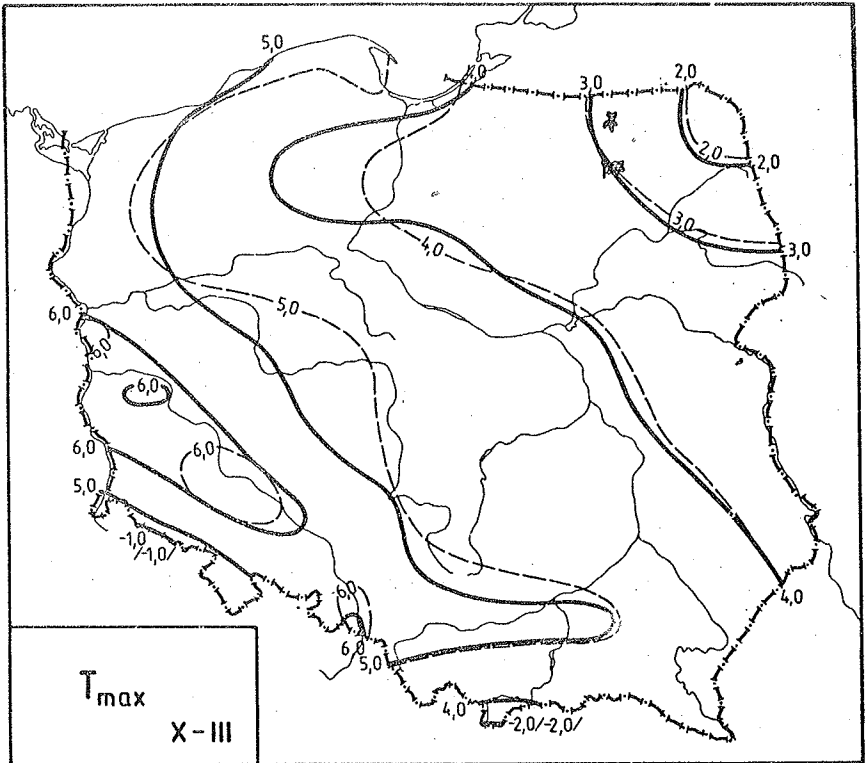
$$T_{\max} = -0,249 \lambda + 6,44$$

$$T_{\max} = -0,310 H + 2,41$$

$$T_{\max} = 0,084 \varphi - 0,238 \lambda + 1,88$$

$$T_{\max} = -0,364 \varphi - 0,273 \lambda - 0,390 H + 26,72$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,18	0,44	0,77	0,45	0,94
F	1,62	12,01	71,27	6,2	124,2



Ryc. 60. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półkrocze chłodne
Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- cold half-year

$$T_{\max} = 0,027 \varphi + 2,90$$

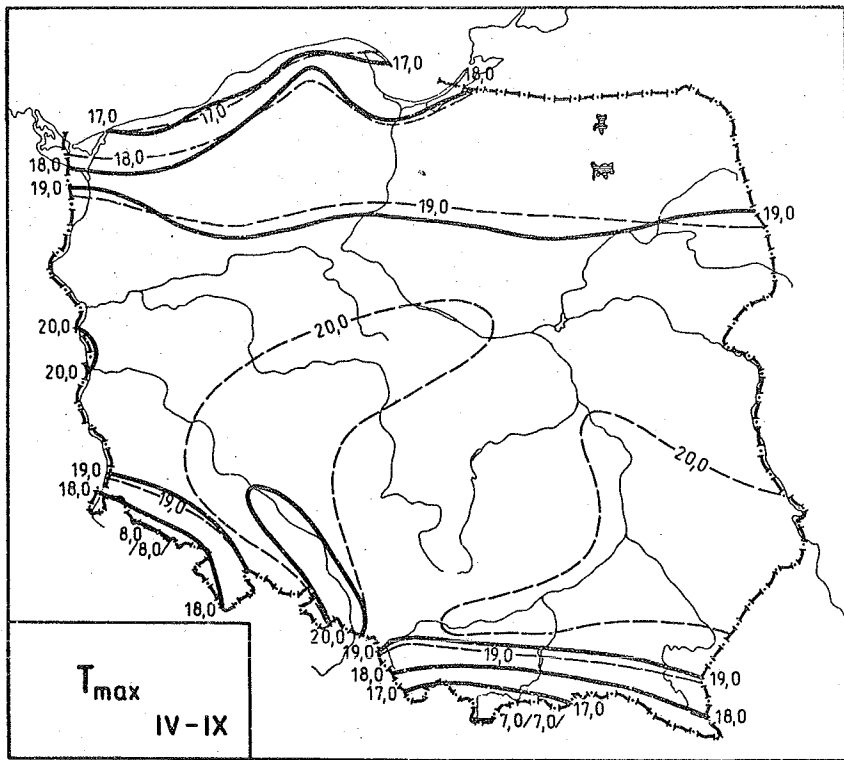
$$T_{\max} = -0,205 \lambda + 8,17$$

$$T_{\max} = -0,360 H + 5,08$$

$$T_{\max} = 0,009 \varphi - 0,001 \lambda + 0,12$$

$$T_{\max} = -0,610 \varphi - 0,253 \lambda - 0,500 H + 41,96$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,03	0,32	0,78	0,72	0,98
F	0,04	5,47	74,84	26,2	295,7



Ryc. 61. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półrocze ciepłe
Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- warm half-year

$$T_{\max} = 0,053 \varphi + 15,38$$

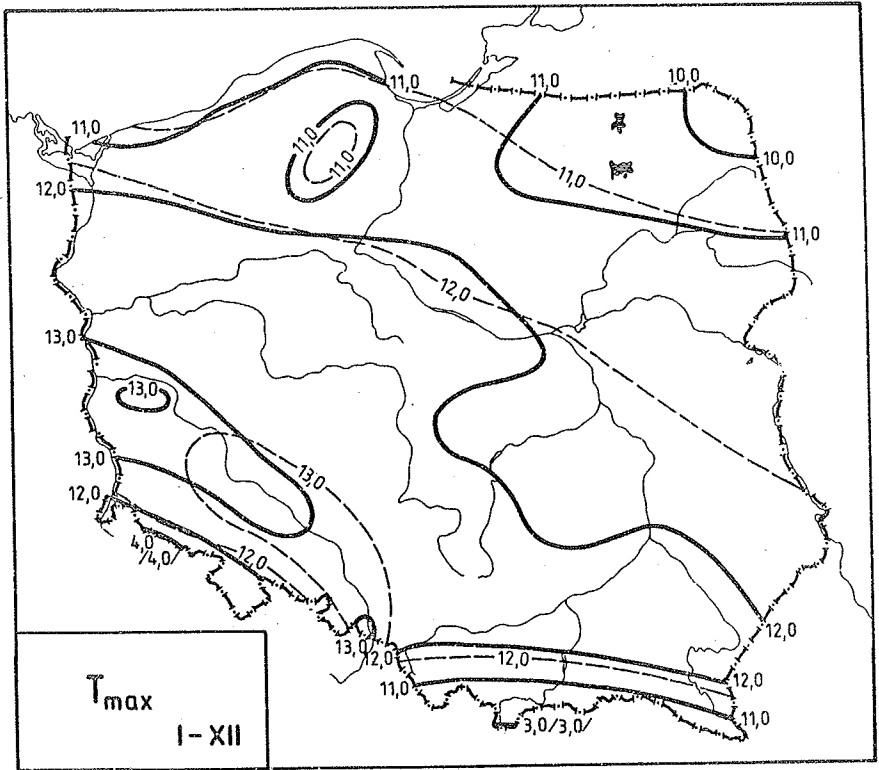
$$T_{\max} = 0,396 \lambda + 10,70$$

$$T_{\max} = -0,550 H + 19,40$$

$$T_{\max} = -0,008 \varphi - 0,003 \lambda + 0,94$$

$$T_{\max} = -0,660 \varphi + 0,355 \lambda - 0,720 H + 47,47$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,03	0,29	0,57	0,43	0,70
F	0,03	4,51	29,62	5,3	15,3



Ryc. 62. Temperatura maksymalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku

Maximal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$T_{\max} = 0,057 \varphi + 8,47$$

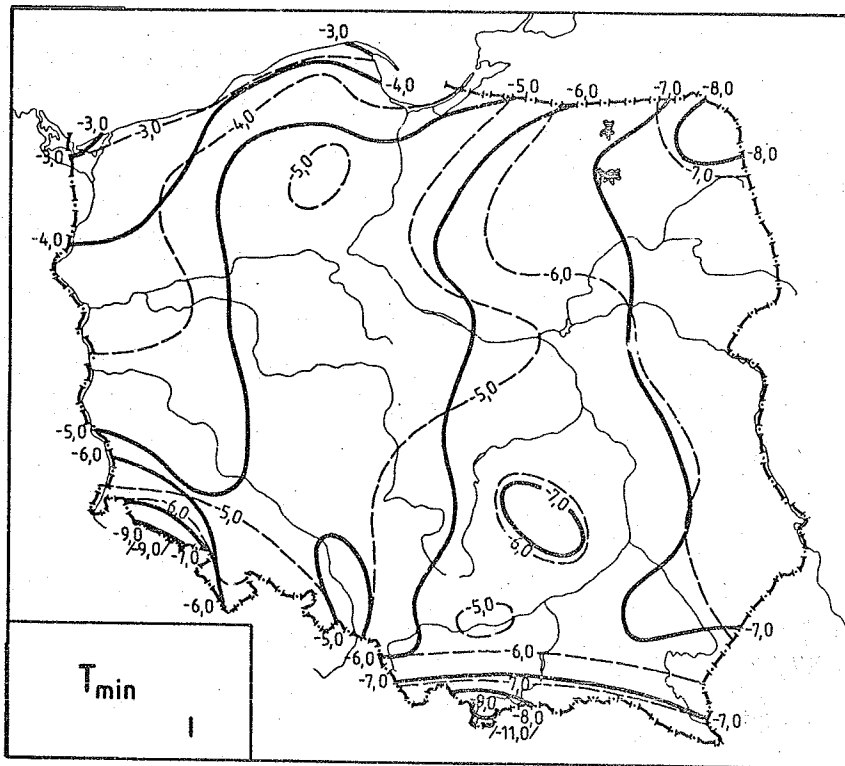
$$T_{\max} = -0,028 \lambda + 11,94$$

$$T_{\max} = -0,480 H + 12,47$$

$$T_{\max} = 0,012 \varphi - 0,001 \lambda - 0,16$$

$$T_{\max} = -0,700 \varphi - 0,079 \lambda - 0,650 H + 50,80$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,04	0,86	0,83	0,99
F	0,108	0,06	141,91	52,9	703,2



Ryc. 63. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - January

$$T_{\min} = 0,443\varphi - 28,99$$

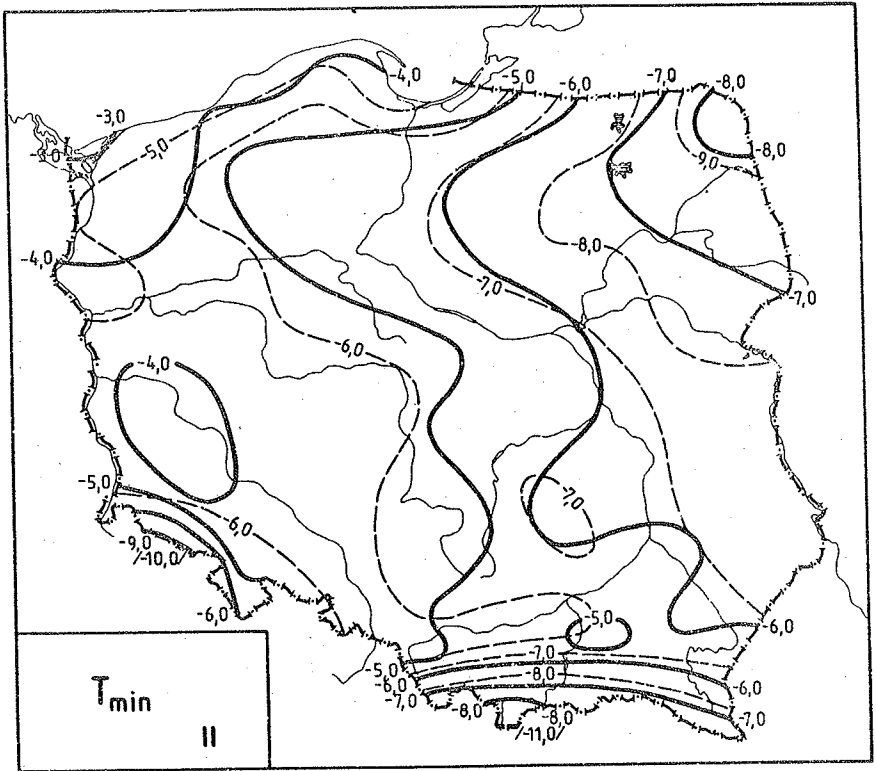
$$T_{\min} = -0,393\lambda + 1,53$$

$$T_{\min} = -0,272 H - 5,30$$

$$T_{\min} = 0,341\varphi - 0,351\lambda - 17,00$$

$$T_{\min} = 0,053\lambda - 0,372\lambda - 248 H - 1,10$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,47	0,63	0,62	0,72	0,87
F	13,6	32,9	30,0	26,5	47,8



Ryc. 64. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
luty

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- February

$$T_{\min} = 0,210 \varphi - 16,34$$

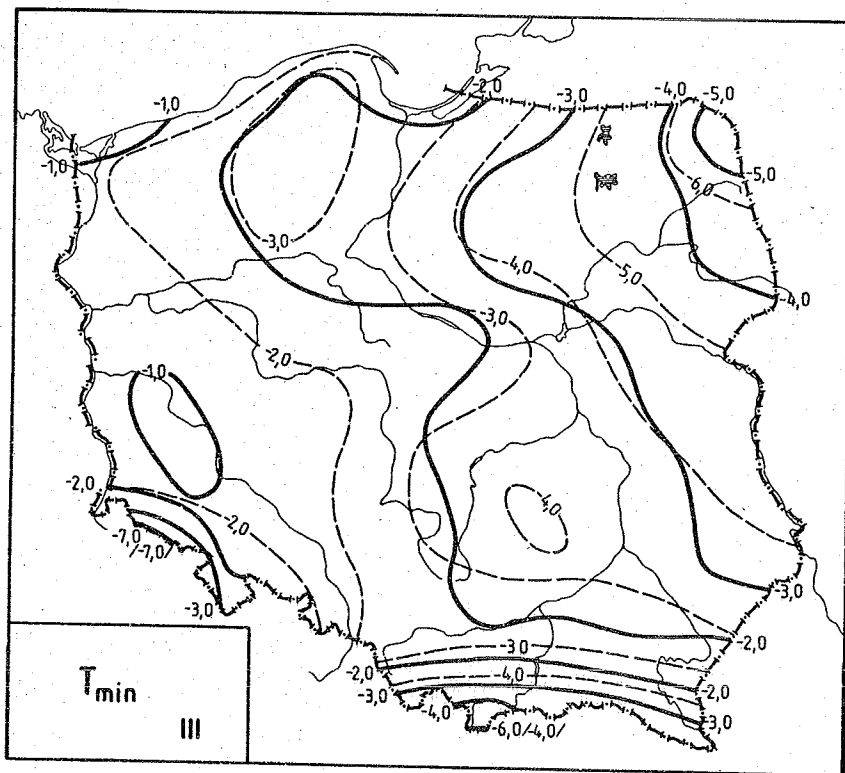
$$T_{\min} = -0,527 \lambda + 0,79$$

$$T_{\min} = -0,254 H - 4,83$$

$$T_{\min} = 0,119 \varphi - 0,312 \lambda - 5,67$$

$$T_{\min} = -0,228 \varphi - 0,338 \lambda - 0,300 H + 13,55$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,24	0,57	0,63	0,59	0,86
F	3,0	24,1	32,1	12,8	45,9



Ryc. 65. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - marzec

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - March

$$T_{\min} = 0,127 \varphi - 8,98$$

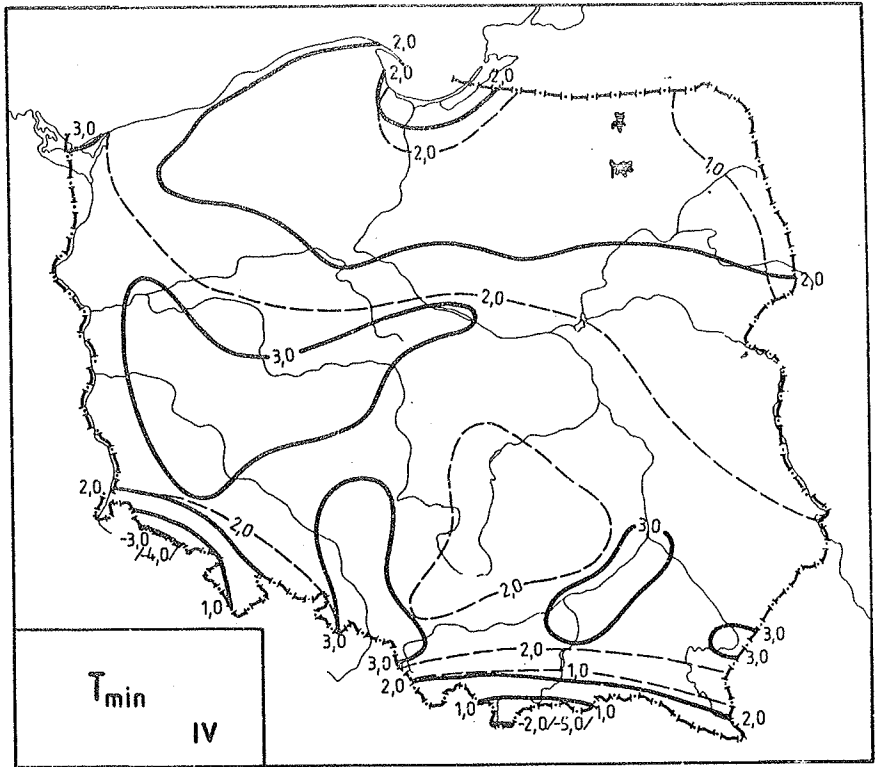
$$T_{\min} = -0,231 \lambda + 2,01$$

$$T_{\min} = -0,299 H - 1,71$$

$$T_{\min} = 0,061 \varphi - 0,224 \lambda - 1,33$$

$$T_{\min} = -0,383 \varphi - 0,257 \lambda - 0,384 H + 23,29$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,15	0,41	0,74	0,42	0,91
F	1,1	9,9	60,5	5,0	77,7



Ryc. 66. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
kwiecień

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- April

$$T_{\min} = 0,042 \varphi + 0,25$$

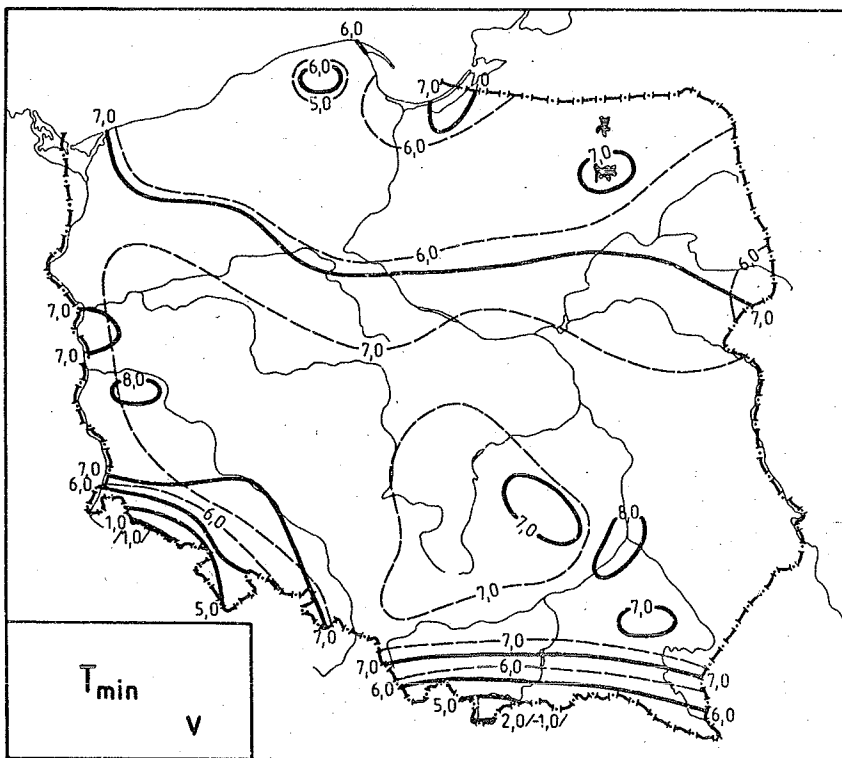
$$T_{\min} = 0,025 \lambda + 1,70$$

$$T_{\min} = -0,309 H + 2,84$$

$$T_{\min} = 0,050 \varphi + 0,031 \lambda - 1,03$$

$$T_{\min} = -0,426 \varphi - 0,005 \lambda - 0,413 H + 25,39$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,05	0,82	0,08	0,94
F	0,1	0,1	103,5	0,1	113,2



Ryc. 67. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - May

$$T_{min} = 0,042 \varphi + 4,48$$

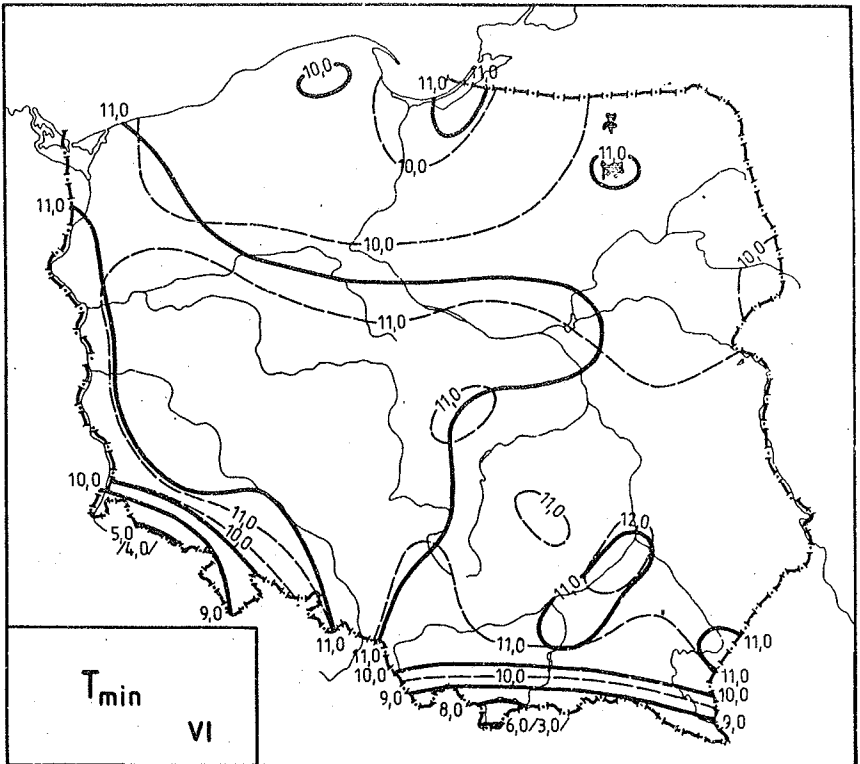
$$T_{min} = 0,087 \lambda - 4,99$$

$$T_{min} = -0,304 H + 7,30$$

$$T_{min} = 0,069 \varphi + 0,096 \lambda - 0,12$$

$$T_{min} = -0,395 \varphi + 0,061 \lambda - 0,402 H + 26,94$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,16	0,80	0,18	0,91
F	0,1	1,3	84,6	0,8	76,6



Ryc. 68. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
czerwiec

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- June

$$T_{\min} = 0,160 \varphi + 2,11$$

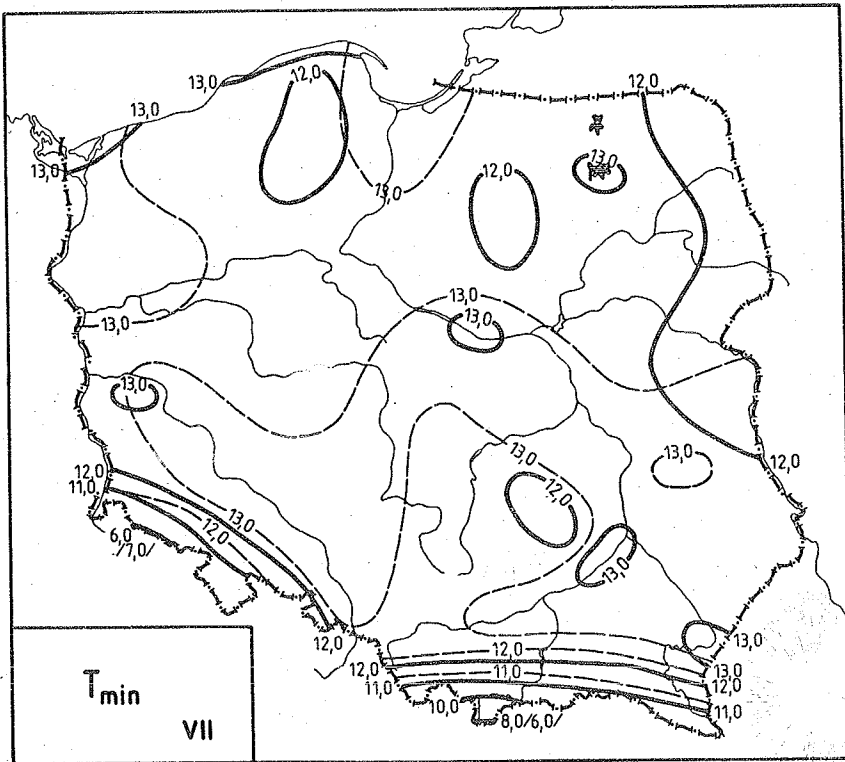
$$T_{\min} = 0,066 \lambda + 9,22$$

$$T_{\min} = -0,321 H + 11,17$$

$$T_{\min} = 0,187 \varphi + 0,089 \lambda - 0,94$$

$$T_{\min} = -0,258 \varphi + 0,055 \lambda - 0,385 H + 23,71$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,20	0,12	0,84	0,25	0,89
F	1,9	0,8	116,9	1,7	61,8



Ryc. 69. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980

- July

$$T_{\min} = 0,293 \varphi - 3,13$$

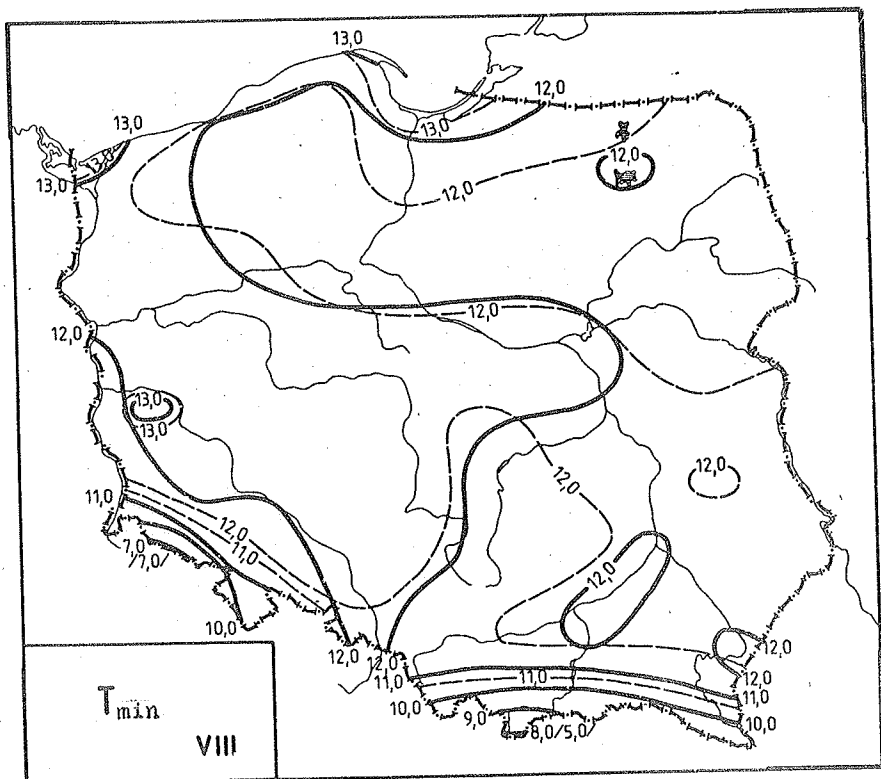
$$T_{\min} = 0,020 \lambda + 11,74$$

$$T_{\min} = -0,345 H + 12,87$$

$$T_{\min} = 0,310 \varphi + 0,059 \lambda - 5,13$$

$$T_{\min} = -0,124 \varphi + 0,026 \lambda - 0,375 H + 18,91$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,35	0,04	0,89	0,37	0,91
F	6,9	0,1	193,8	3,7	70,9



Ryc. 70. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień
 Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$T_{min} = 0,347 \varphi - 9,74$$

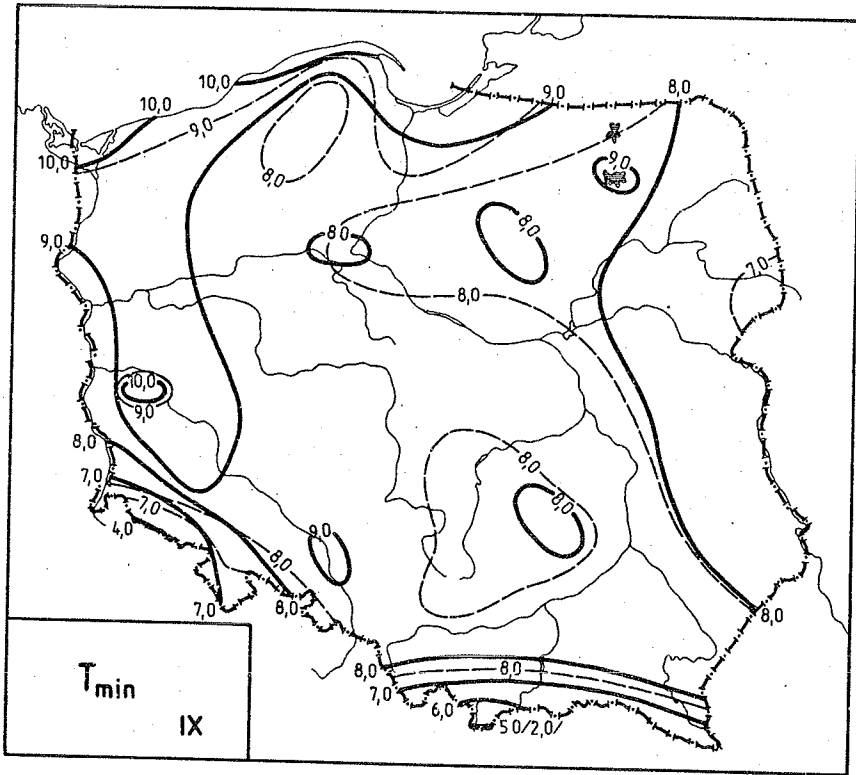
$$T_{min} = -0,092 \lambda + 10,11$$

$$T_{min} = -0,306 H + 9,04$$

$$T_{min} = 0,333 \varphi - 0,050 \lambda - 8,02$$

$$T_{min} = -0,025 \varphi - 0,078 \lambda - 0,309 H + 11,80$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,43	0,18	0,82	0,44	0,83
F	11,2	1,6	100,4	5,8	35,4



Ryc. 71. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
wrzesień

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- September

$$T_{\min} = 0,325 \varphi - 5,27$$

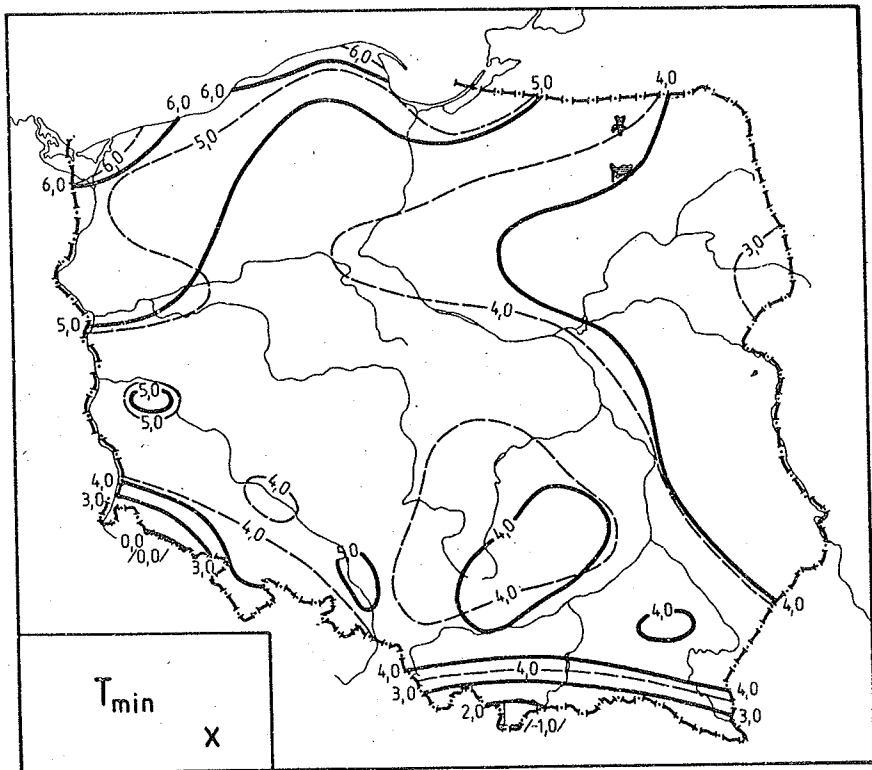
$$T_{\min} = 0,001 \lambda + 11,65$$

$$T_{\min} = -0,321 H + 12,37$$

$$T_{\min} = 0,338 \varphi + 0,043 \lambda - 6,75$$

$$T_{\min} = -0,046 \varphi + 0,014 \lambda - 0,332 H + 14,52$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,41	0,00	0,86	0,41	0,87
F	9,6	0,0	143,7	5,0	46,9



Ryc. 72. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$T_{\min} = 0,403 \varphi - 16,58$$

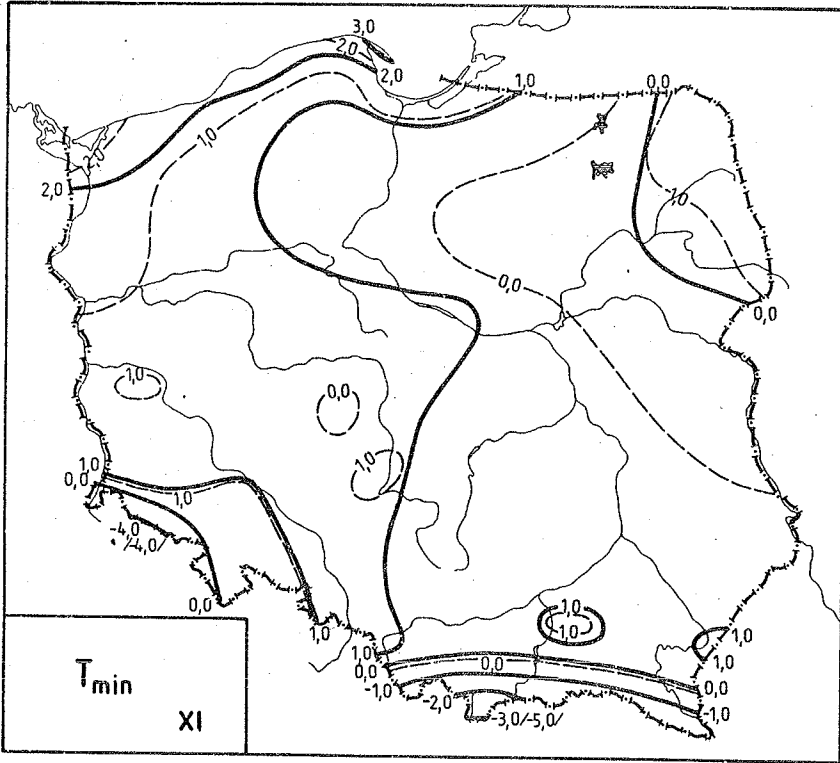
$$T_{\min} = -0,154 \lambda + 7,31$$

$$T_{\min} = -0,278 H + 5,01$$

$$T_{\min} = 0,371 \varphi - 0,108 \lambda - 12,89$$

$$T_{\min} = 0,075 \varphi - 0,130 \lambda - 0,256 H + 3,53$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,52	0,31	0,78	0,56	0,83
F	18,5	5,1	76,7	11,2	35,4



Ryc. 73. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$T_{\min} = 0,353 \varphi - 17,65$$

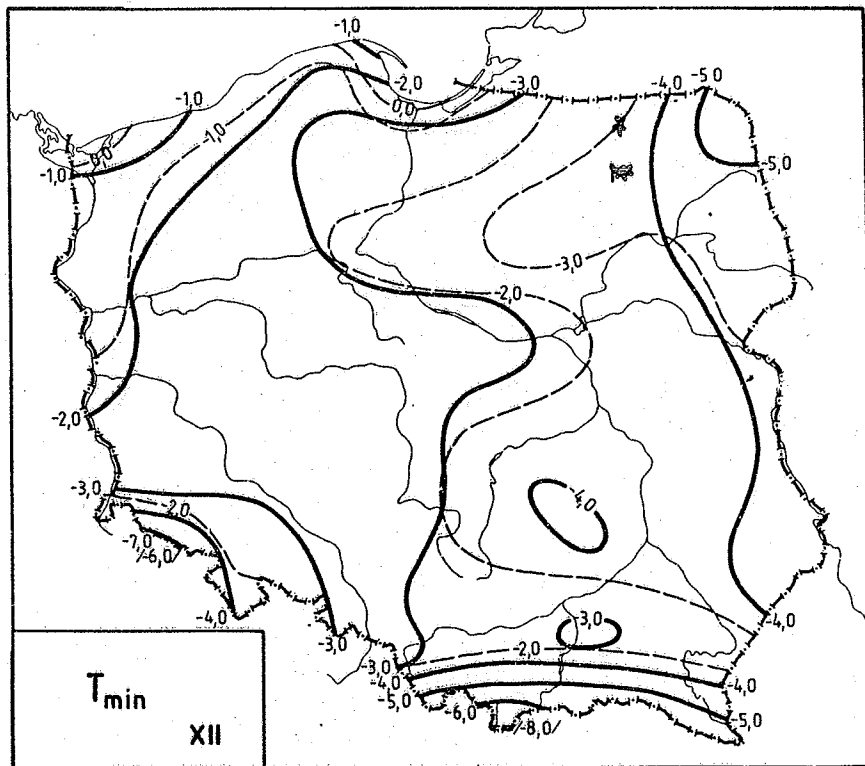
$$T_{\min} = -0,124 \lambda + 3,08$$

$$T_{\min} = -0,319 H + 1,44$$

$$T_{\min} = 0,329 \varphi - 0,083 \lambda - 14,83$$

$$T_{\min} = -0,050 \varphi - 0,111 \lambda - 0,328 H + 6,18$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,44	0,24	0,87	0,47	0,89
F	12,0	2,9	145,2	6,8	59,6



Ryc. 74. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
grudzień

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- December

$$T_{\min} = 0,418 \varphi - 24,95$$

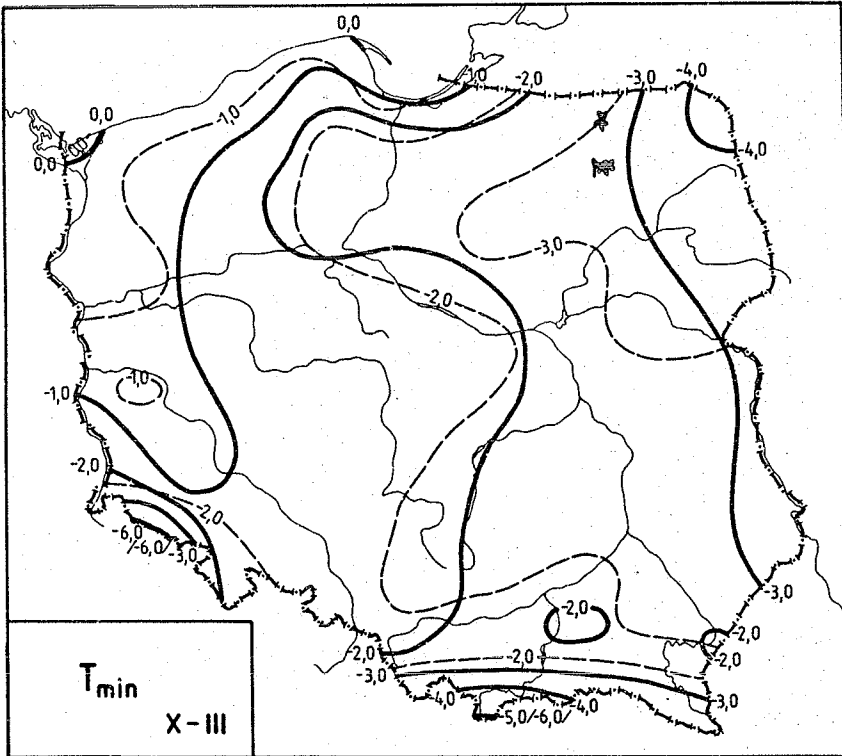
$$T_{\min} = -0,248 \lambda + 1,52$$

$$T_{\min} = -0,301 H - 2,50$$

$$T_{\min} = 0,359 \varphi - 0,203 \lambda - 18,01$$

$$T_{\min} = 0,026 \varphi - 0,228 \lambda - 0,288 H + 0,44$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,49	0,44	0,76	0,61	0,87
F	15,5	12,1	67,1	14,0	47,2



Ryc. 75. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półrocze chłodne
Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- cold half-year

$$T_{\min} = 0,323 \varphi - 18,81$$

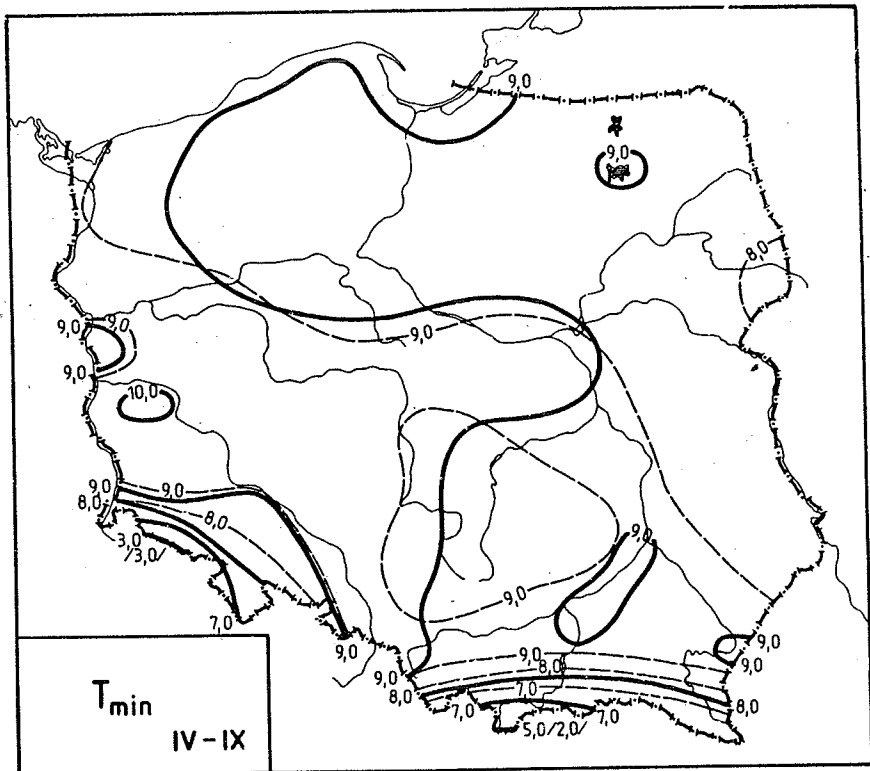
$$T_{\min} = -0,242 \lambda + 2,62$$

$$T_{\min} = -0,285 H + 1,33$$

$$T_{\min} = 0,262 \varphi - 0,209 \lambda - 11,64$$

$$T_{\min} = -0,082 \varphi - 0,236 \lambda - 0,298 H + 7,44$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,40	0,45	0,75	0,55	0,87
F	9,1	12,7	63,2	11,5	47,1



Ryc. 76. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półrocze ciepłe
Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980
- warm half-year

$$T_{\min} = 0,201 \varphi - 1,92$$

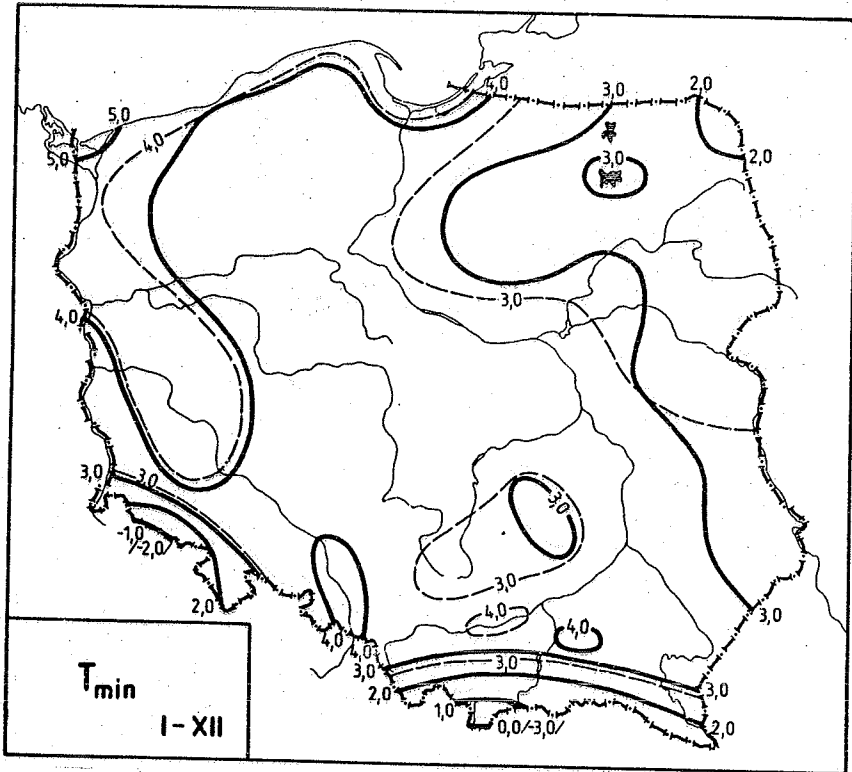
$$T_{\min} = 0,019 \lambda + 8,21$$

$$T_{\min} = -0,317 H + 9,27$$

$$T_{\min} = 0,215 \varphi + 0,046 \lambda - 3,49$$

$$T_{\min} = -0,210 \varphi + 0,014 \lambda - 0,368 H + 20,07$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,25	0,04	0,87	0,27	0,90
P	3,4	0,1	151,2	1,9	67,0



Ryc. 77. Temperatura minimalna w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku

Minimal temperature in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$T_{min} = 0,263 \varphi - 10,38$$

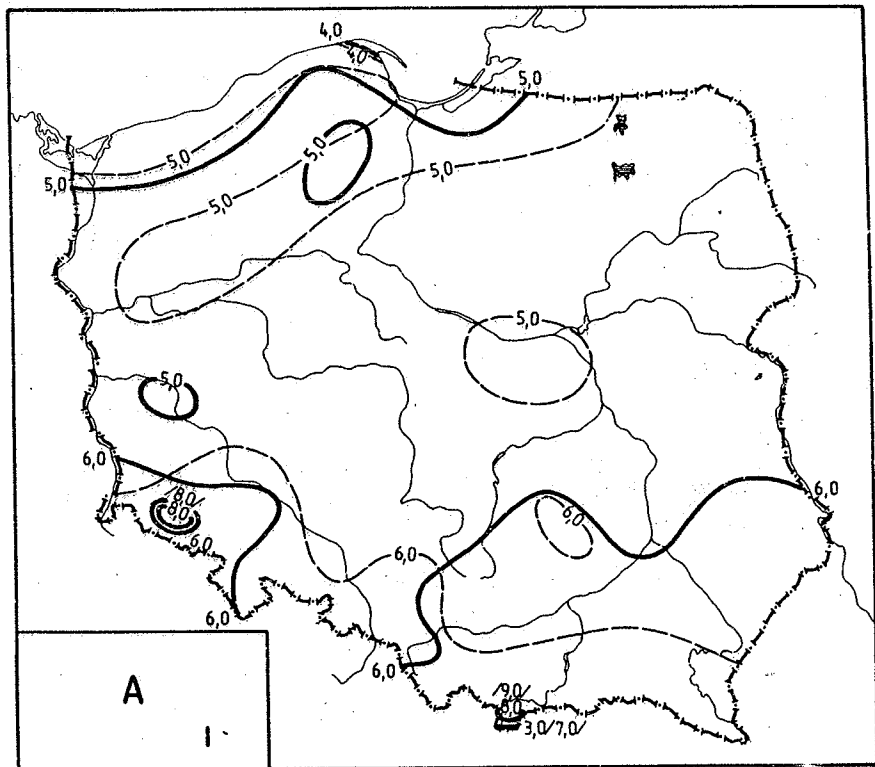
$$T_{min} = -0,111 \lambda + 5,41$$

$$T_{min} = -0,303 H + 3,98$$

$$T_{min} = 0,239 \varphi - 0,081 \lambda - 7,61$$

$$T_{min} = -0,149 \lambda - 0,111 \lambda - 0,335 H + 13,91$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,34	0,22	0,85	0,38	0,89
F	6,5	2,5	131,0	4,0	58,7



Ryc. 78. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - January

$$A = -0,277 \varphi + 19,97$$

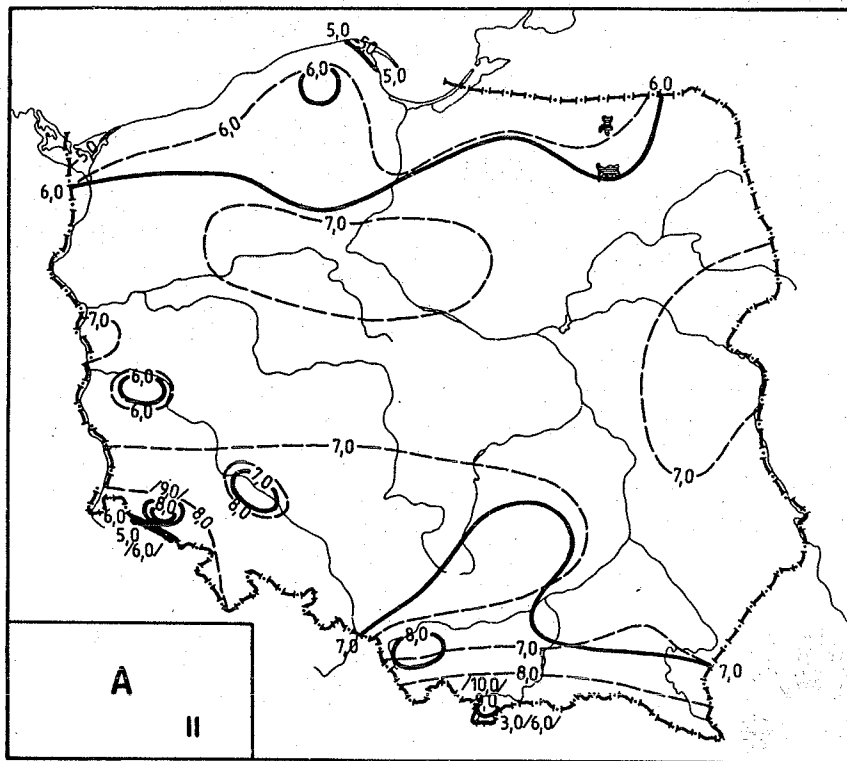
$$A = 0,064 \lambda + 4,31$$

$$A = -0,018 H + 5,56$$

$$A = -0,269 \varphi + 0,030 \lambda + 18,94$$

$$A = -0,386 \varphi + 0,025 \lambda - 0,030 H + 24,89$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,48	0,17	0,07	0,48	0,67
F	14,3	1,4	0,2	7,3	12,5



Ryc. 79. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - February

$$A = -0,286 \varphi + 21,20$$

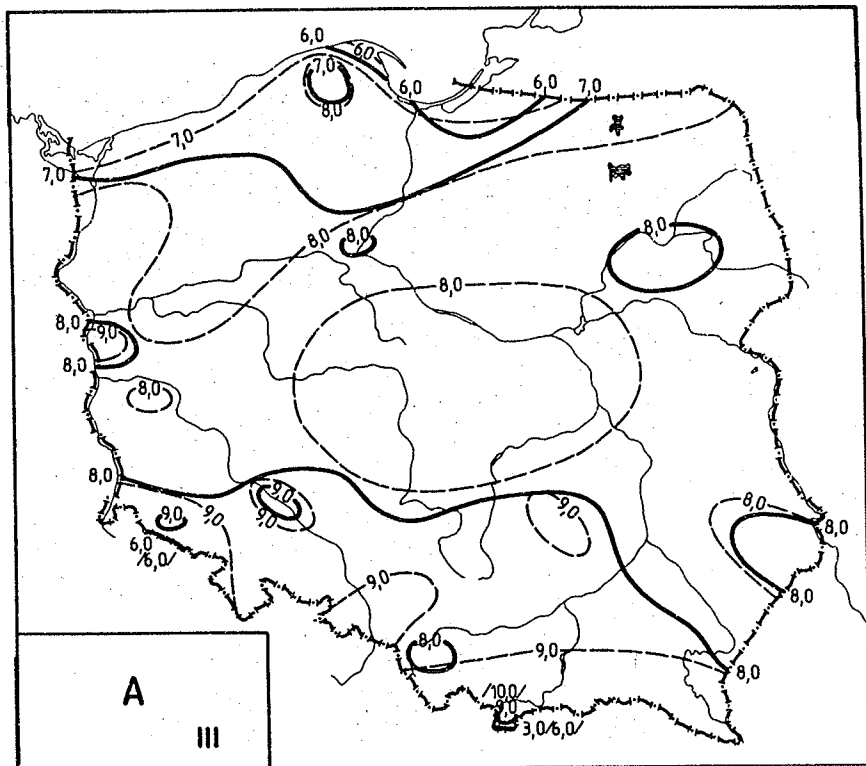
$$A = 0,040 \lambda + 5,53$$

$$A = -0,068 H + 6,44$$

$$A = -0,285 \varphi + 0,004 \lambda + 21,06$$

$$A = -0,410 \varphi + 0,009 \lambda - 0,086 H + 27,06$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,45	0,10	0,23	0,45	0,67
F	12,2	0,4	2,7	6,0	13,0



Ryc. 80. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - marzec

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - March

$$A = -0,205 \varphi + 18,24$$

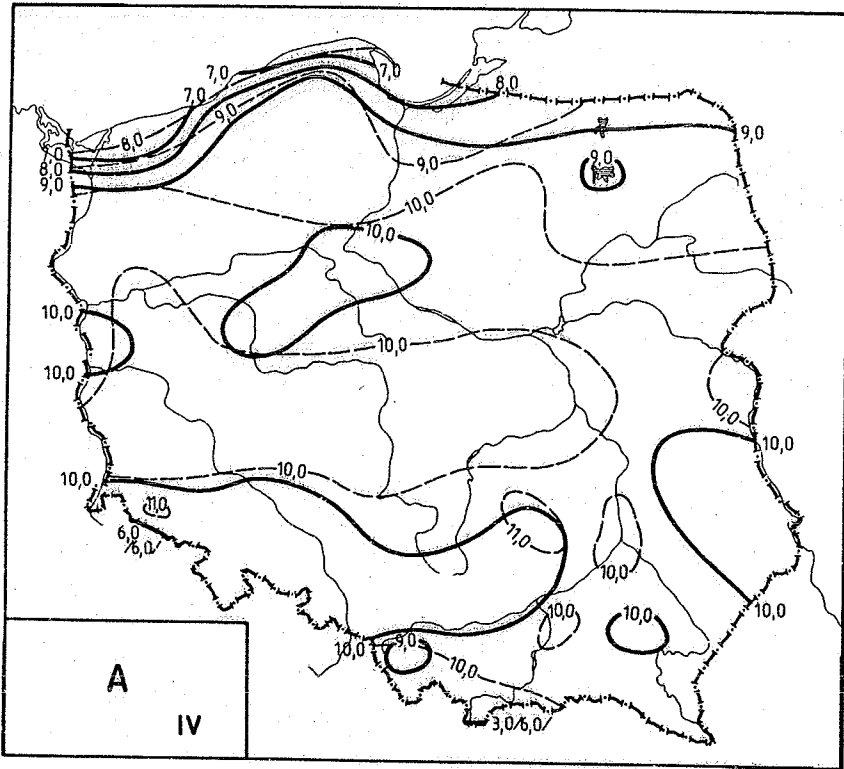
$$A = 0,056 \lambda + 6,48$$

$$A = -0,145 H + 7,86$$

$$A = -0,196 \varphi + 0,032 \lambda + 17,15$$

$$A = -0,562 \varphi + 0,034 \lambda - 0,229 H + 36,72$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,30	0,13	0,46	0,31	0,75
F	5,0	0,8	13,5	2,6	19,9



Ryc. 81. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - kwiecień

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - April

$$A = -0,153 \varphi + 17,21$$

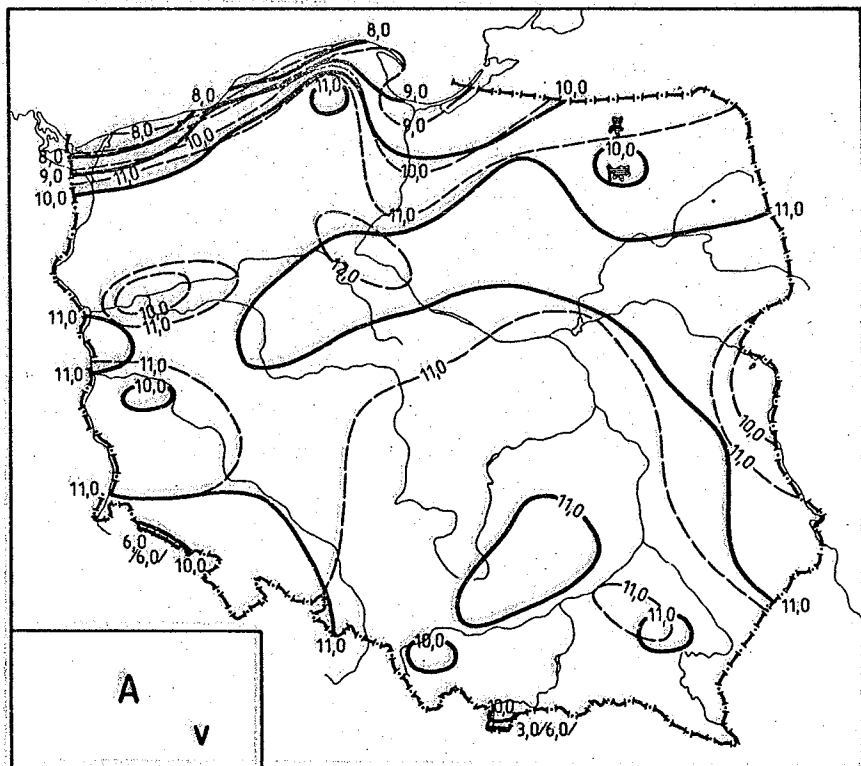
$$A = 0,120 \lambda + 6,96$$

$$A = -0,258 H + 9,80$$

$$A = -0,122 \varphi + 0,105 \lambda + 13,62$$

$$A = -0,427 \varphi + 0,066 \lambda - 0,314 H + 30,65$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,17	0,20	0,60	0,24	0,74
F	1,4	2,0	28,0	1,5	19,2



Ryc. 82. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - May

$$A = -0,001 \varphi + 10,32$$

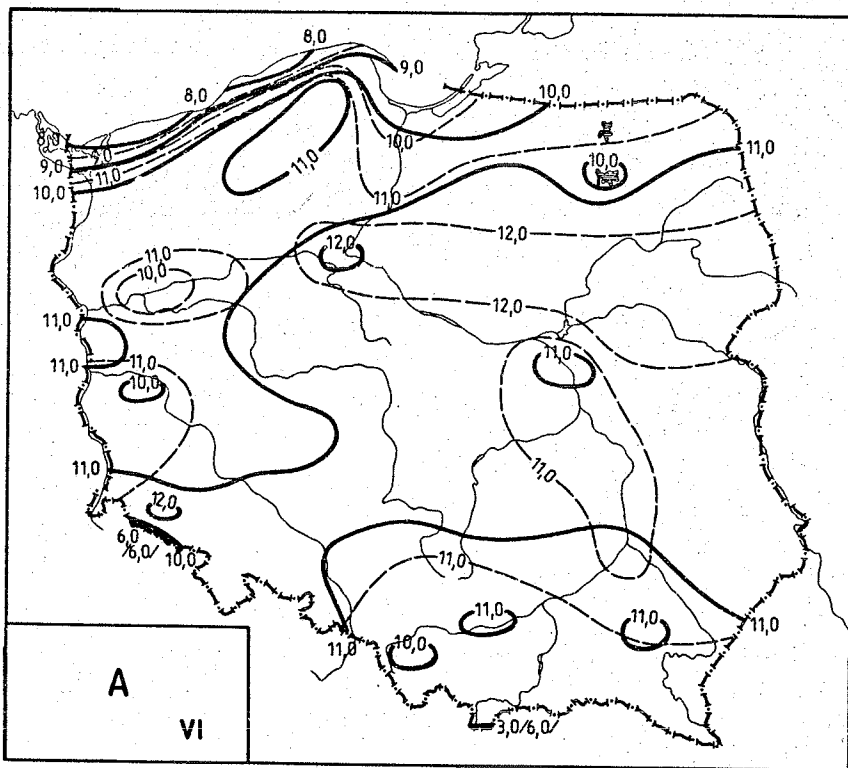
$$A = 0,120 \lambda + 7,98$$

$$A = -0,322 H + 10,95$$

$$A = 0,035 \varphi + 0,125 \lambda + 6,06$$

$$A = -0,371 \varphi + 0,046 \lambda - 0,3/4 H + 29,71$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,00	0,18	0,69	0,19	0,72
F	0,0	1,7	44,2	0,9	16,7



Ryc. 83. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - czerwiec

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - June

$$A = 0,027 \varphi + 9,07$$

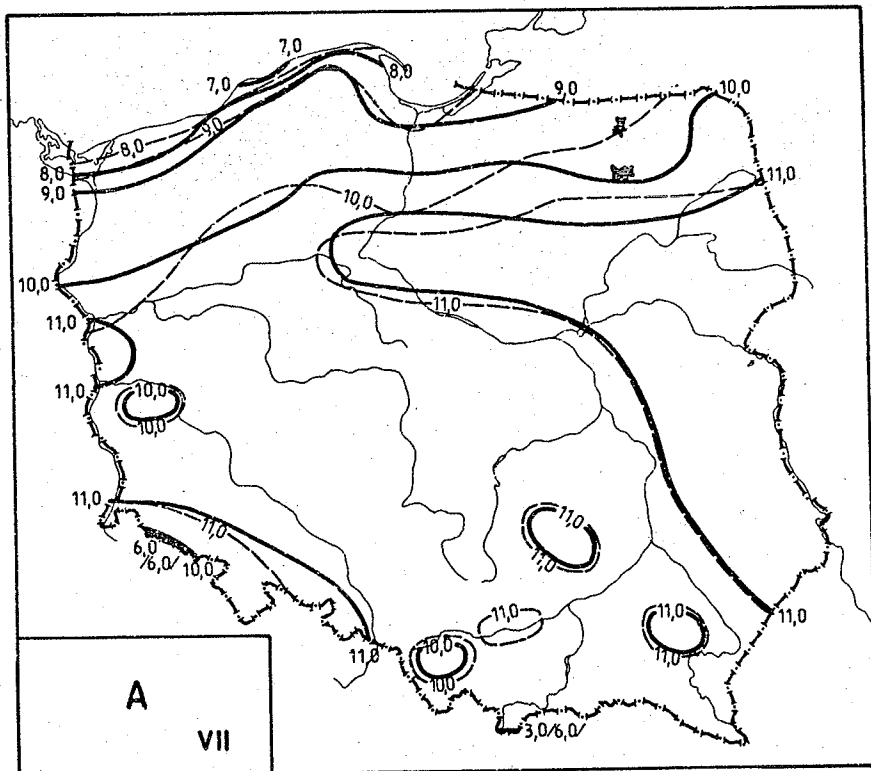
$$A = 0,137 \lambda - 7,87$$

$$A = -0,325 H + 11,18$$

$$A = 0,070 \varphi + 0,146 \lambda + 4,08$$

$$A = -0,408 \varphi + 0,087 \lambda - 0,349 H + 30,55$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,03	0,21	0,68	0,22	0,72
F	0,1	2,1	42,3	1,2	16,6



Ryc. 84. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$A = -0,150 \varphi + 17,83$$

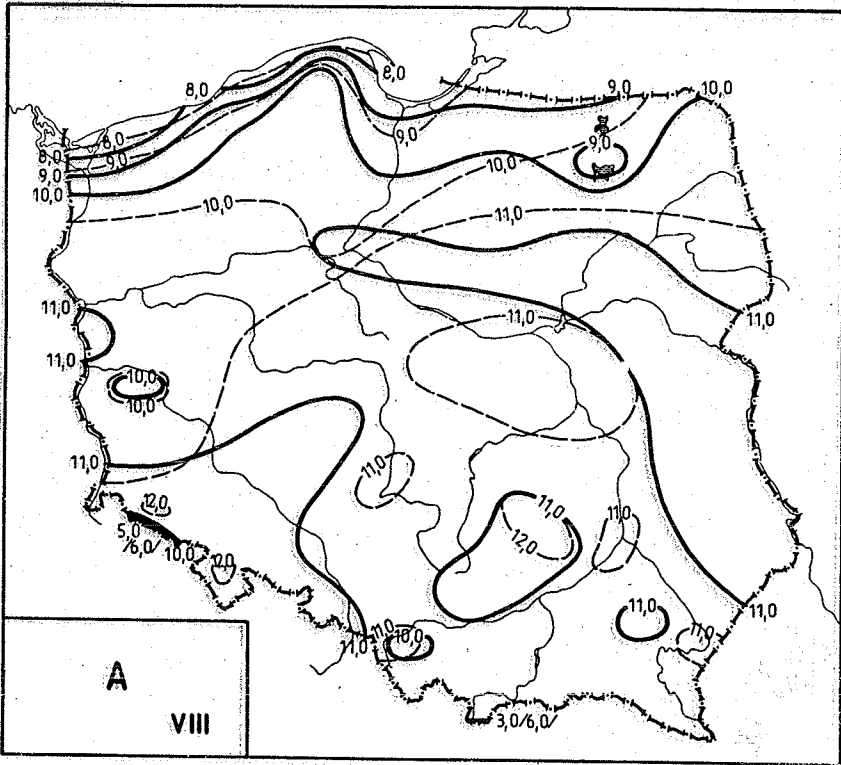
$$A = 0,171 \lambda + 6,80$$

$$A = -0,289 H + 10,66$$

$$A = -0,103 \varphi + 0,159 \lambda + 12,40$$

$$A = -0,563 \varphi + 0,066 \lambda - 0,350 H + 38,43$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,15	0,25	0,60	0,27	0,71
F	1,0	3,4	27,9	1,9	16,2



Ryc. 85. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$A = -0,153 \varphi + 18,09$$

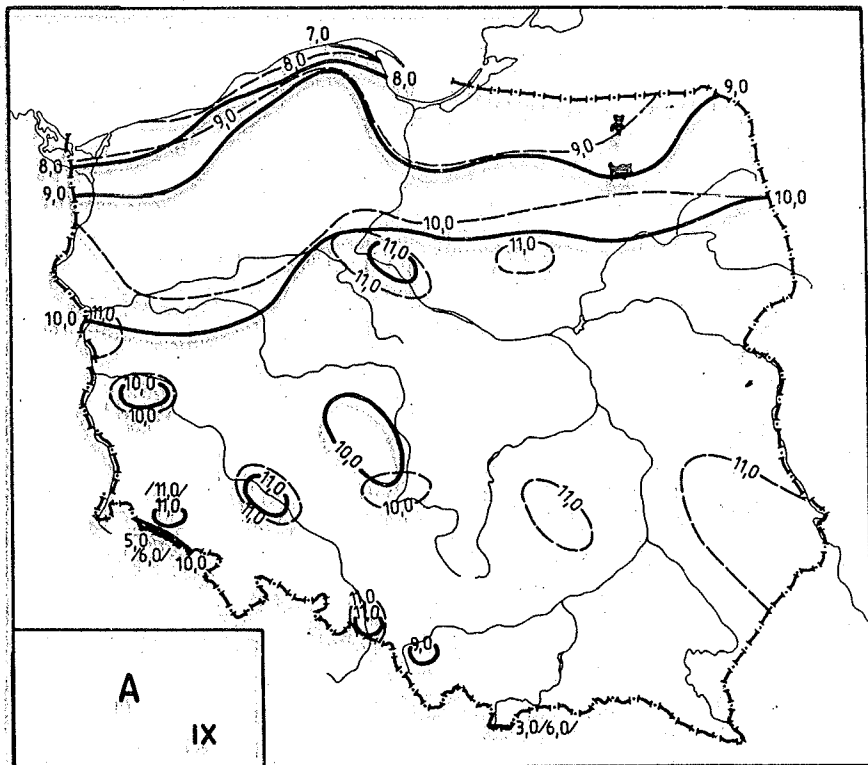
$$A = 0,151 \lambda + 7,27$$

$$A = -0,315 H + 10,80$$

$$A = -0,113 \varphi + 0,137 \lambda + 13,42$$

$$A = -0,517 \varphi + 0,034 \lambda - 0,370 H + 37,25$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,15	0,22	0,64	0,24	0,78
F	1,0	2,4	34,0	1,5	23,9



Ryc. 86. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - wrzesień
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - September

$$A = -0,208 \varphi + 20,36$$

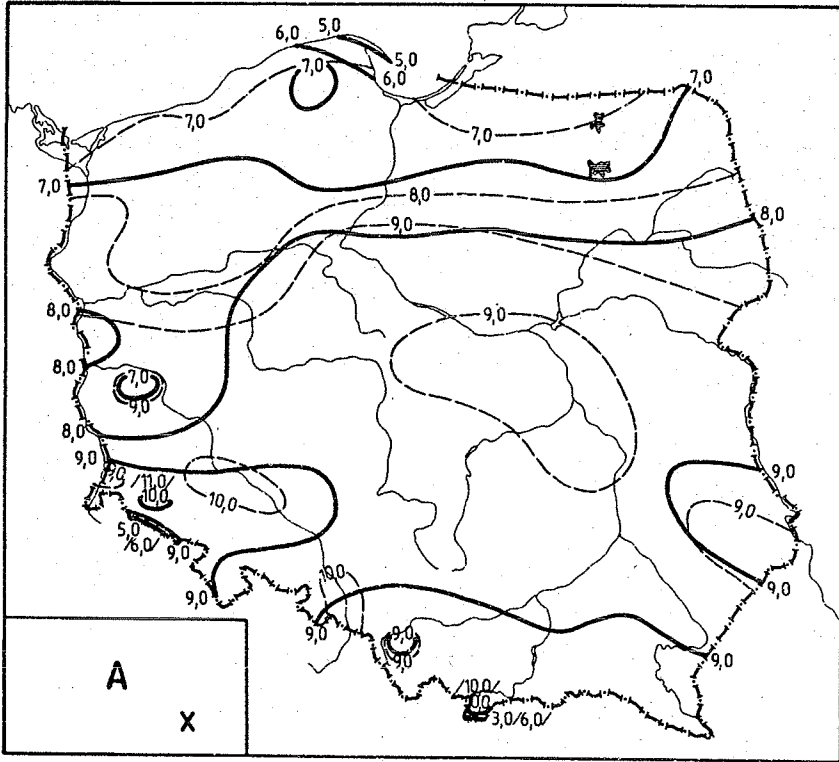
$$A = -0,119 \lambda + 7,27$$

$$A = -0,264 H + 10,09$$

$$A = -0,180 \varphi + 0,097 \lambda + 17,05$$

$$A = -0,507 \varphi + 0,034 \lambda - 0,303 H + 35,19$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,21	0,18	0,57	0,26	0,75
F	2,2	1,7	23,9	1,7	19,6



Ryc. 87. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$A = -0,382 \varphi + 27,71$$

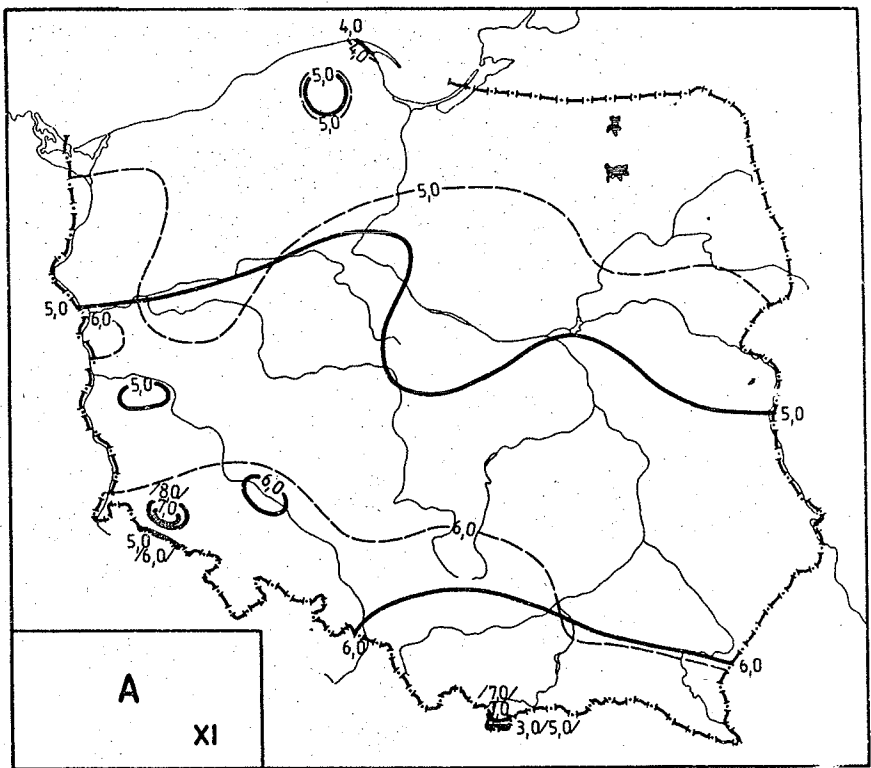
$$A = 0,153 \lambda + 4,92$$

$$A = -0,139 H + 8,11$$

$$A = -0,350 \varphi + 0,109 \lambda + 23,98$$

$$A = -0,673 \varphi - 0,020 \lambda - 0,219 H + 43,17$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,40	0,25	0,32	0,44	0,81
F	9,4	3,2	5,4	5,7	29,6



Ryc. 88. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$A = -0,332 \varphi + 22,45$$

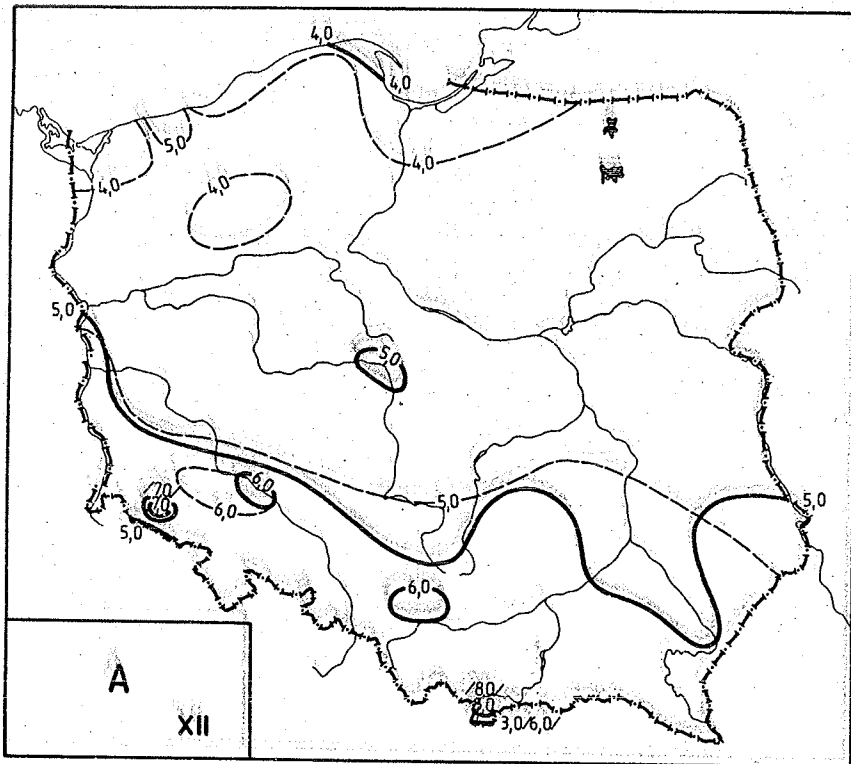
$$A = -0,021 \lambda + 5,56$$

$$A = -0,030 H + 5,23$$

$$A = -0,350 \varphi - 0,064 \lambda + 24,65$$

$$A = -0,458 \varphi - 0,042 \lambda - 0,072 H + 29,78$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,58	0,06	0,11	0,60	0,76
F	24,8	0,1	0,6	13,8	21,6



Ryc. 89. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - grudzień
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - December

$$A = -0,277 \varphi + 19,38$$

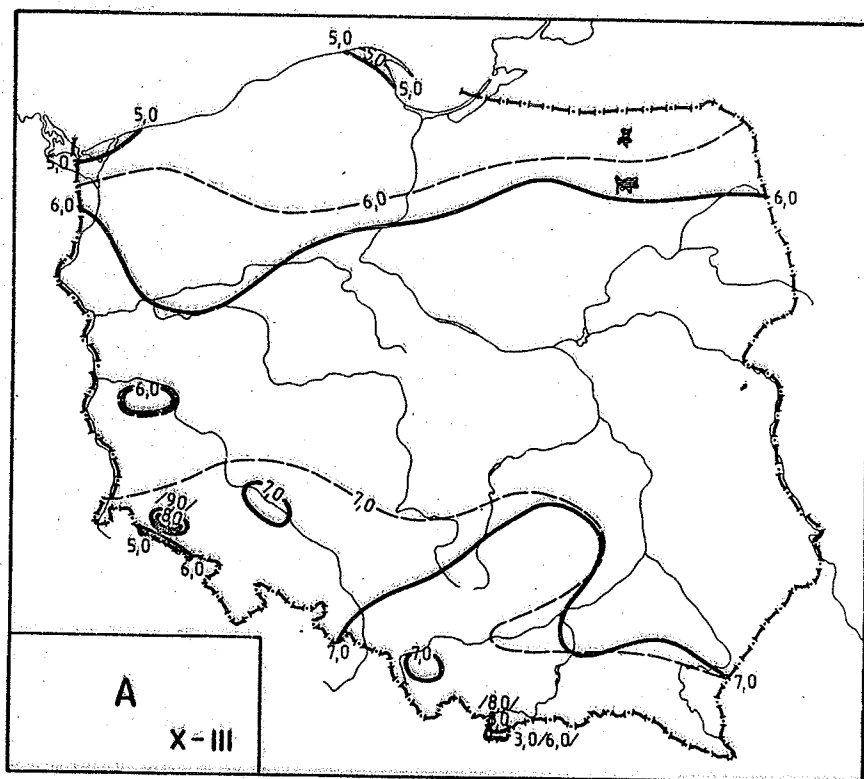
$$A = -0,003 \lambda + 5,00$$

$$A = -0,007 H + 4,95$$

$$A = -0,289 \varphi - 0,039 \lambda + 20,72$$

$$A = -0,352 \varphi - 0,019 \lambda - 0,007 H + 20,57$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,51	0,01	0,03	0,52	0,72
F	17,3	0,0	0,0	9,0	16,4



Ryc. 90. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze chłodne
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - cold half-year

$$A = -0,304 \varphi + 22,06$$

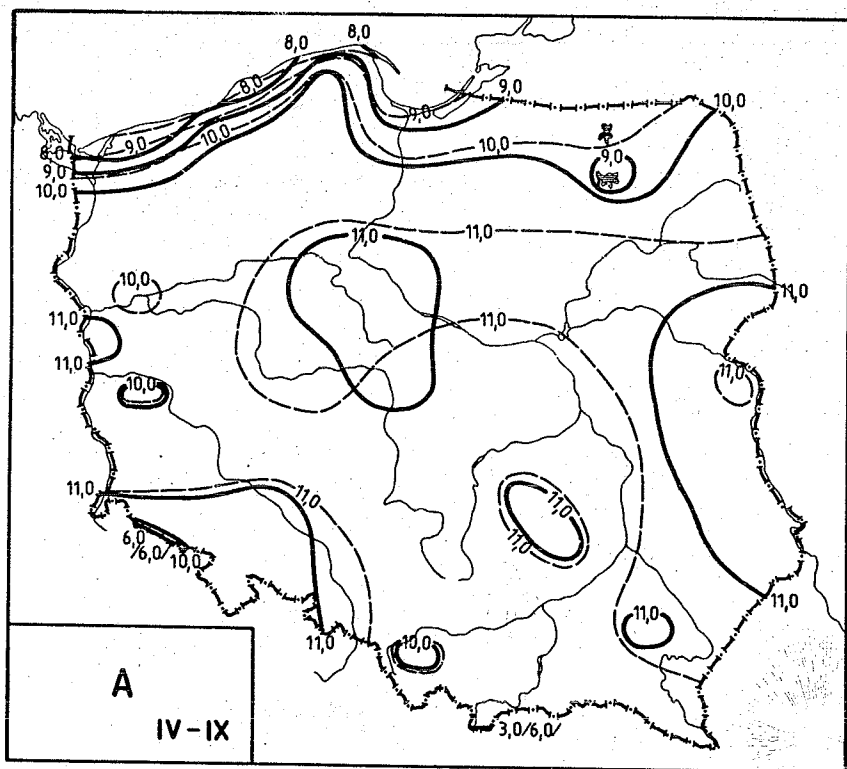
$$A = 0,040 \lambda + 5,48$$

$$A = -0,071 H + 6,40$$

$$A = -0,303 \varphi + 0,003 \lambda + 21,98$$

$$A = -0,465 \varphi + 0,003 \lambda - 0,103 H + 30,32$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,49	0,10	0,25	0,49	0,75
F	15,4	0,5	3,1	7,6	19,7



Ryc. 91. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze ciepłe

Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 - warm half-year

$$A = -0,106 \varphi + 15,48$$

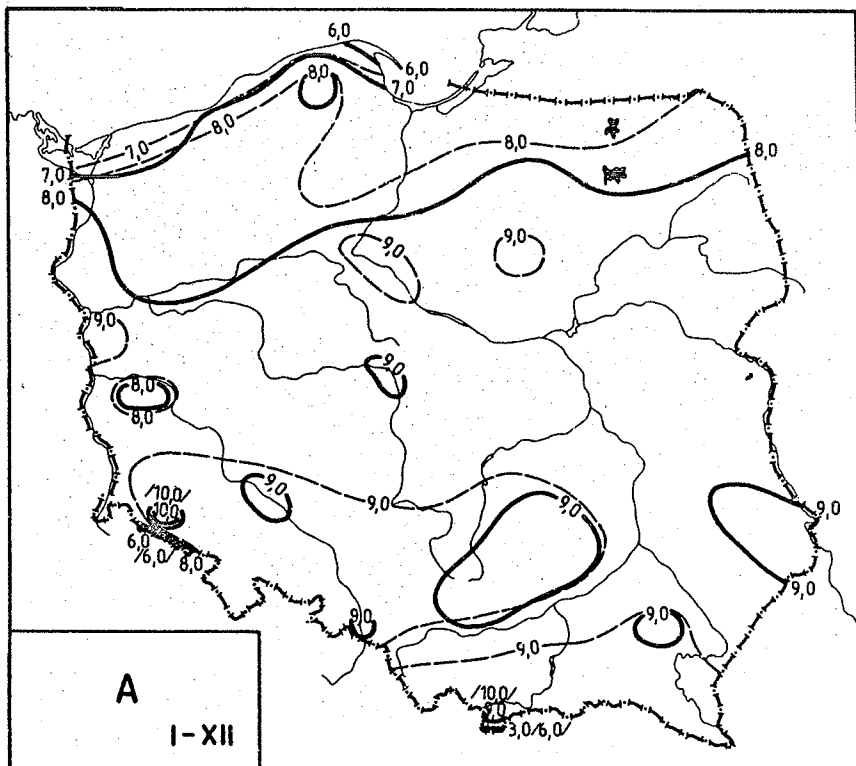
$$A = 0,138 \lambda + 7,36$$

$$A = -0,296 H + 10,61$$

$$A = -0,068 \varphi + 0,129 \lambda + 11,06$$

$$A = -0,466 \varphi + 0,056 \lambda - 0,344 H + 33,69$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,11	0,21	0,64	0,22	0,75
F	0,5	2,3	33,4	1,2	19,7



Ryc. 92. Dobowa amplituda temperatury w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku
 Diurnal temperature range in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$A = -0,204 \varphi + 18,70$$

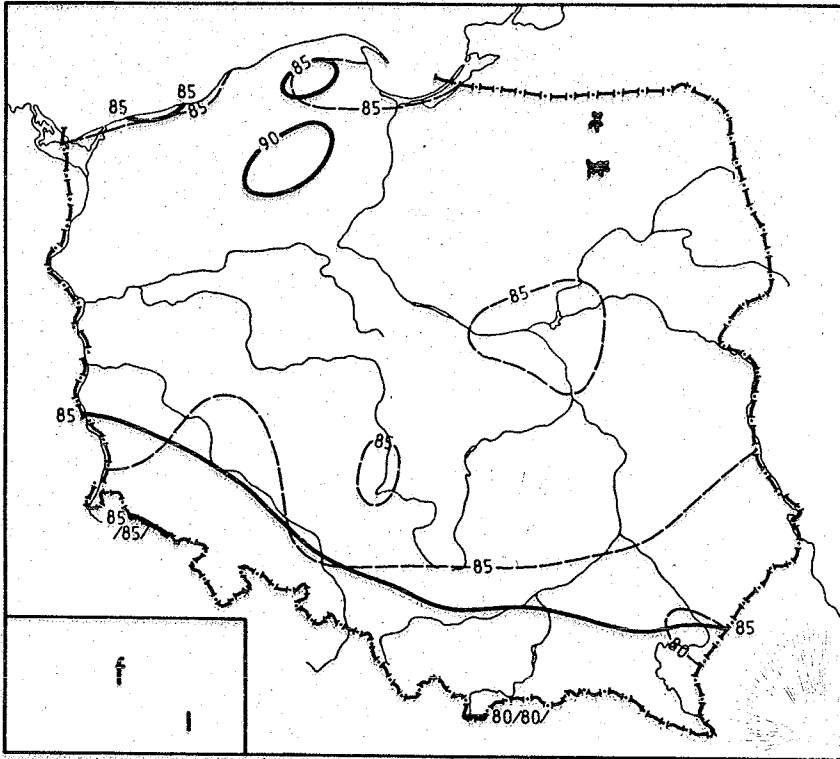
$$A = 0,089 \lambda + 6,40$$

$$A = -0,181 H + 8,48$$

$$A = -0,184 \varphi + 0,066 \lambda + 16,43$$

$$A = -0,469 \varphi + 0,028 \lambda - 0,224 H + 32,20$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,27	0,18	0,52	0,30	0,74
F	3,8	1,7	17,7	2,4	19,3



Ryc. 93. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - January

$$f = 0,895 \varphi + 39,11$$

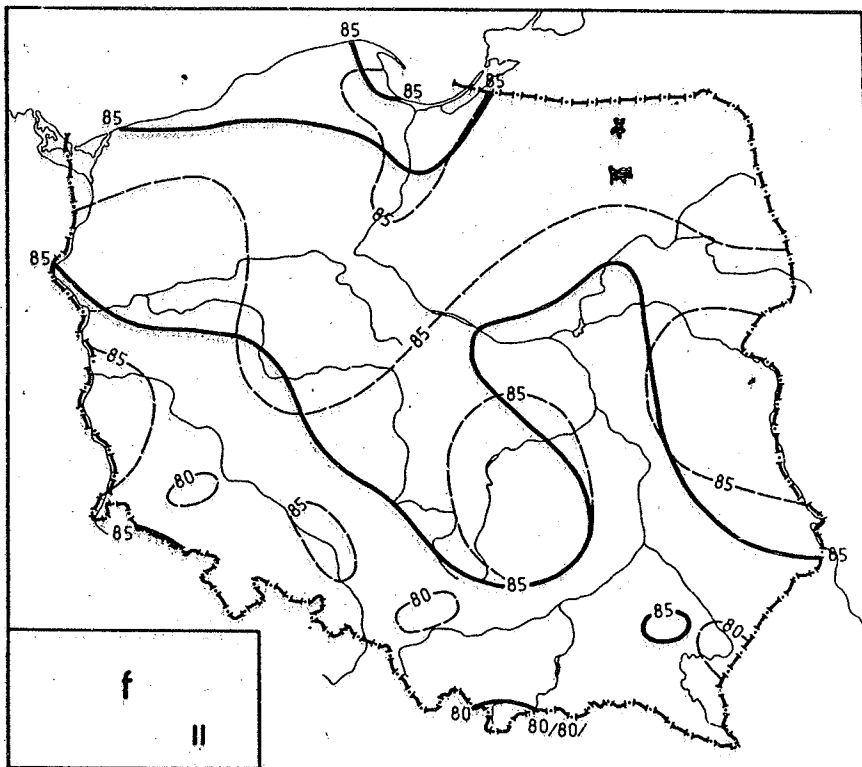
$$f = 0,002 \lambda + 85,73$$

$$f = -0,374 H + 86,57$$

$$f = 0,930 \varphi + 0,113 \lambda + 35,07$$

$$f = 0,684 \varphi + 0,101 \lambda - 0,209 H + 48,65$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,64	0,00	0,58	0,65	0,71
F	34,1	0,0	24,8	17,9	15,8



Ryc. 94. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - February

$$f = 0,768 \varphi + 44,71$$

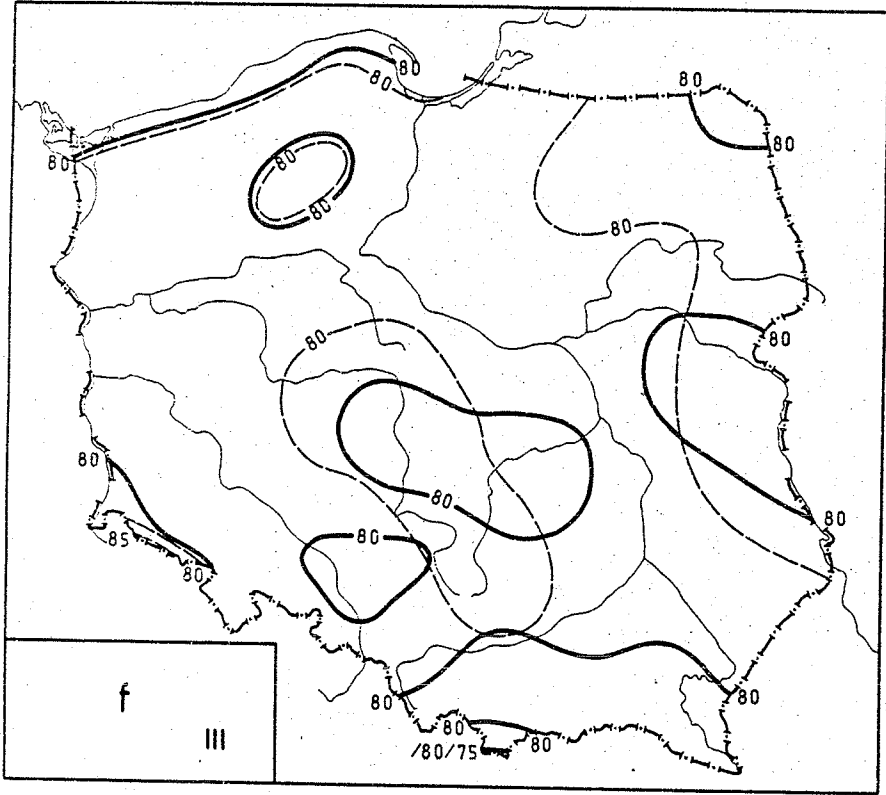
$$f = 0,042 \lambda + 83,96$$

$$f = -0,268 H + 85,32$$

$$f = 0,810 \varphi + 0,143 \lambda + 39,83$$

$$f = 0,689 \varphi + 0,134 \lambda - 0,104 H + 46,55$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,61	0,05	0,46	0,64	0,65
F	29,2	0,1	13,3	16,2	11,6



Ryc. 95. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - marzec

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - March

$$f = 0,456 \varphi + 55,95$$

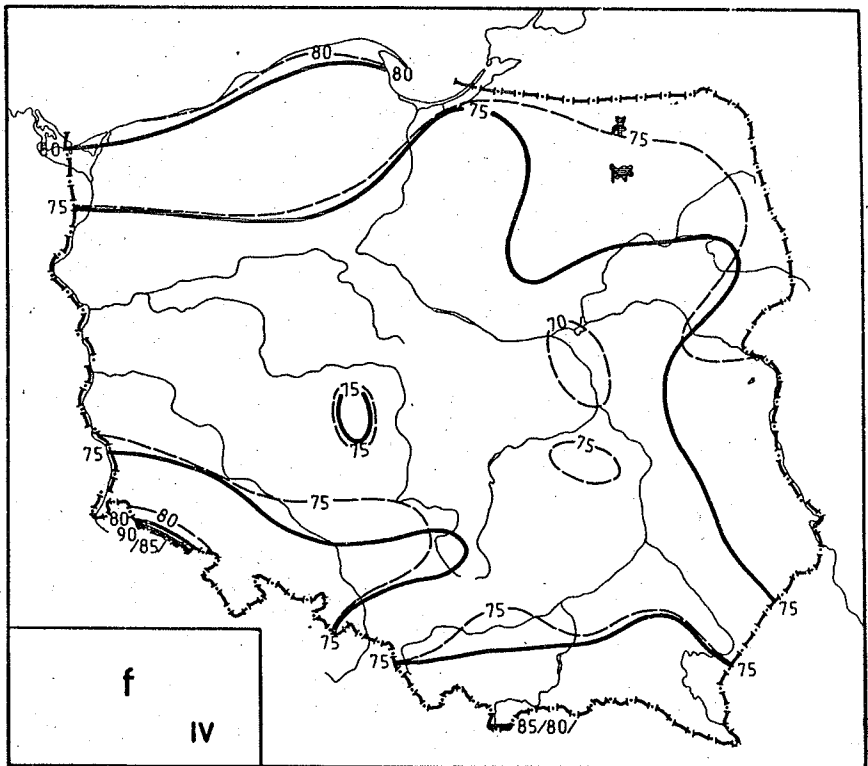
$$f = -0,020 \lambda + 80,08$$

$$f = 0,130 H + 79,43$$

$$f = 0,467 \varphi + 0,038 \lambda + 54,64$$

$$f = 0,867 \varphi + 0,067 \lambda + 0,340 H + 32,55$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,35	0,02	0,22	0,35	0,59
F	6,7	0,0	2,4	3,4	8,4



Ryc. 96. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - kwiecień

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - April

$$f = 0,307\varphi + 59,84$$

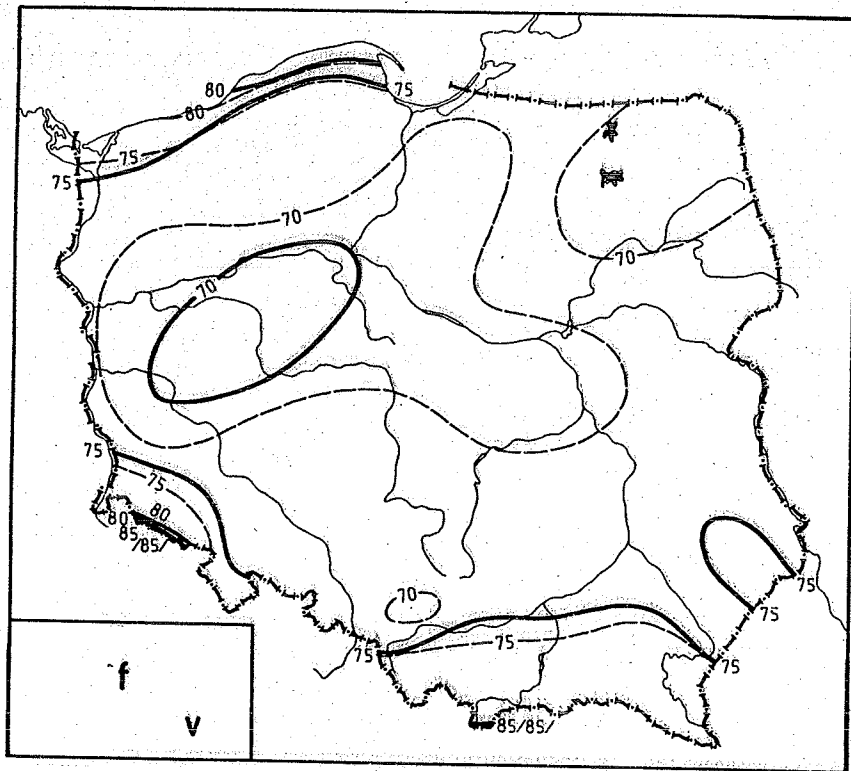
$$f = -0,260\lambda + 80,73$$

$$f = 0,536 H + 74,77$$

$$f = 0,239\varphi - 0,230\lambda + 67,70$$

$$f = 1,228\varphi - 0,160\lambda + 0,842 H + 130,33$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,15	0,20	0,57	0,23	0,79
R	1,1	2,0	23,7	1,3	26,3



Ryc. 97. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - May

$$f = -0,509 \varphi + 100,82$$

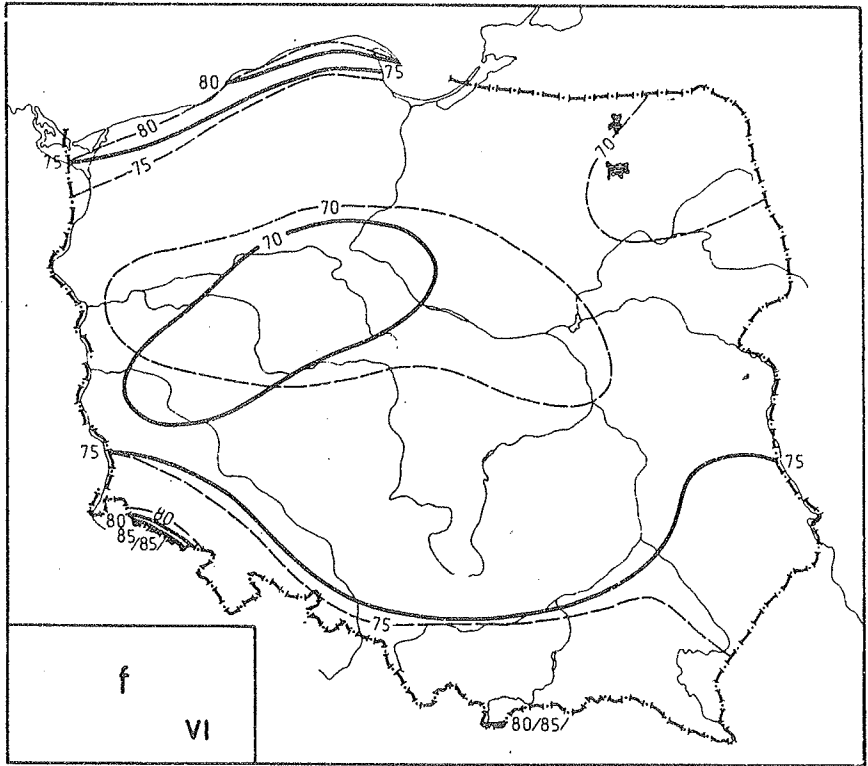
$$f = -0,184 \lambda + 77,79$$

$$f = 0,737 H + 72,73$$

$$f = -0,585 \varphi - 0,257 \lambda + 109,61$$

$$f = 0,404 \varphi - 0,187 \lambda + 0,842 H + 54,99$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,22	0,12	0,70	0,28	0,73
F	2,5	0,8	45,8	2,0	17,6



Ryc. 98. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - czerwiec

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - June

$$f = -0,738 \varphi + 113,06$$

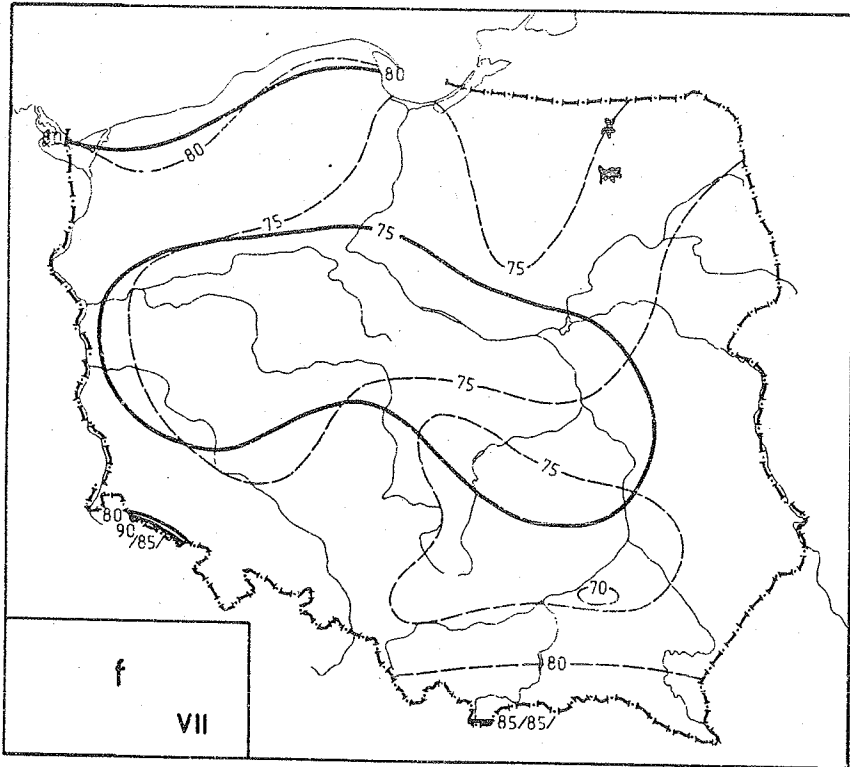
$$f = -0,134 \lambda + 77,12$$

$$f = 0,829 H + 72,80$$

$$f = -0,807 \varphi - 0,235 \lambda + 121,10$$

$$f = 0,242 \varphi - 0,161 \lambda + 0,894 H + 63,10$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,30	0,08	0,74	0,54	0,75
F	5,0	0,4	58,5	3,1	20,4



Ryc. 99. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$f = -0,049 \varphi + 79,69$$

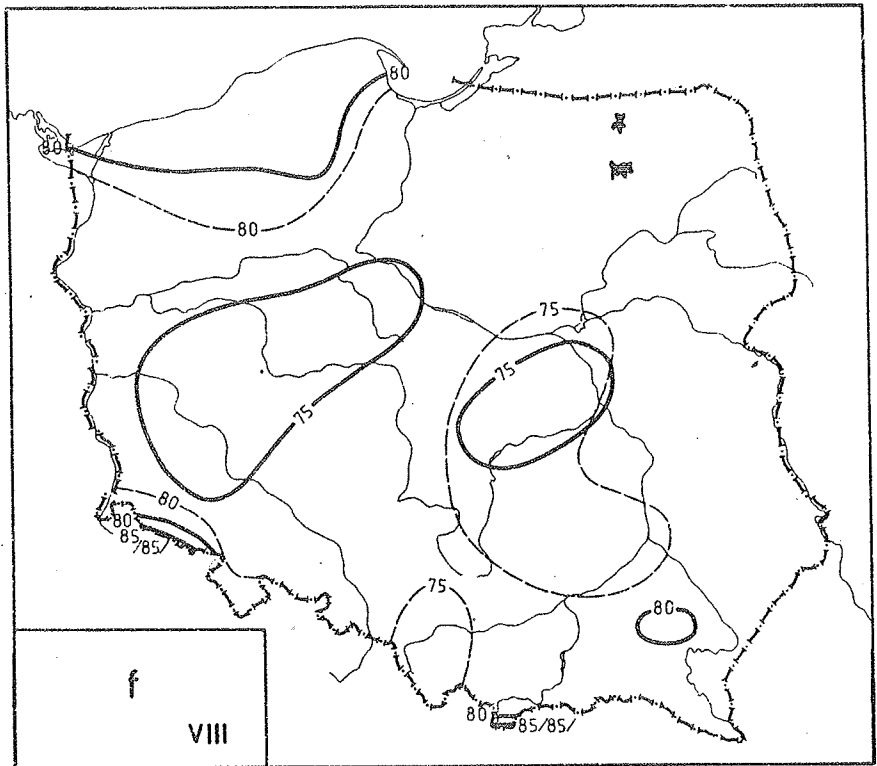
$$f = -0,150 \lambda + 79,98$$

$$f = 0,592 H + 75,86$$

$$f = -0,097 \varphi - 0,162 \lambda + 85,24$$

$$f = 0,846 \varphi - 0,096 \lambda + 0,803 H + 33,13$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,12	0,65	0,13	0,76
F	0,0	0,7	36,2	0,4	21,1



Ryc. 100. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- August

$$f = -0,024 \varphi + 79,49$$

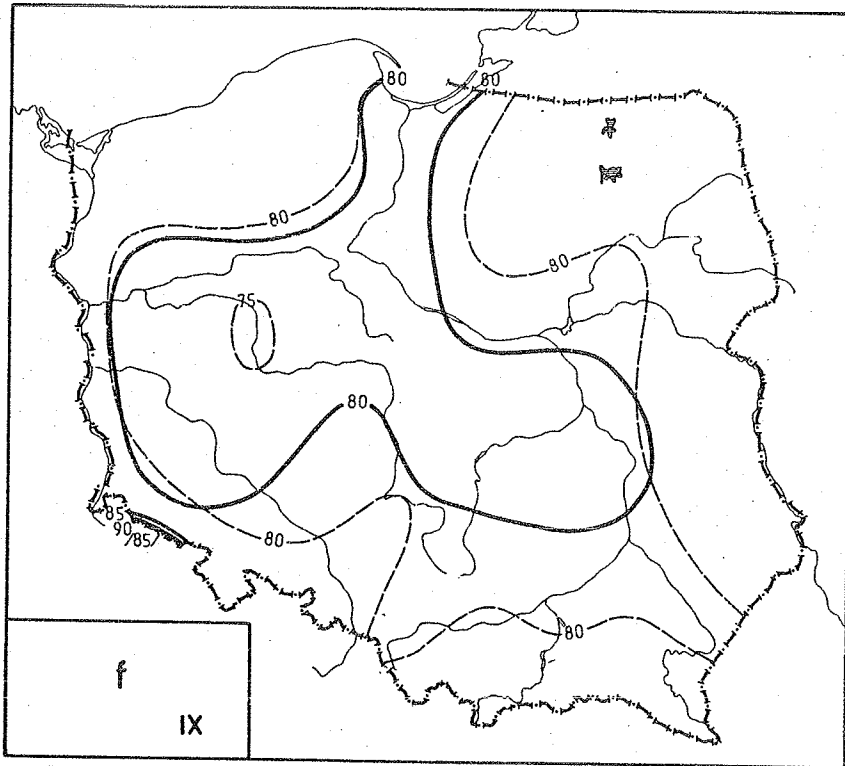
$$f = -0,023 \lambda + 78,64$$

$$f = 0,506 H + 77,13$$

$$f = -0,032 \varphi - 0,027 \lambda + 80,40$$

$$f = 0,788 \varphi + 0,031 \lambda + 0,699 H + 35,06$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,14	0,02	0,62	0,03	0,73
F	0,0	0,0	30,9	0,0	17,4



Ryc. 101. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - wrzesień

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- September

$$f = 0,026 \varphi + 79,51$$

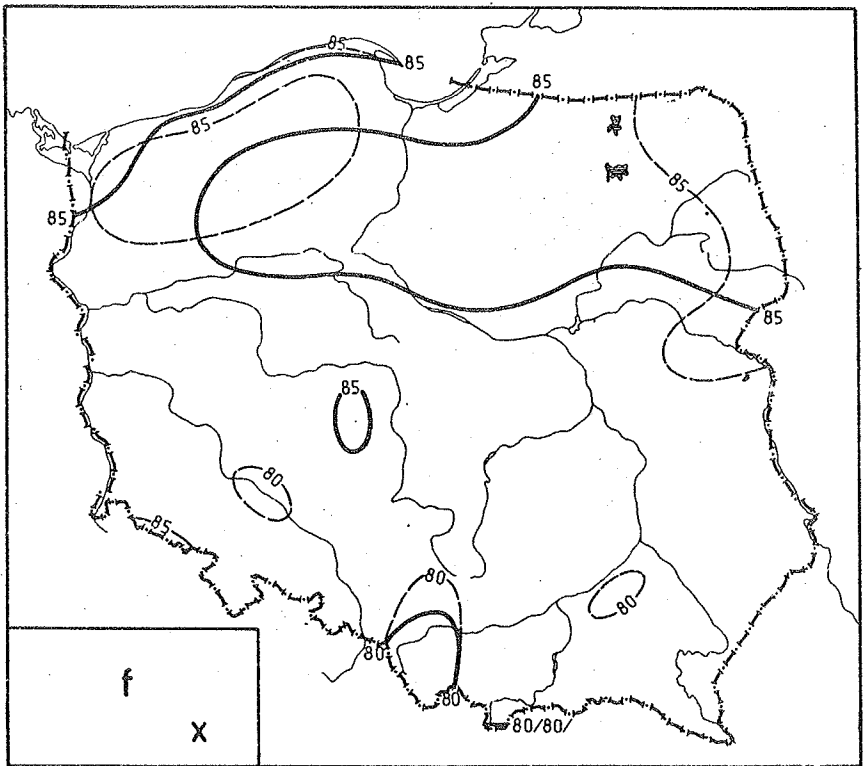
$$f = -0,009 \lambda + 81,02$$

$$f = 0,294 H + 80,21$$

$$f = 0,024 \varphi - 0,006 \lambda + 79,72$$

$$f = 0,517 \varphi + 0,029 \lambda + 0,420 H + 52,47$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,01	0,55	0,02	0,67
F	0,0	0,0	21,5	0,0	12,5



Ryc. 102. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- October

$$f = 0,823 \varphi + 41,23$$

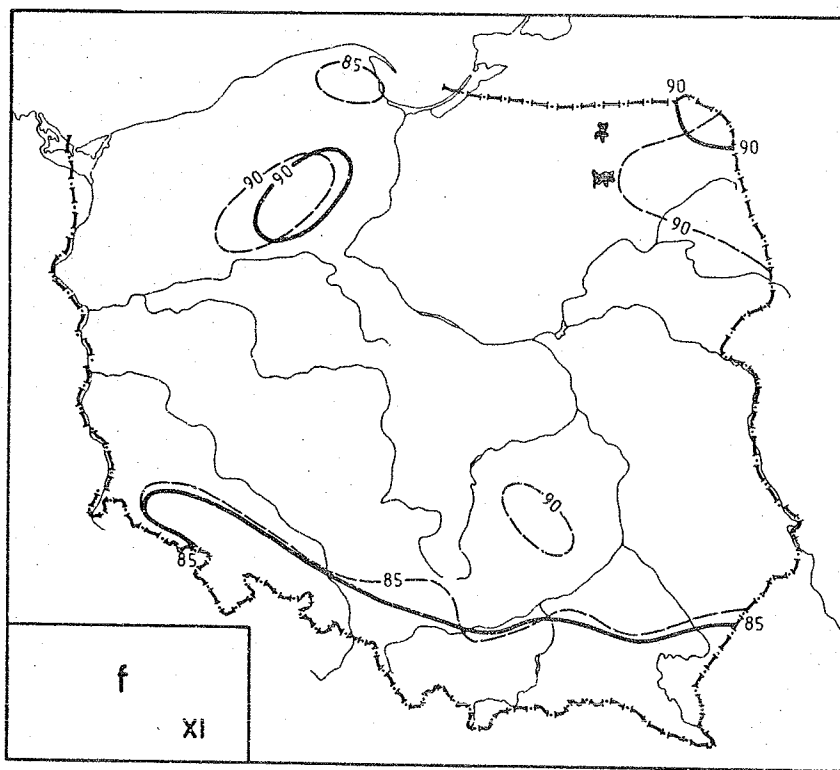
$$f = -0,075 \lambda + 85,55$$

$$f = -0,321 H + 84,83$$

$$f = 0,832 \varphi + 0,029 \lambda + 40,24$$

$$f = 0,638 \varphi + 0,015 \lambda - 0,165 H + 50,97$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,67	0,09	0,57	0,67	0,72
F	40,1	0,4	23,2	19,7	16,4



Ryc. 103. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- November

$$f = 0,738 \varphi + 48,47$$

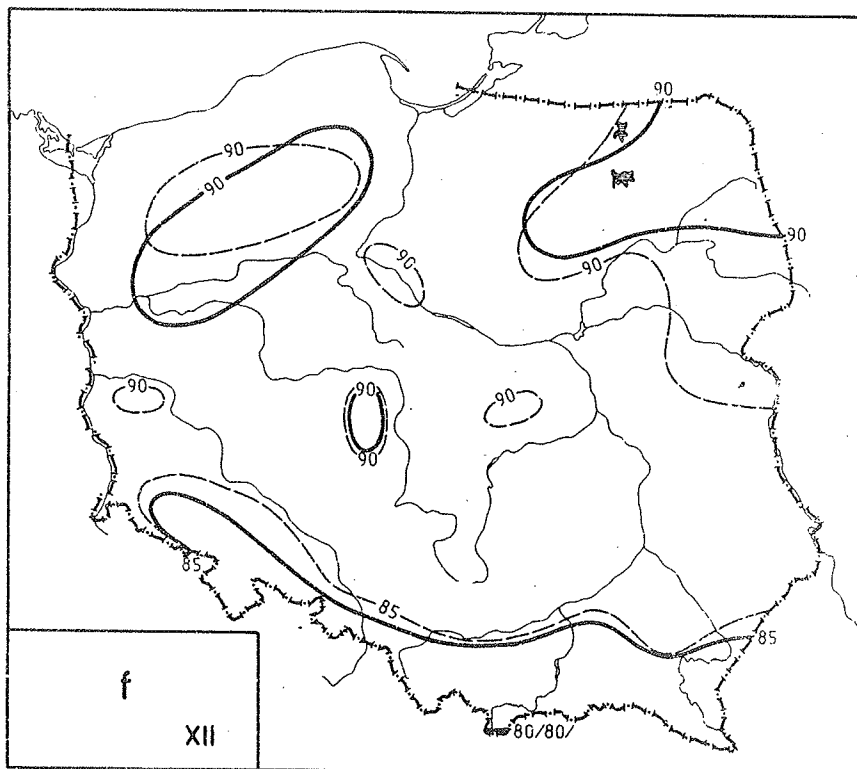
$$f = -0,042 \lambda + 87,72$$

$$f = -0,199 H + 87,35$$

$$f = 0,753 \varphi + 0,052 \lambda + 46,69$$

$$f = 0,727 \varphi + 0,050 \lambda - 0,022 H + 48,14$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,49	0,04	0,29	0,50	0,59
F	15,8	0,1	4,4	7,9	5,2



Ryc. 104. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - grudzień

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- December

$$f = 0,858 \varphi + 42,36$$

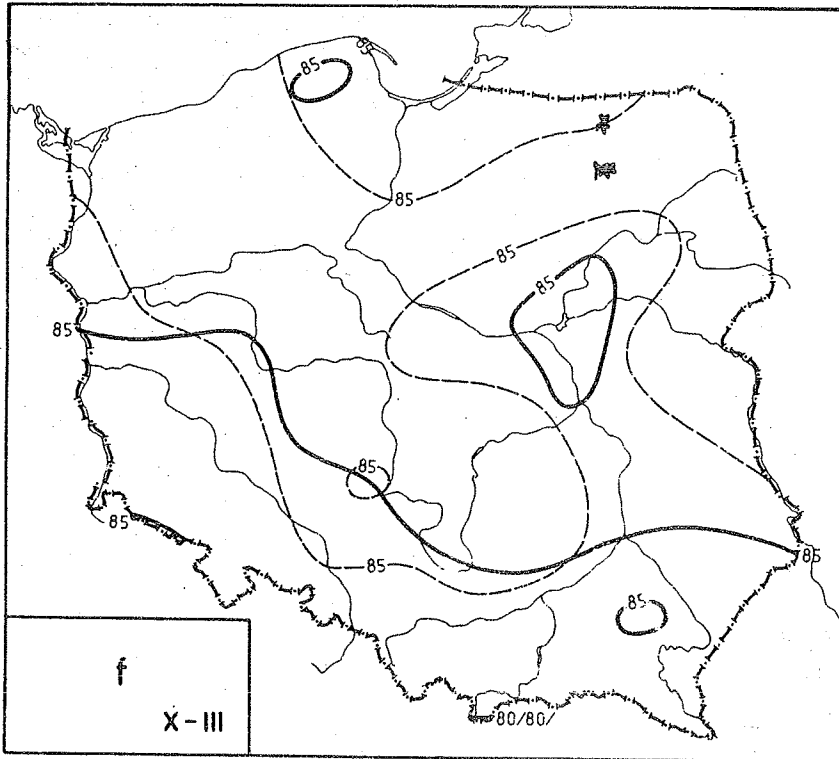
$$f = 0,083 \lambda + 86,01$$

$$f = -0,405 H + 88,44$$

$$f = 0,916 \varphi + 0,197 \lambda + 36,13$$

$$f = 0,609 \varphi + 0,175 \lambda - 0,261 H + 53,09$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,59	0,09	0,60	0,62	0,70
F	25,6	0,4	27,4	15,0	15,1



Ryc. 105 . Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze chłodne
 Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
 - cold half-year

$$f = 0,784 \varphi + 44,03$$

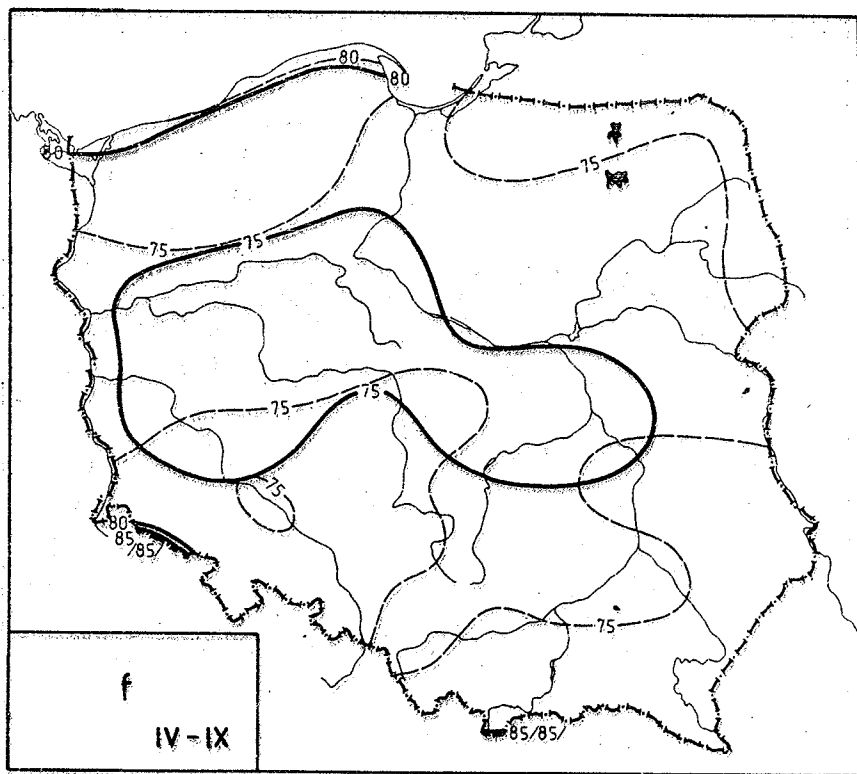
$$f = 0,000 \lambda + 84,88$$

$$f = -0,234 H + 85,39$$

$$f = 0,814 \varphi - 0,102 \lambda + 40,55$$

$$f = 0,752 \varphi + 0,097 \lambda - 0,053 H + 43,98$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,64	0,00	0,42	0,66	0,66
F	34,6	0,0	10,2	18,1	12,1



Ryc. 106. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze ciepłe

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980
- warm half-year

$$f = -0,216 \varphi + 88,29$$

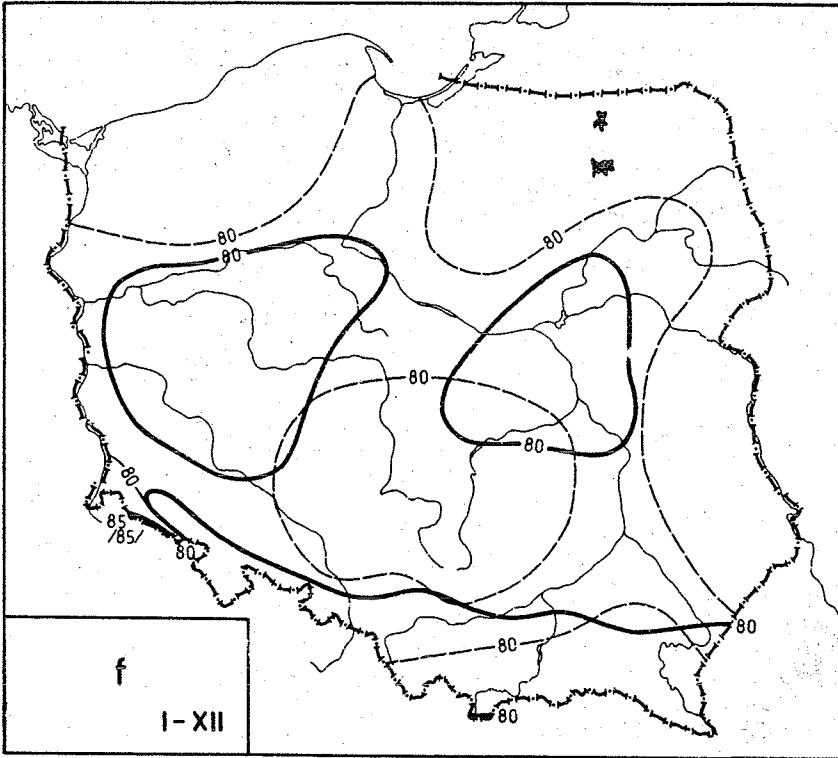
$$f = -0,088 \lambda + 78,68$$

$$f = 0,576 H + 75,78$$

$$f = -0,251 \varphi - 0,119 \lambda + 92,37$$

$$f = 0,599 \varphi - 0,059 \lambda + 0,724 H + 45,36$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,12	0,08	0,70	0,16	0,76
F	0,7	0,3	46,2	0,6	21,1



Ryc. 107. Wilgotność względna powietrza w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku

Relative humidity in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$f = 0,328 \varphi + 63,79$$

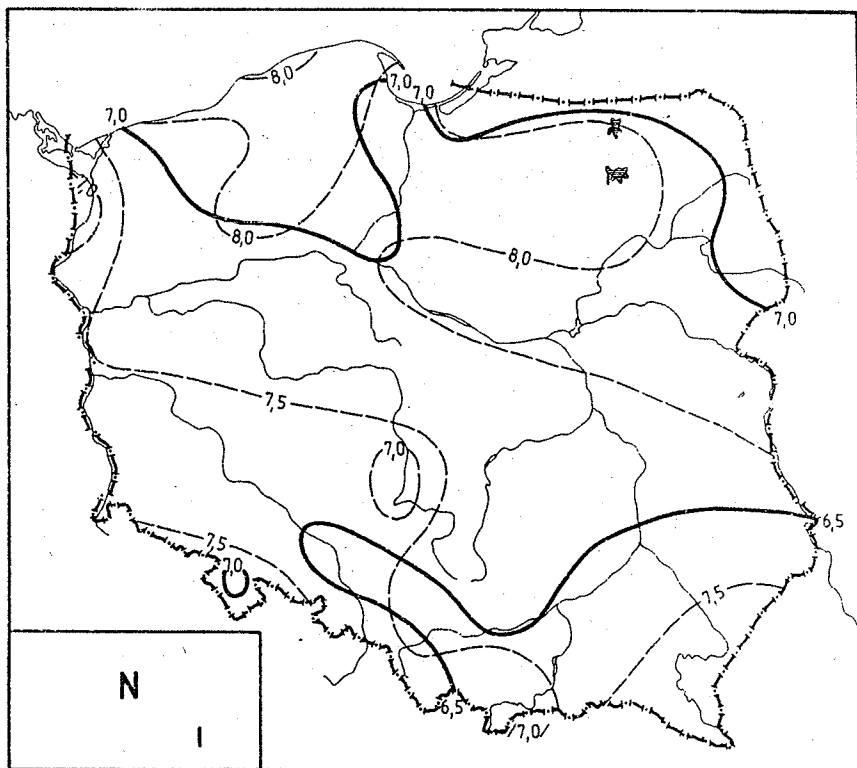
$$f = -0,090 \lambda + 82,56$$

$$f = 0,166 H + 80,51$$

$$f = 0,313 \varphi - 0,051 \lambda + 65,53$$

$$f = 0,714 \varphi - 0,022 \lambda + 0,342 H + 43,35$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,32	0,13	0,35	0,32	0,69
F	5,5	0,9	6,7	2,8	14,0



Ryc. 108. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 January

$$N = 0,136 \varphi - 0,32$$

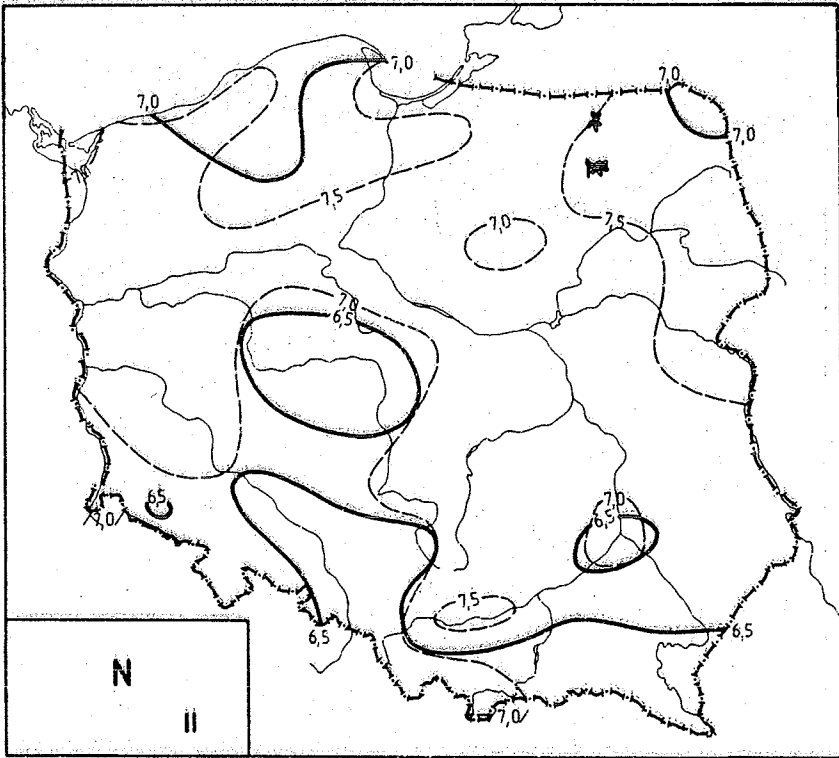
$$N = -0,022 \lambda + 7,18$$

$$N = -0,036 H + 6,85$$

$$N = 0,134 \varphi - 0,008 \lambda - 0,04$$

$$N = 0,128 \varphi - 0,009 \lambda - 0,005 H + 0,30$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,81	0,21	0,47	0,82	0,82
F	95,9	2,2	14,2	48,3	32,1



Ryc. 109. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 February

$$N = 0,097 \varphi + 1,57$$

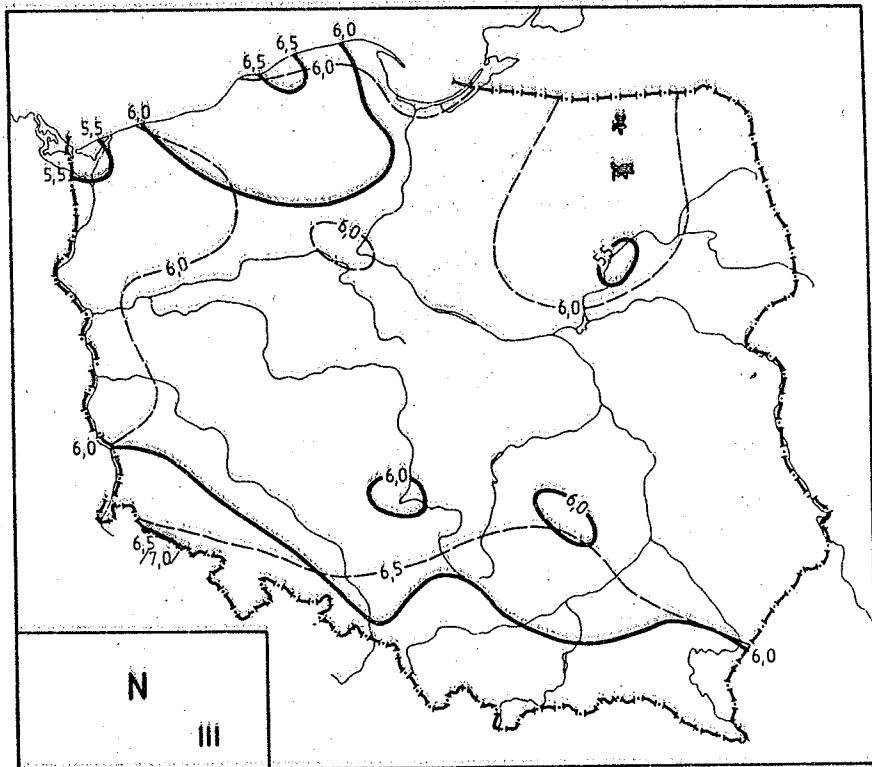
$$N = 0,001 \lambda + 6,63$$

$$N = -0,018 H + 6,68$$

$$N = 0,100 \varphi + 0,011 \lambda + 1,23$$

$$N = 0,110 \varphi + 0,011 \lambda + 0,009 H + 0,68$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,73	0,01	0,29	0,74	0,75
F	55,4	0,0	4,5	28,9	20,0



Ryc. 110. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - marzec
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - March

$$N = -0,034 \varphi + 7,73$$

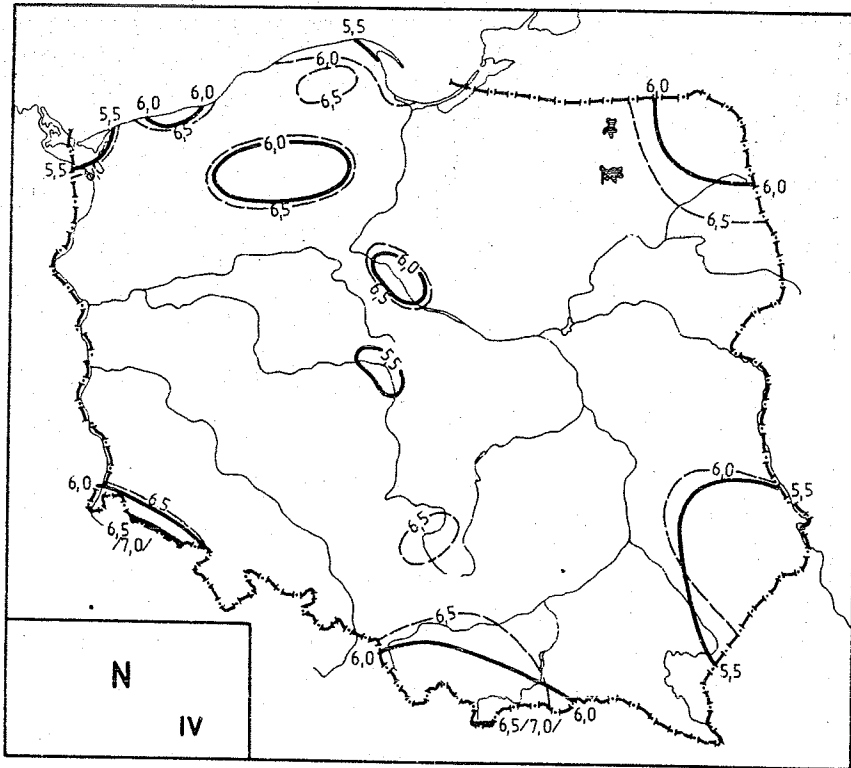
$$N = -0,012 \lambda + 6,18$$

$$N = 0,039 H + 5,86$$

$$N = -0,038 \varphi - 0,016 \lambda + 8,23$$

$$N = 0,010 \varphi - 0,013 \lambda + 0,041 H + 5,59$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,17	0,09	0,41	0,21	0,43
F	1,4	0,4	10,1	1,1	3,6



Ryc. 111. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - kwiecień
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - April

$$N = -0,024 \varphi + 7,05$$

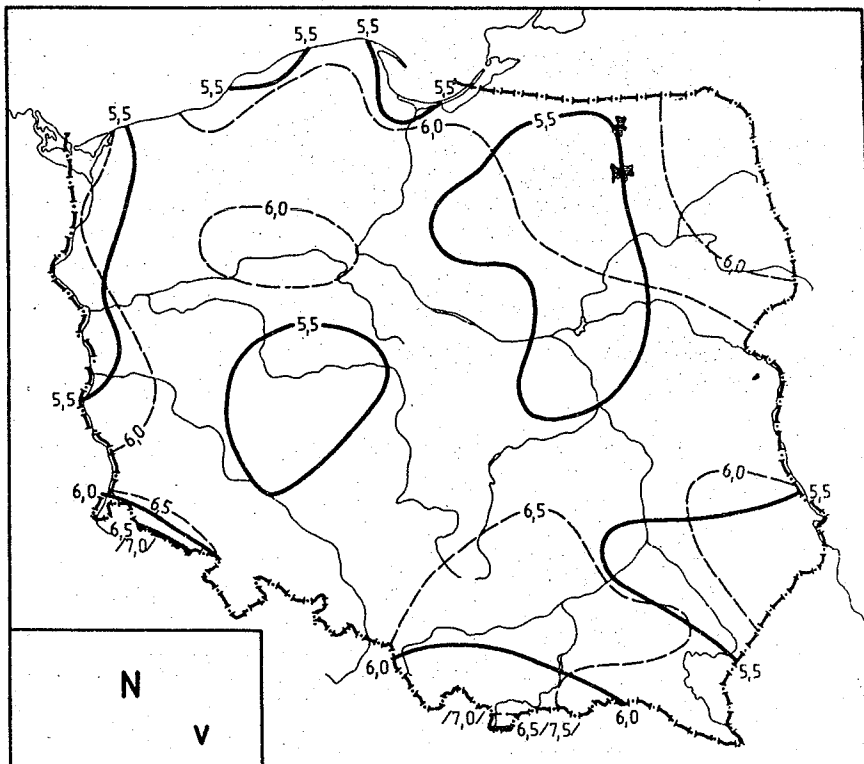
$$N = -0,022 \lambda + 6,18$$

$$N = 0,052 H + 5,65$$

$$N = -0,031 \varphi - 0,025 \lambda + 7,85$$

$$N = 0,041 \varphi - 0,021 \lambda + 0,062 H + 3,88$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,16	0,22	0,71	0,29	0,78
F	1,2	2,5	48,9	2,2	24,1



Ryc. 112. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj
Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - May

$$N = -0,119\varphi + 11,84$$

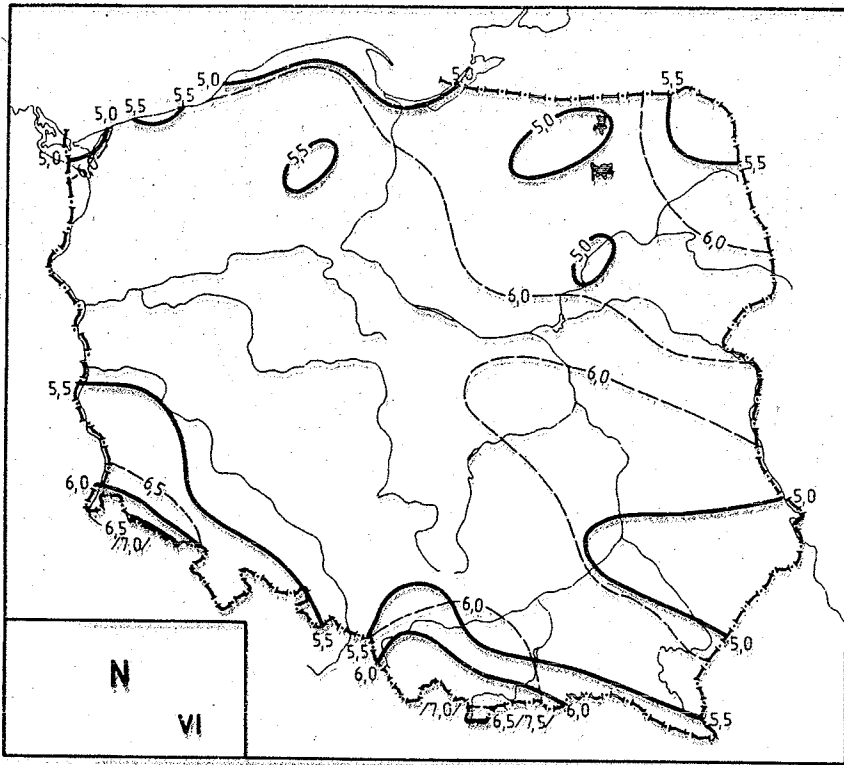
$$N = -0,008\lambda + 5,76$$

$$N = 0,081 H + 54,36$$

$$N = -0,124\varphi - 0,020\lambda + 12,47$$

$$N = -0,043\varphi - 0,015\lambda + 0,071 H + 7,96$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,57	0,06	0,83	0,59	0,85
F	23,1	0,2	108,3	12,5	41,2



Ryc. 113. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - czerwiec
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - June

$$N = -0,119 \varphi + 11,60$$

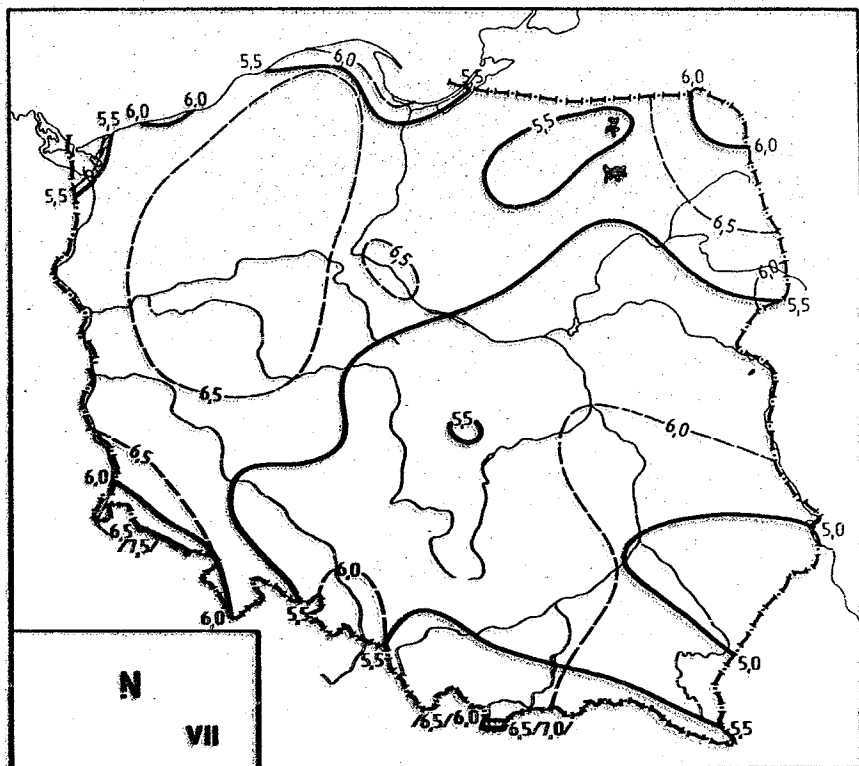
$$N = -0,040 \lambda + 6,13$$

$$N = 0,093 H + 5,17$$

$$N = -0,133 \varphi - 0,053 \lambda + 13,29$$

$$N = -0,033 \varphi - 0,047 \lambda + 0,086 H + 7,77$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,47	0,25	0,80	0,57	0,85
F	13,8	3,2	84,1	11,7	40,1



Ryc. 114. zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$N = 0,002 \varphi + 5,43$$

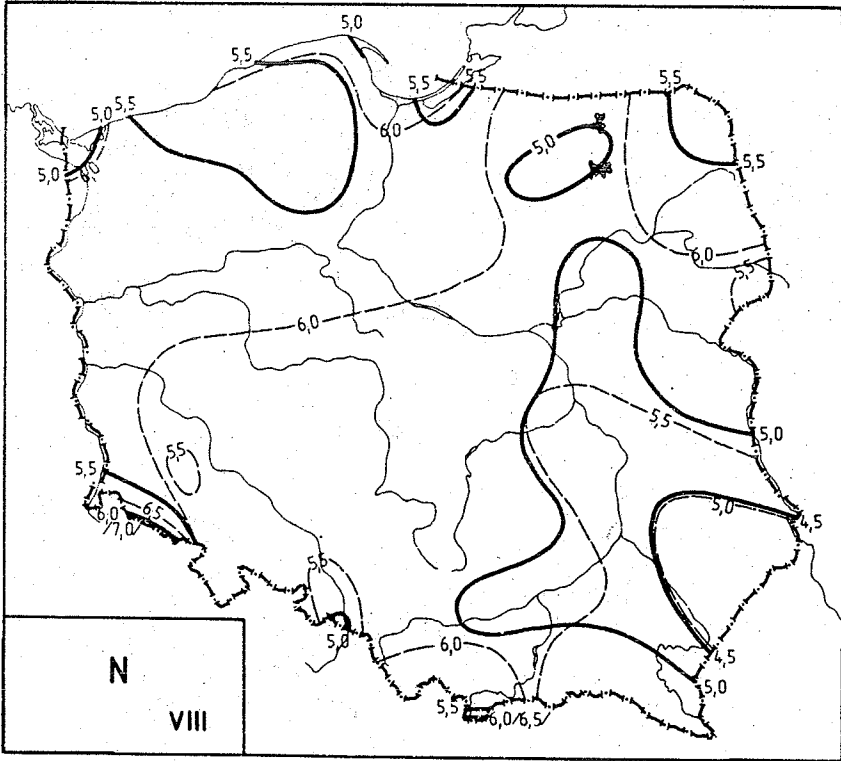
$$N = -0,056 \lambda + 6,60$$

$$N = 0,060 H + 5,41$$

$$N = -0,012 \varphi - 0,057 \lambda + 7,24$$

$$N = 0,082 \varphi - 0,051 \lambda + 0,082 H + 2,04$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,01	0,41	0,61	0,42	0,81
F	0,0	10,0	28,7	5,0	30,2



Ryc. 115. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$N = 0,028 \varphi + 3,79$$

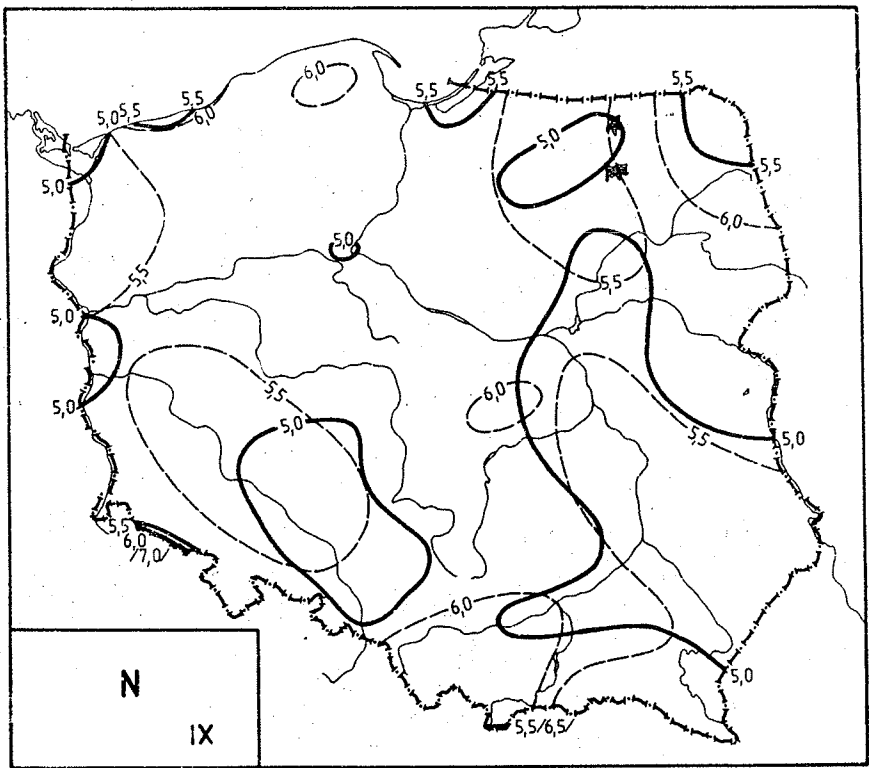
$$N = -0,065 \lambda + 6,44$$

$$N = 0,058 H + 5,09$$

$$N = 0,012 \varphi - 0,063 \lambda + 5,81$$

$$N = 0,111 \varphi - 0,057 \lambda + 0,086 H + 0,33$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,12	0,45	0,55	0,46	0,83
F	0,7	12,7	21,4	6,3	35,8



Ryc. 116. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - wrzesień
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - September

$$N = 0,010 \varphi + 4,62$$

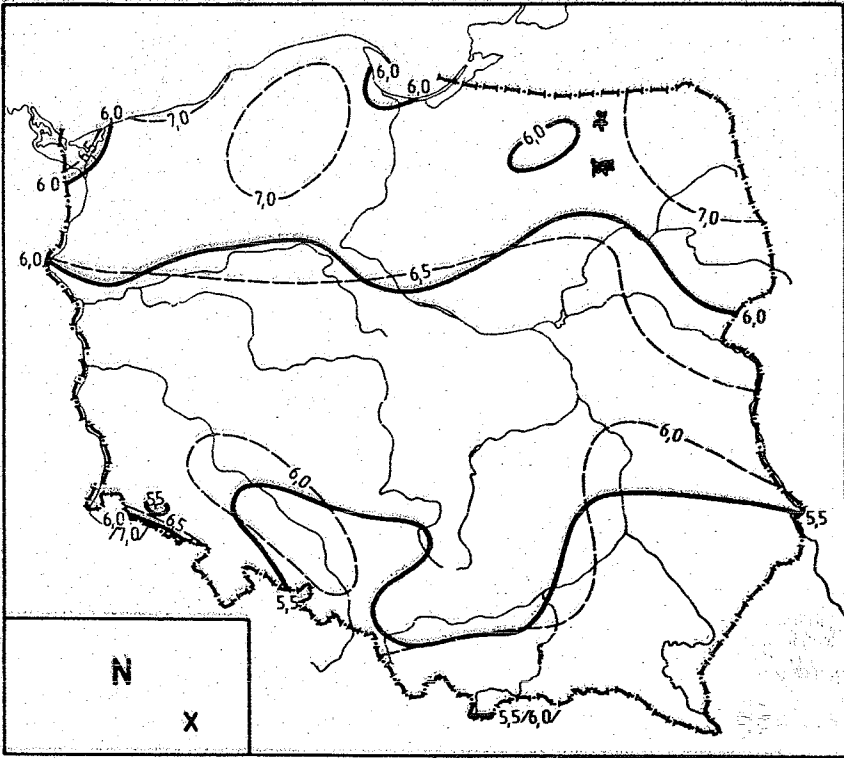
$$N = -0,034 \lambda + 5,80$$

$$N = 0,053 H + 5,04$$

$$N = 0,002 \varphi - 0,034 \lambda + 5,70$$

$$N = 0,089 \varphi - 0,029 \lambda + 0,075 H + 0,89$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,28	0,60	0,28	0,77
F	0,1	4,1	26,9	2,0	22,8



Ryc. 117. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$N = 0,173 \varphi - 3,22$$

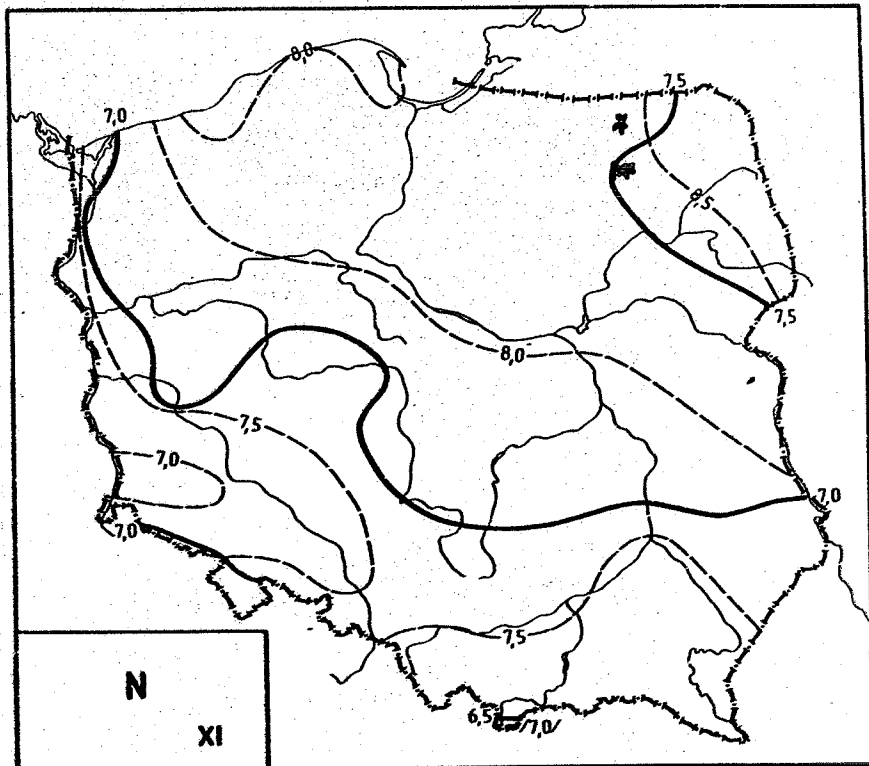
$$N = -0,028 \lambda + 6,32$$

$$N = -0,017 H + 5,85$$

$$N = 0,170 \varphi - 0,011 \lambda - 2,87$$

$$N = 0,210 \varphi - 0,008 \lambda + 0,034 H - 5,06$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,83	0,21	0,18	0,84	0,89
F	111,5	2,3	1,6	56,4	60,5



Ryc. 118. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$N = 0,131 \varphi + 0,20$$

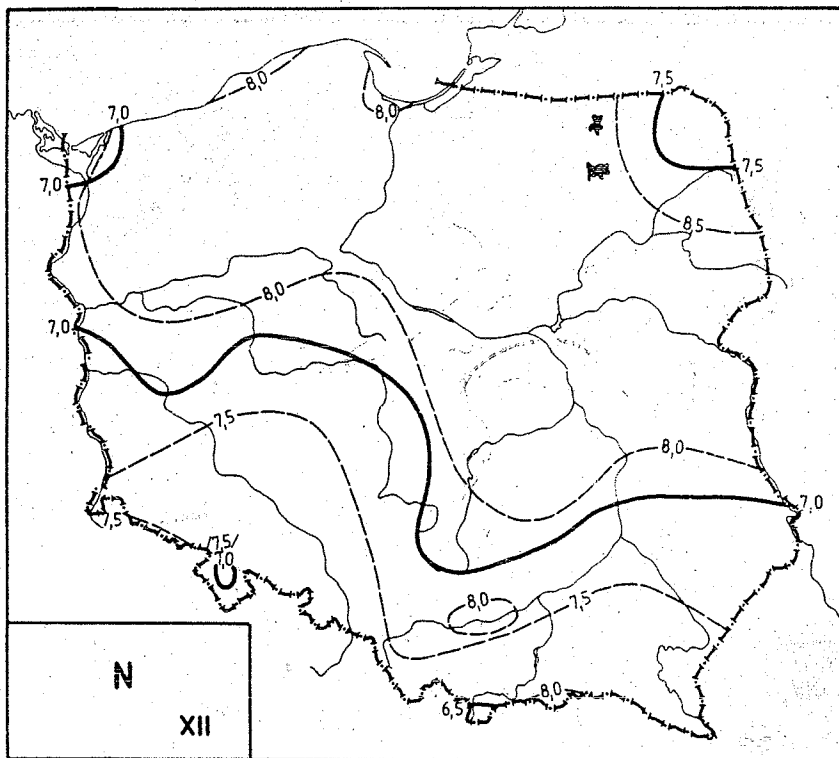
$$N = 0,025 \lambda + 6,55$$

$$N = -0,029 H + 7,08$$

$$N = 0,140 \varphi + 0,039 \lambda - 1,03$$

$$N = 0,147 \varphi + 0,039 \lambda + 0,006 H - 1,39$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,72	0,22	0,35	0,79	0,80
F	52,6	2,4	6,7	40,8	27,0



Ryc. 119. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - grudzień
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - December

$$N = 0,121\varphi + 0,41$$

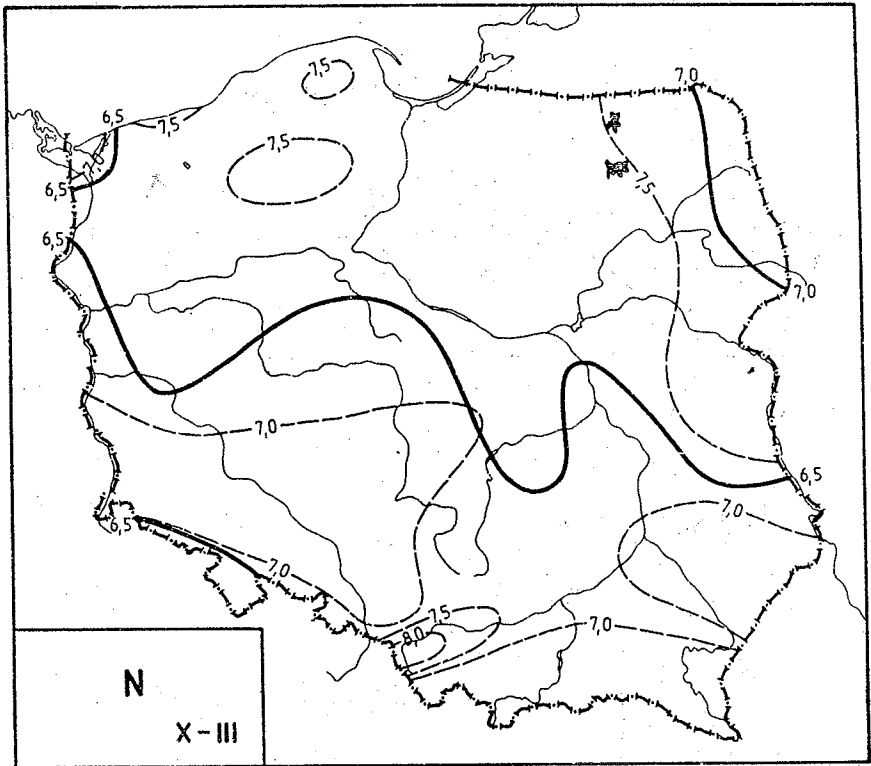
$$K = 0,014\lambda + 6,73$$

$$N = -0,040H + 7,09$$

$$N = 0,133\varphi + 0,028\lambda - 0,48$$

$$N = 0,121\varphi + 0,027\lambda - 0,011H + 0,21$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,76	0,14	0,51	0,80	0,81
F	64,9	0,9	17,3	42,1	29,3



Ryc. 120. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półkrocze
chłodne

Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - cold
half-year

$$N = 0,106 \varphi + 1,11$$

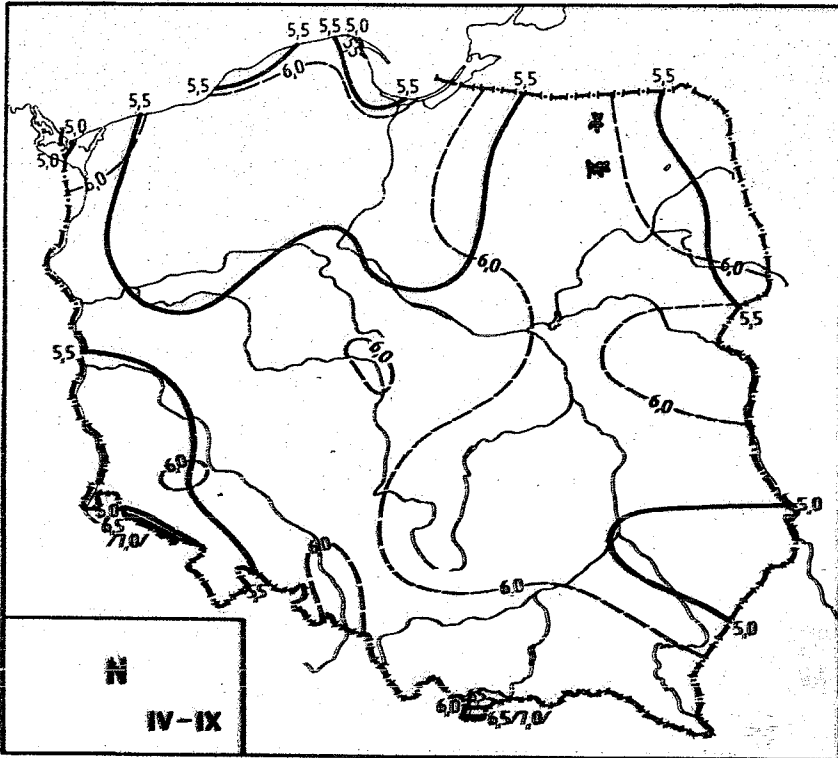
$$N = -0,003 \lambda + 6,58$$

$$N = -0,017 H + 6,57$$

$$N = 0,106 \varphi + 0,008 \lambda + 0,85$$

$$N = 0,120 \varphi + 0,009 \lambda + 0,012 H + 0,91$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,77	0,03	0,27	0,78	0,80
F	73,2	0,0	4,0	37,2	27,2



Ryc. 121. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze ciepłe

Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 - warm half-year

$$N = -0,042 \varphi + 7,66$$

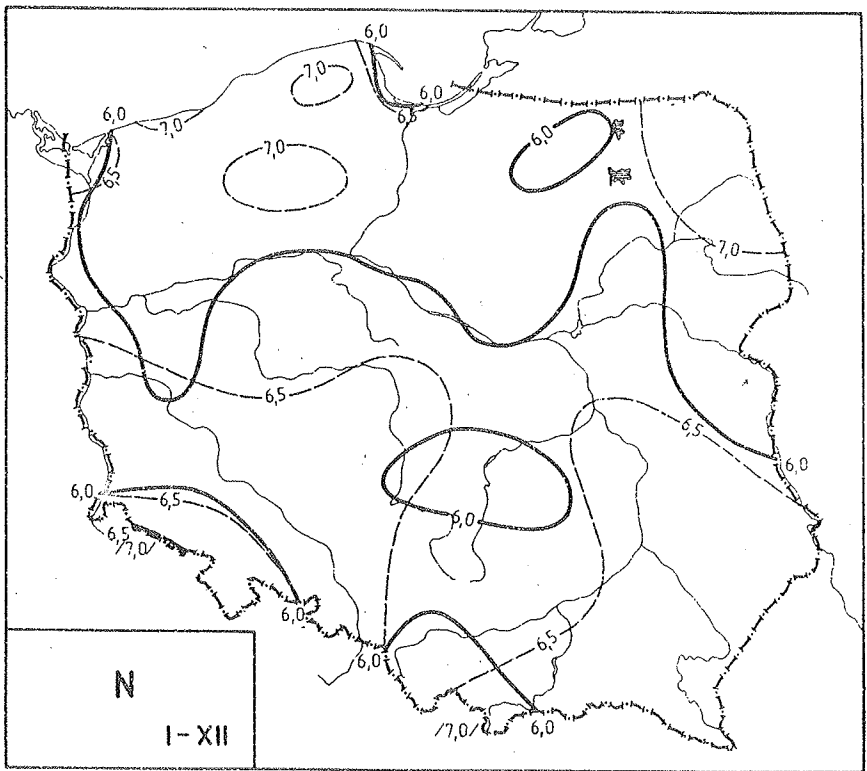
$$N = -0,036 \lambda + 6,74$$

$$N = 0,067 H + 5,31$$

$$N = -0,053 \varphi - 0,041 \lambda + 8,98$$

$$N = 0,037 \varphi - 0,036 \lambda + 0,077 H + 4,05$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,22	0,29	0,74	0,39	0,82
F	2,2	4,5	59,8	4,4	32,5



Ryc. 122. Zachmurzenie w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku
 Cloudiness in the years 1951-1960 and 1951-1980 during
 the year

$$N = 0,027 \varphi + 4,60$$

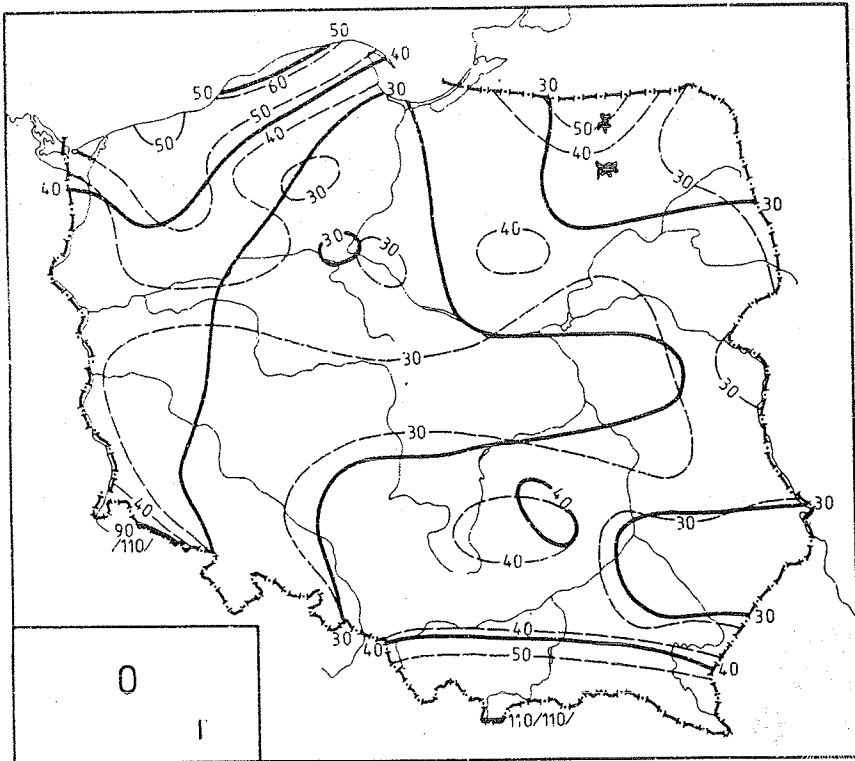
$$N = -0,020 \lambda + 6,36$$

$$N = 0,027 H + 5,93$$

$$N = 0,022 \varphi - 0,017 \lambda + 5,16$$

$$N = 0,075 \varphi - 0,014 \lambda + 0,045 H + 2,28$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,20	0,23	0,43	0,29	0,69
F	2,0	2,8	11,3	2,1	13,8



Ryc. 123. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - January

$$O = -2,16 \varphi + 148,6$$

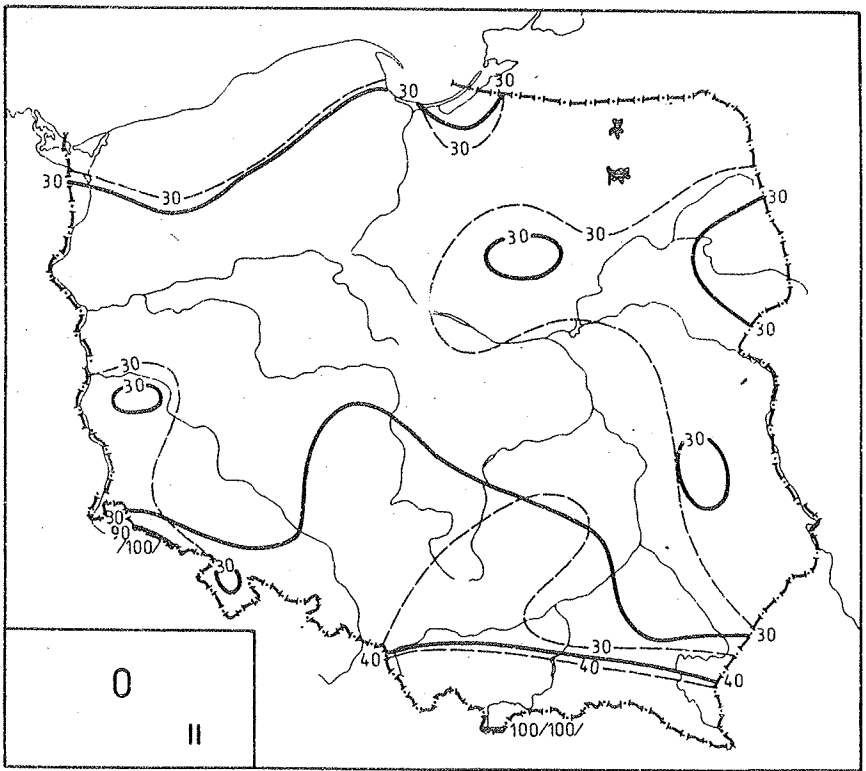
$$O = -1,09 \lambda + 56,6$$

$$O = 3,81 H + 27,8$$

$$O = -2,57 \varphi - 1,41 \lambda + 196,7$$

$$O = 2,59 \varphi - 1,01 \lambda + 4,47 H - 87,4$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,22	0,17	0,86	0,32	0,91
F	2,6	1,5	136,3	2,7	76,4



Ryc. 124. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty
 Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
 1951-1980 - February

$$O = -3,33 \varphi + 206,1$$

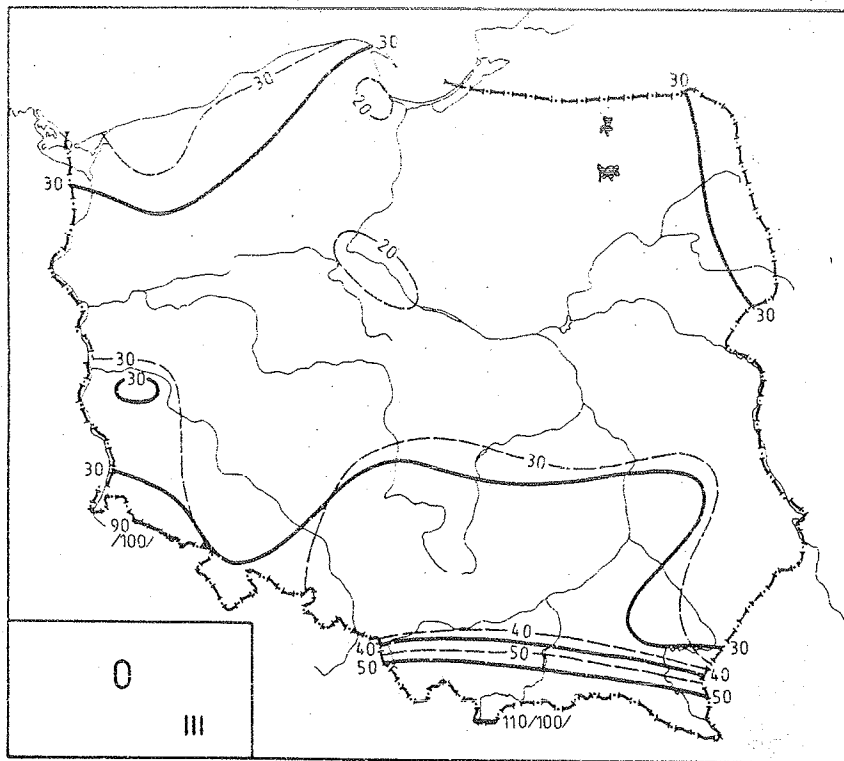
$$O = -0,29 \lambda + 38,1$$

$$O = 3,92 H + 24,1$$

$$O = -3,54 \varphi - 0,73 \lambda + 231,1$$

$$O = 1,39 \varphi - 0,36 \lambda + 4,27 H - 42,4$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,37	0,05	0,94	0,39	0,95
F	7,7	0,12	361,2	4,3	148,6



Ryc. 125. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
marzec

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
1951-1980 - March

$$O = -3,30 \varphi + 205,6$$

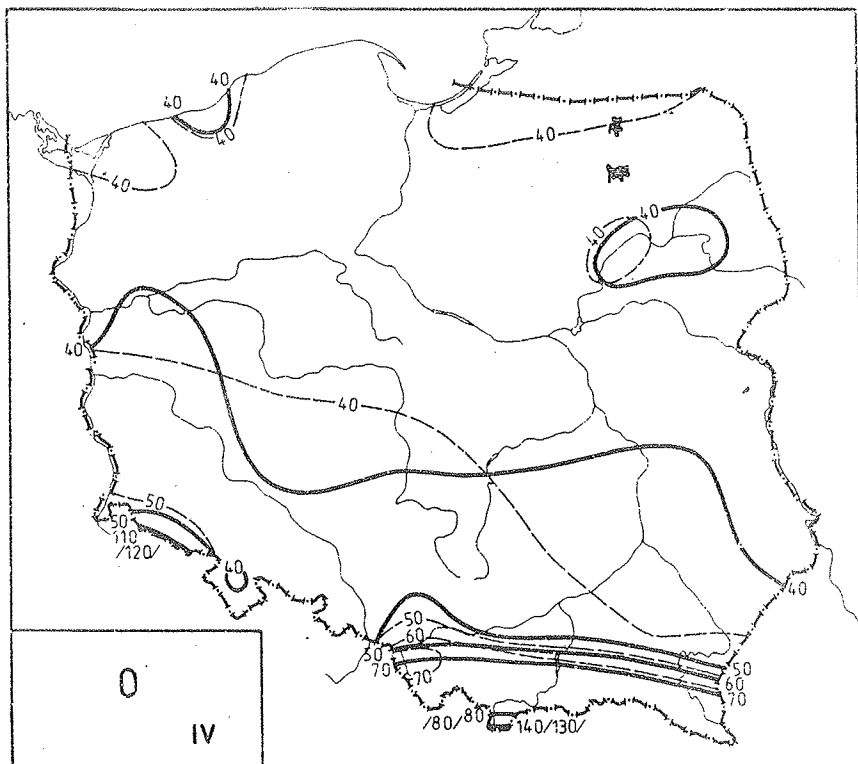
$$O = -2,77 \lambda + 48,2$$

$$O = 4,15 H + 24,6$$

$$O = -3,66 \varphi - 1,23 \lambda + 247,6$$

$$O = 1,61 \varphi - 0,83 \lambda + 4,57 H - 44,9$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
E	0,30	0,11	0,84	0,36	0,66
T	5,2	0,6	116,9	3,5	45,0



Ryc. 126. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
kwiecień

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
1951-1980 - April

$$O = -6,04 \varphi + 359,5$$

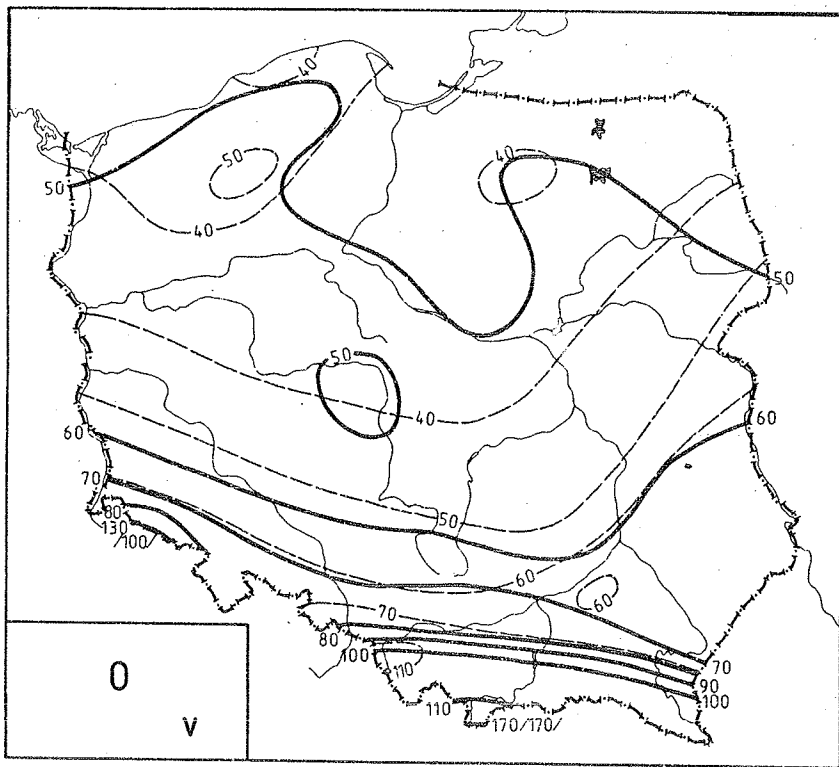
$$O = -0,26 \lambda + 49,6$$

$$O = 5,35 H + 33,1$$

$$O = -6,35 \varphi - 1,05 \lambda + 395,3$$

$$O = -0,21 \varphi - 0,58 \lambda + 5,32 H + 54,9$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,51	0,03	0,98	0,53	0,98
F	17,2	0,0	932,8	9,2	336,9



Ryc. 127. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj
 Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
 1951-1980 - May

$$O = -10,46 \varphi + 607,3$$

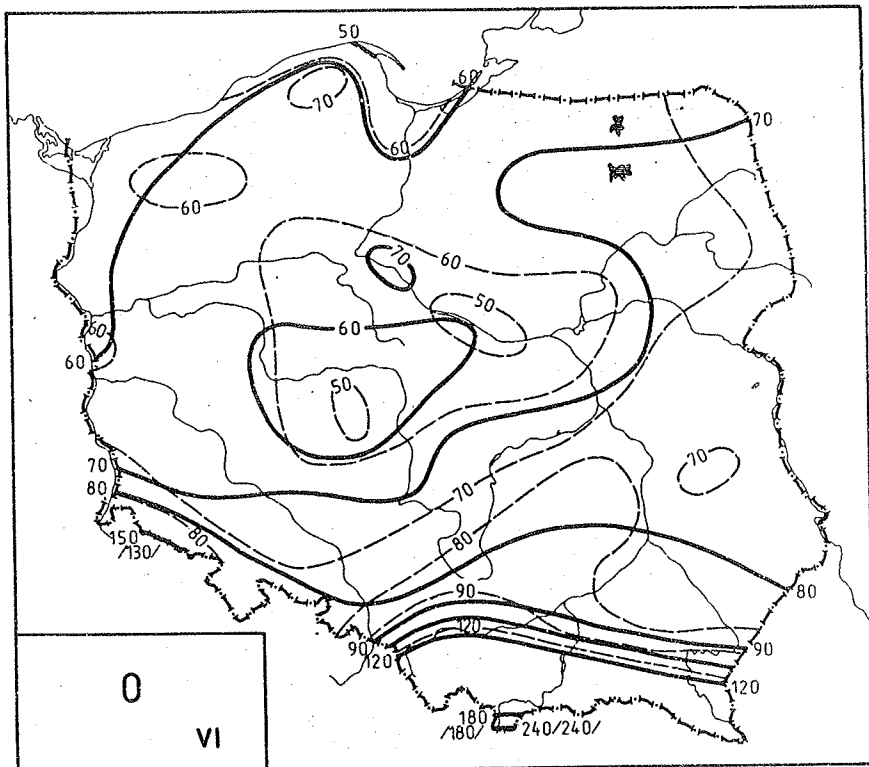
$$O = 0,30 \lambda + 56,4$$

$$O = 6,27 H + 48,3$$

$$O = -10,77 \varphi - 1,05 \lambda + 643,1$$

$$O = -4,87 \varphi - 0,60 \lambda + 5,11 H + 316,2$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,72	0,03	0,92	0,72	0,97
F	51,4	0,0	290,3	26,4	218,9



Ryc. 128. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
 czerwiec
 Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
 1951-1980 - June

$$O = -12,93 \varphi + 752,2$$

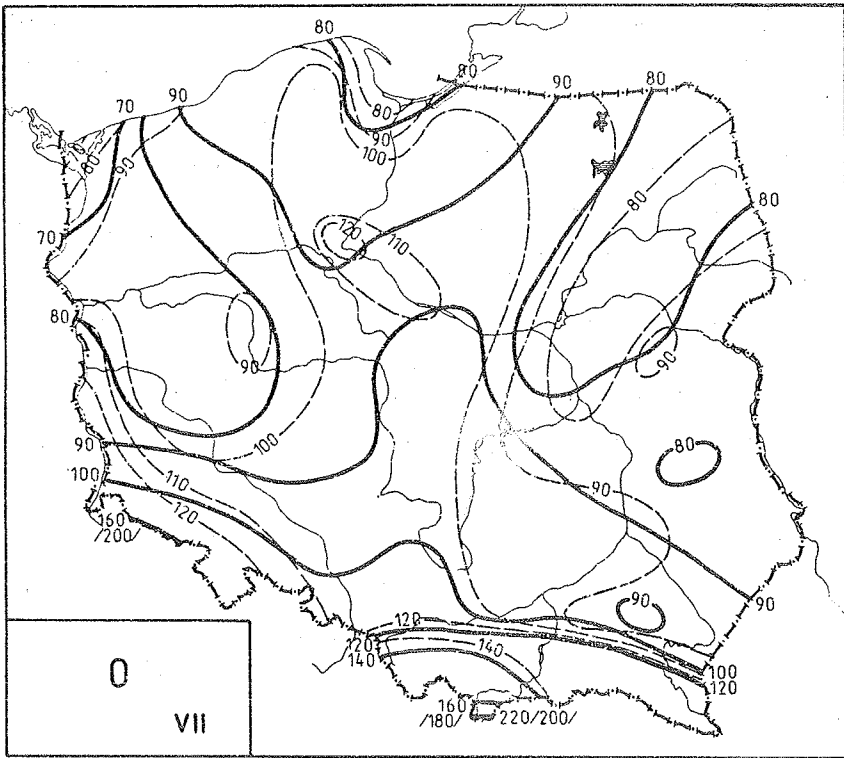
$$O = 2,21 \lambda + 36,6$$

$$O = 8,74 H + 59,3$$

$$O = -12,75 \varphi + 0,62 \lambda + 731,0$$

$$O = -3,74 \varphi + 1,30 \lambda + 7,80 H + 231,6$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,62	0,16	0,92	0,63	0,94
F	32,0	1,4	257,5	15,8	114,4



Ryc. 129. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - July

$$O = -9,24 \varphi + 576,3$$

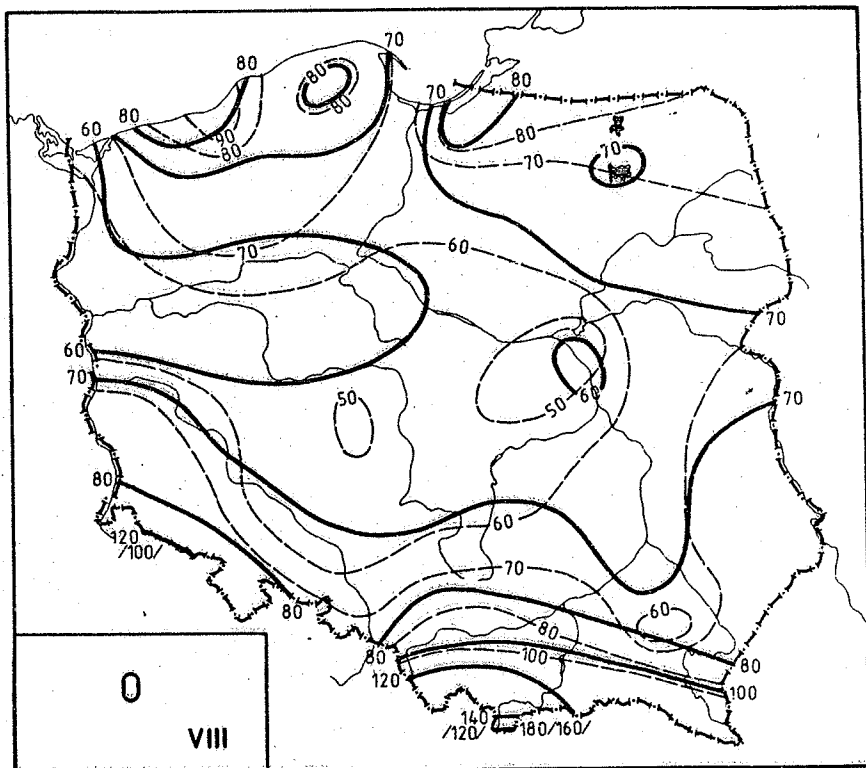
$$O = 0,16 \lambda + 91,8$$

$$O = 7,05 H + 79,4$$

$$O = -9,54 \varphi - 1,03 \lambda + 611,5$$

$$O = -1,91 \varphi - 0,45 \lambda + 6,60 H + 188,7$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,55	0,02	0,91	0,56	0,92
F	21,5	0,0	234,1	11,0	80,2



Ryc. 130. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - August

$$O = - 6,37 \varphi + 408,7$$

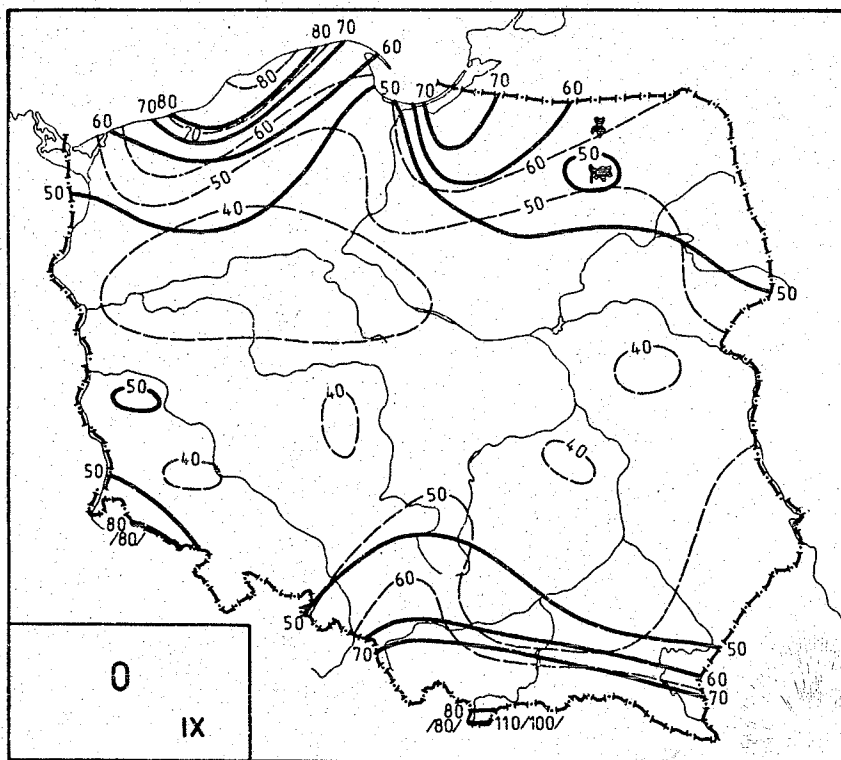
$$O = 0,62 \lambda + 65,2$$

$$O = 5,67 H + 64,6$$

$$O = - 6,42 \varphi - 0,18 \lambda + 414,8$$

$$O = 0,16 \varphi + 0,32 \lambda + 5,70 H + 49,9$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,46	0,07	0,88	0,46	0,88
F	13,1	0,2	171,3	6,4	55,2



Ryc. 131. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - wrzesień

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - September

$$O = -0,66 \varphi + 88,7$$

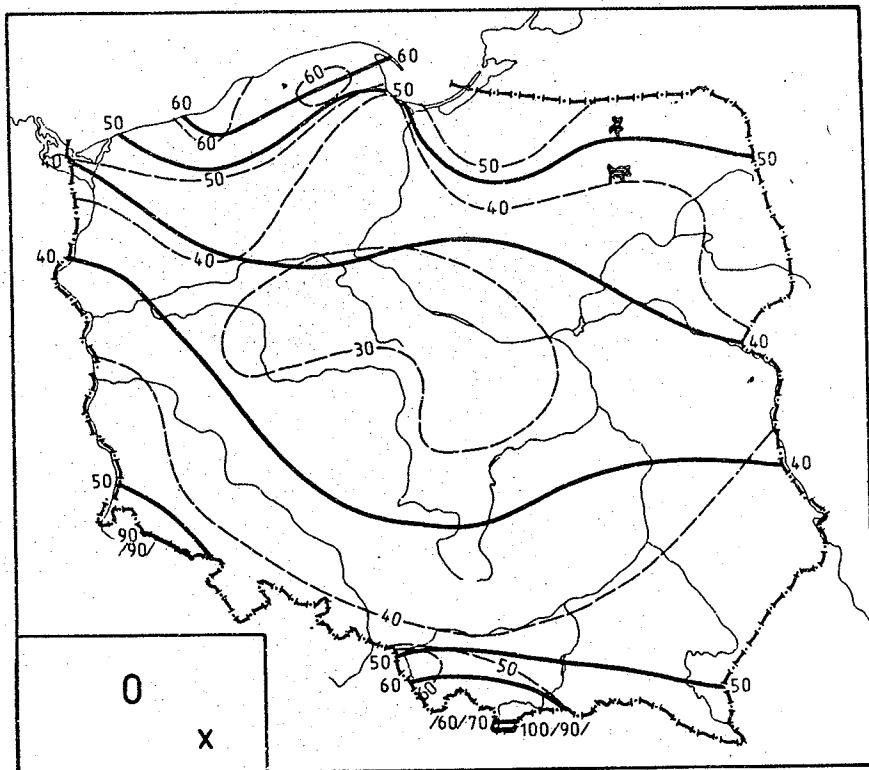
$$O = -0,45 \lambda + 63,0$$

$$O = 2,77 H + 48,4$$

$$O = -0,82 \varphi - 0,55 \lambda + 107,7$$

$$O = 3,52 \varphi - 0,24 \lambda + 3,59 H - 121,9$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,07	0,08	0,68	0,12	0,75
F	0,3	0,3	71,4	0,4	20,6



Ryc. 132. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik
 Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$O = -0,73 \varphi + 86,4$$

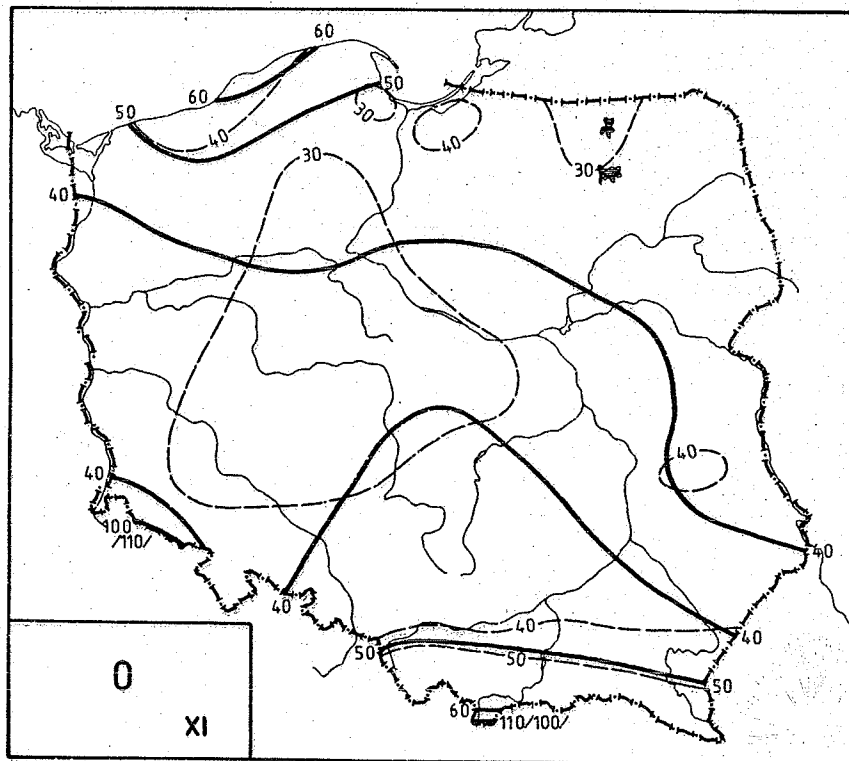
$$O = -0,47 \lambda + 57,1$$

$$O = 2,89 H + 42,0$$

$$O = -0,90 \varphi - 0,58 \lambda + 106,3$$

$$O = 3,40 \varphi - 0,26 \lambda + 3,72 H - 132,2$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,09	0,09	0,77	0,14	0,85
F	0,4	0,4	71,4	0,5	42,3



Ryc. 133. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - listopad

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - November

$$O = -1,47 \varphi + 122,1$$

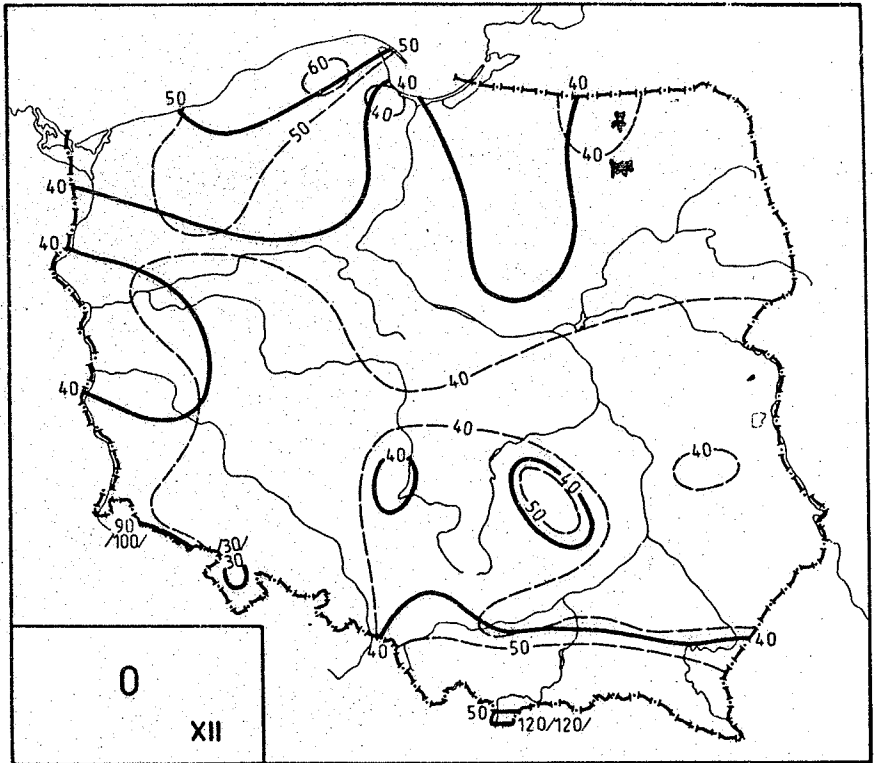
$$O = -0,51 \lambda + 55,0$$

$$O = 3,60 H + 37,6$$

$$O = -1,68 \varphi - 0,72 \lambda + 146,3$$

$$O = 3,46 \varphi - 0,33 \lambda + 4,45 H - 138,6$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,16	0,09	0,87	0,20	0,93
F	1,4	0,4	146,4	1,0	102,6



Ryc. 134. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
 grudzień
 Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
 1951-1980 - December

$$O = -1,20 \varphi + 105,3$$

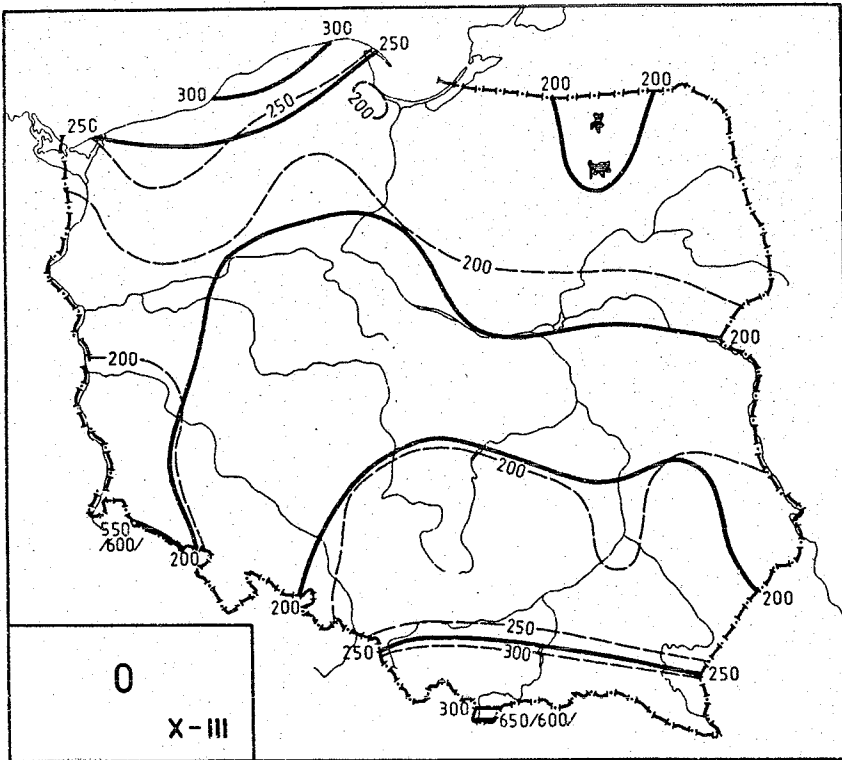
$$O = -0,86 \lambda + 59,1$$

$$O = 3,74 H + 34,6$$

$$O = -1,51 \varphi - 1,05 \lambda + 141,3$$

$$O = 3,93 \varphi - 0,64 \lambda + 4,71 H - 160,4$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,12	0,14	0,84	0,21	0,92
F	0,8	0,9	112,1	1,1	82,4



Ryc. 135. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze chłodne

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 - cold half-year

$$O = -13,15 \varphi + 923,1$$

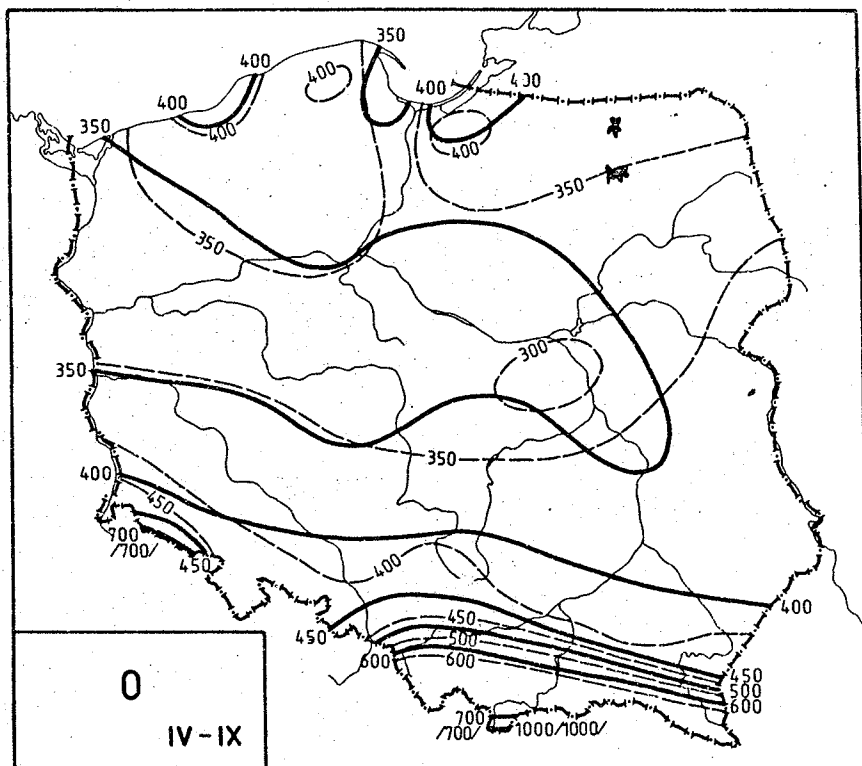
$$O = -3,86 \lambda + 311,0$$

$$O = 22,27 H + 189,4$$

$$O = -14,83 \varphi - 5,72 \lambda + 1118,6$$

$$O = 15,31 \varphi - 3,43 \lambda + 26,09 H - 552,0$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,25	0,11	0,90	0,23	0,94
S	3,2	0,6	209,5	2,7	125,1



Ryc. 136. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
półkrocze ciepłe
Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and
1951-1980 - warm half-year

$$O = -45,63 \varphi + 2789,6$$

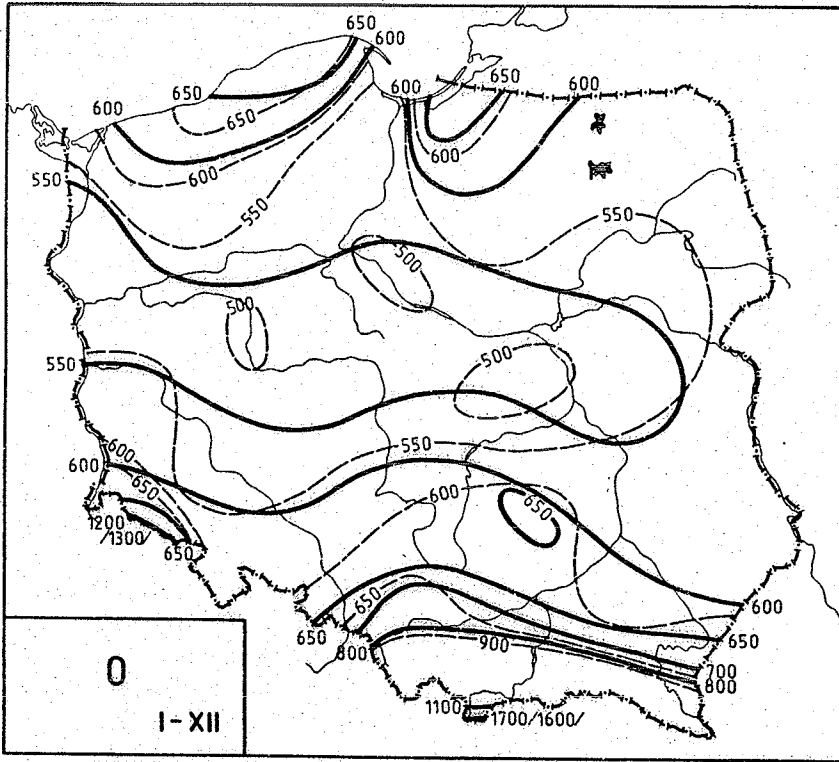
$$O = 2,51 \lambda + 364,0$$

$$O = 35,86 H + 333,1$$

$$O = -46,60 \varphi - 3,30 \lambda + 2902,6$$

$$O = -7,19 \varphi - 0,31 \lambda + 34,12 H + 717,4$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,55	0,05	0,94	0,56	0,94
F	21,6	0,1	361,2	10,8	121,7



Ryc. 137. Opad atmosferyczny w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku

Atmospheric precipitation in the years 1951-1960 and 1951-1980 during the year

$$O = -57,46 \varphi + 3647,2$$

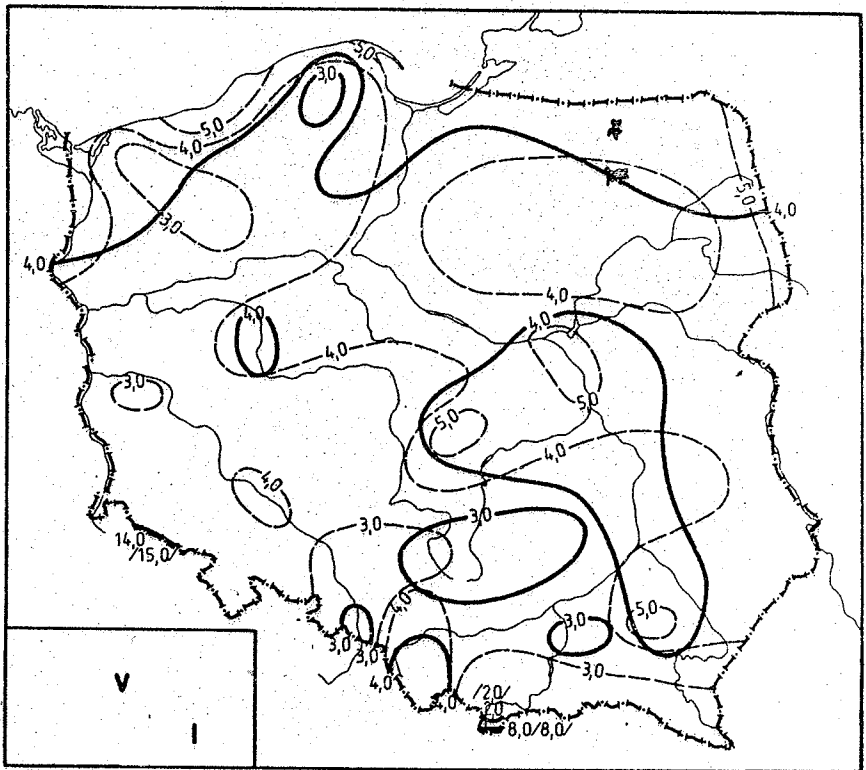
$$O = -1,41 \lambda + 679,5$$

$$O = 57,71 H + 526,9$$

$$O = -60,07 \varphi - 8,90 \lambda + 3951,7$$

$$O = 9,52 \varphi - 3,64 \lambda + 60,07 H + 104,8$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,44	0,02	0,95	0,45	0,95
F	11,6	0,0	426,9	6,1	146,7



Ryc. 138. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - styczeń
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 January

$$V = -0,019 \varphi + 5,01$$

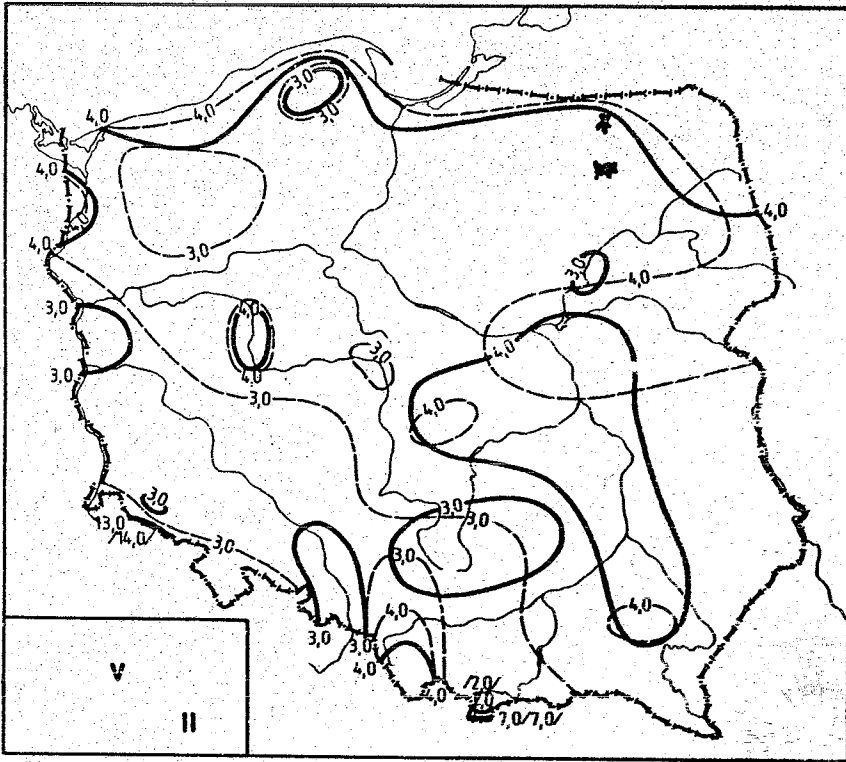
$$V = -0,070 \lambda + 5,33$$

$$V = 0,339 H + 3,26$$

$$V = -0,046 \varphi - 0,077 \lambda + 7,85$$

$$V = 0,492 \varphi - 0,030 \lambda + 0,456 H - 22,36$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,02	0,10	0,66	0,10	0,76
F	0,0	0,4	36,3	0,3	20,9



Ryc. 139. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - luty
Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
February

$$V = -0,028 \varphi + 5,32$$

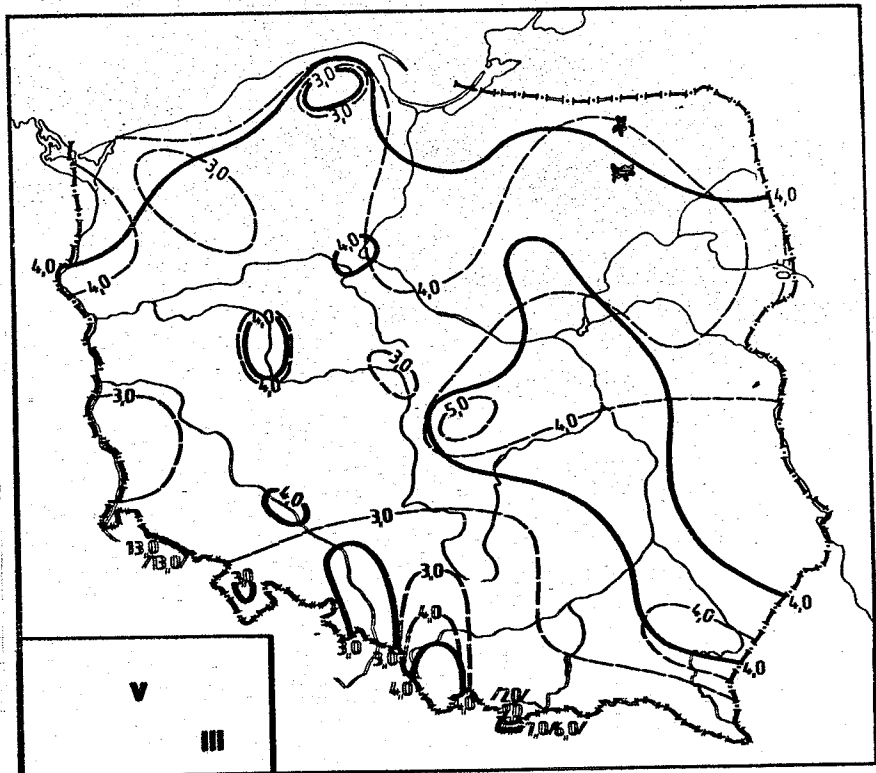
$$V = -0,052 \lambda + 4,83$$

$$V = 0,320 H + 3,15$$

$$V = -0,049 \varphi - 0,060 \lambda + 7,52$$

$$V = 0,455 \varphi - 0,015 \lambda + 0,428 H - 20,52$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,03	0,08	0,66	0,09	0,76
F	0,0	0,4	36,9	0,2	20,6



Ryc. 140. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - marzec
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 March

$$V = -0,006 \varphi + 4,36$$

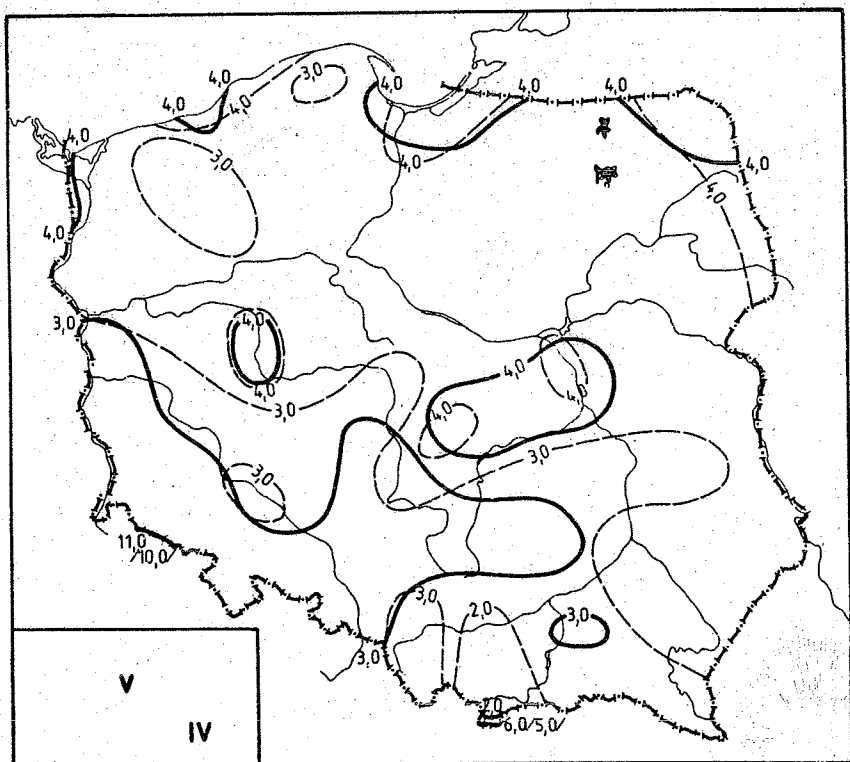
$$V = -0,065 \lambda + 5,25$$

$$V = 0,279 H + 3,41$$

$$V = -0,031 \varphi - 0,070 \lambda + 6,94$$

$$V = 0,414 \varphi - 0,031 \lambda + 0,378 H - 17,81$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,01	0,10	0,62	0,11	0,72
F	0,0	0,5	29,7	0,3	16,8



Ryc. 141. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
kwiecień

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
April

$$V = 0,038 \varphi + 1,58$$

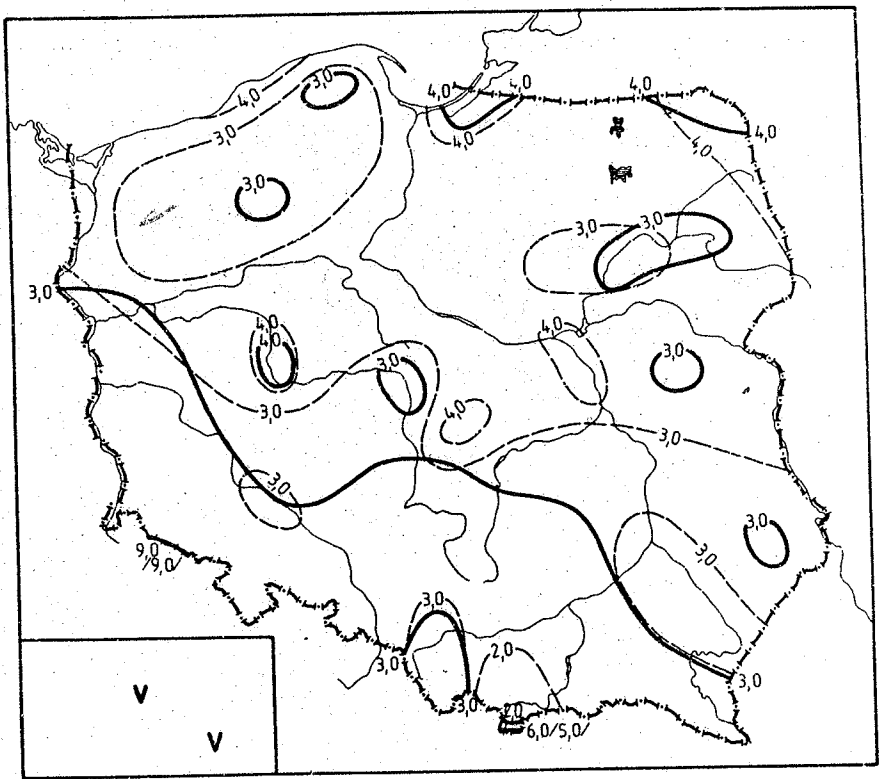
$$V = -0,056 \lambda + 4,59$$

$$V = 0,223 H + 3,05$$

$$V = 0,019 \varphi - 0,053 \lambda + 3,53$$

$$V = 0,393 \varphi - 0,020 \lambda + 0,317 H - 17,24$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,10	0,60	0,11	0,74
F	0,1	0,5	27,2	0,3	18,0



Ryc. 142. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - maj
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - May

$$V = 0,073 \varphi - 0,56$$

$$V = -0,064 \lambda + 4,45$$

$$V = 0,184 H + 2,84$$

$$V = 0,054 \varphi - 0,056 \lambda + 1,51$$

$$V = 0,378 \varphi - 0,028 \lambda + 0,275 H - 16,51$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,10	0,14	0,58	0,16	0,75
F	0,5	1,0	24,4	0,6	20,1

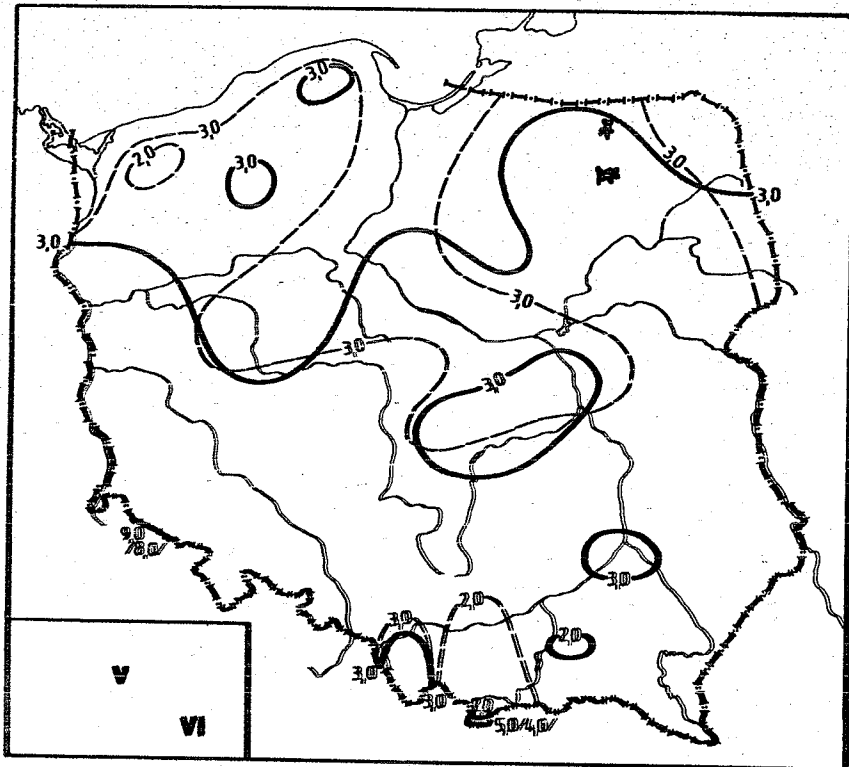


Fig. 143. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 -
czerwiec

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
June

$$V = 0,067 \varphi - 0,46$$

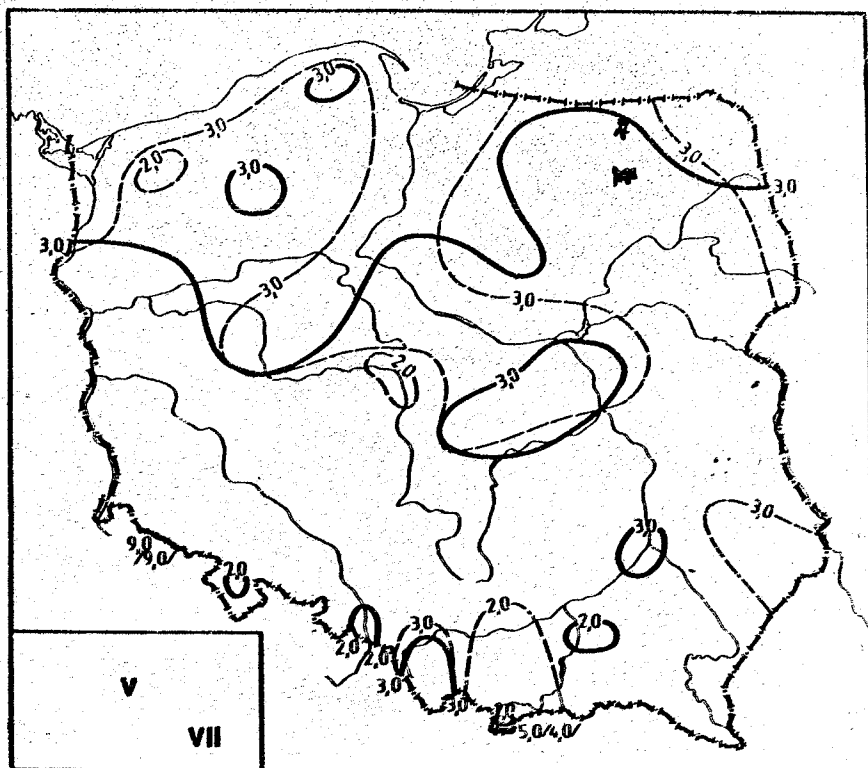
$$V = -0,074 \lambda + 4,40$$

$$V = 0,175 H + 2,62$$

$$V = 0,043 \varphi - 0,067 \lambda + 2,03$$

$$V = 0,343 \varphi - 0,041 \lambda + 0,250 H - 14,91$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
\bar{V}	0,10	0,17	0,58	0,18	0,75
σ	0,5	1,4	23,8	0,8	19,4



Ryc. 144. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - lipiec
Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -

July

$$V = 0,064 \varphi - 0,40$$

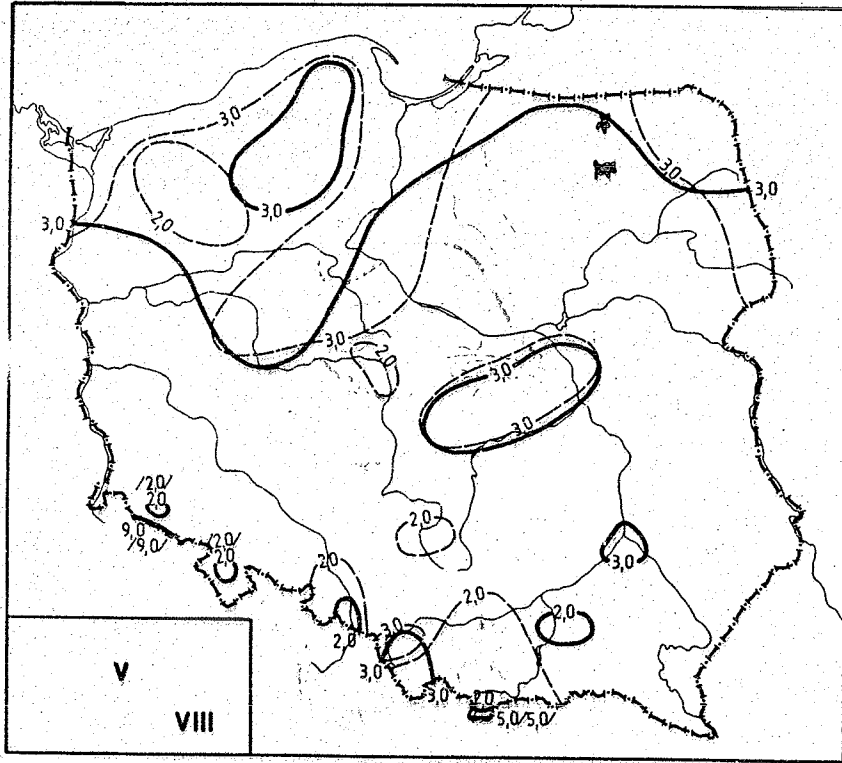
$$V = -0,087 \lambda + 4,60$$

$$V = 0,195 H + 2,53$$

$$V = 0,036 \varphi - 0,082 \lambda + 2,62$$

$$V = 0,372 \varphi - 0,052 \lambda + 0,286 H - 16,07$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,09	0,18	0,58	0,19	0,75
F	0,4	0,7	24,9	0,9	19,9



Ryc. 145. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - sierpień
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 August

$$V = 0,068 \varphi - 0,72$$

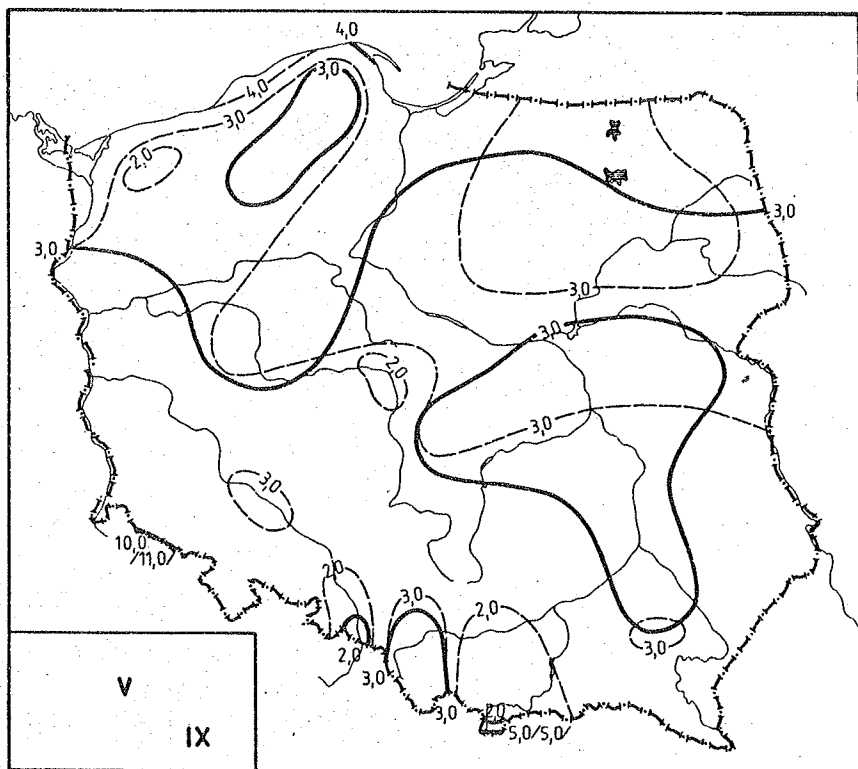
$$V = -0,074 \lambda + 4,21$$

$$V = 0,190 H + 2,39$$

$$V = 0,044 \varphi - 0,068 \lambda + 1,78$$

$$V = 0,374 \varphi - 0,039 \lambda + 0,280 H - 16,53$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,10	0,16	0,59	0,17	0,75
F	0,4	1,3	25,1	0,7	20,3



Ryc. 146. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - wrzesień
Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
September

$$V = 0,052 \varphi + 0,36$$

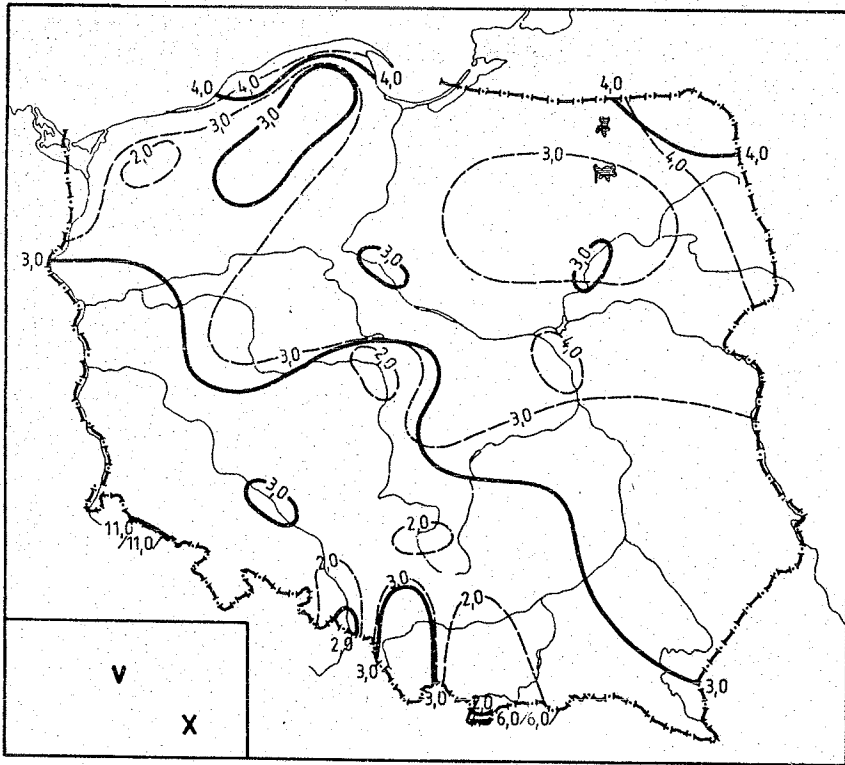
$$V = -0,081 \lambda + 4,60$$

$$V = 0,233 H + 2,56$$

$$V = 0,025 \varphi - 0,079 \lambda + 3,22$$

$$V = 0,418 \varphi - 0,043 \lambda + 0,333 H - 18,60$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,06	0,15	0,61	0,15	0,76
F	0,2	1,1	28,3	0,6	20,6



Ryc. 147. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - październik

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - October

$$V = 0,043\varphi + 1,09$$

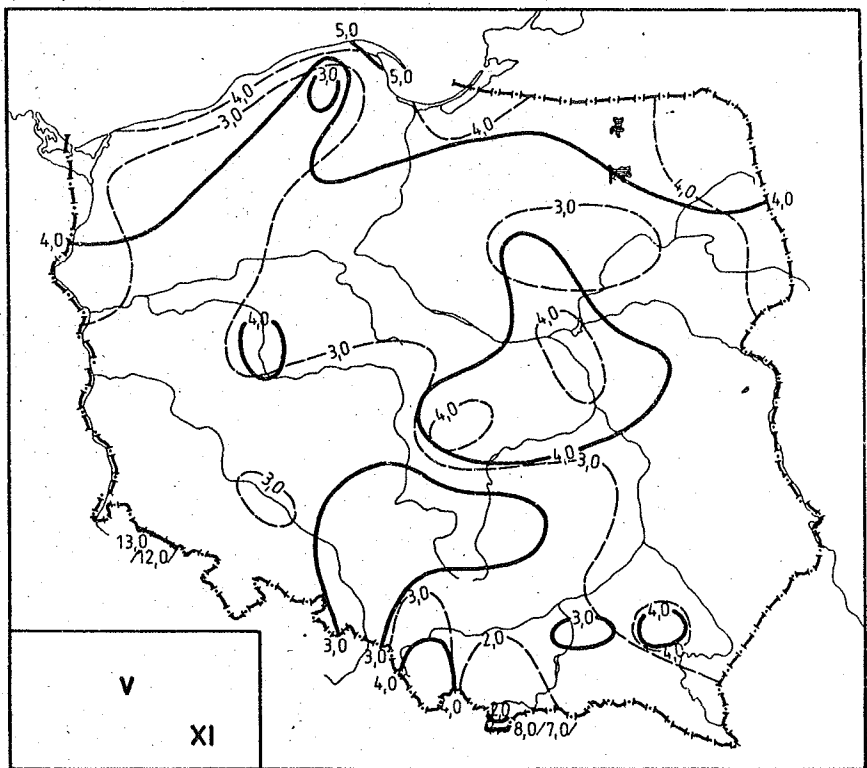
$$V = -0,061\lambda + 4,47$$

$$V = 0,268 H + 2,72$$

$$V = 0,023\varphi - 0,058\lambda + 3,23$$

$$V = 0,471\varphi - 0,019\lambda + 0,381 H - 21,68$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,05	0,10	0,64	0,11	0,78
F	0,1	0,5	33,8	0,3	24,3



Ryc. 148. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 -- listopad

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 --
November

$$V = 0,032 \varphi + 2,33$$

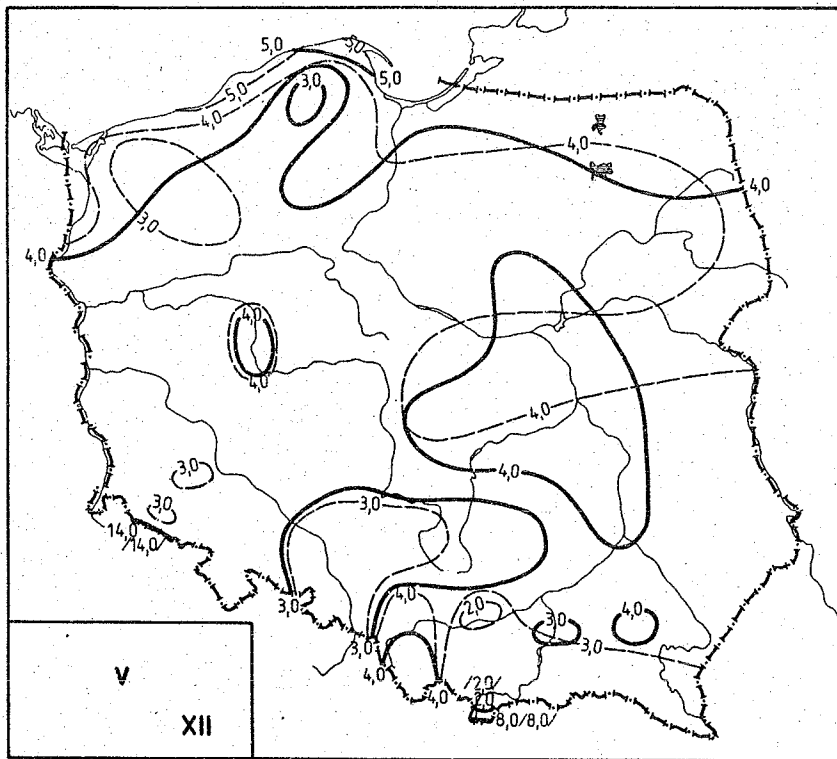
$$V = -0,065 \lambda + 5,20$$

$$V = 0,320 H + 3,27$$

$$V = 0,009 \varphi - 0,064 \lambda + 4,68$$

$$V = 0,537 \varphi - 0,017 \lambda + 0,448 H - 24,66$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,03	0,09	0,65	0,09	0,78
F	0,0	0,4	35,1	0,2	23,8



Ryc. 149. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - grudzień
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
 December

$$V = 0,005 \varphi + 3,74$$

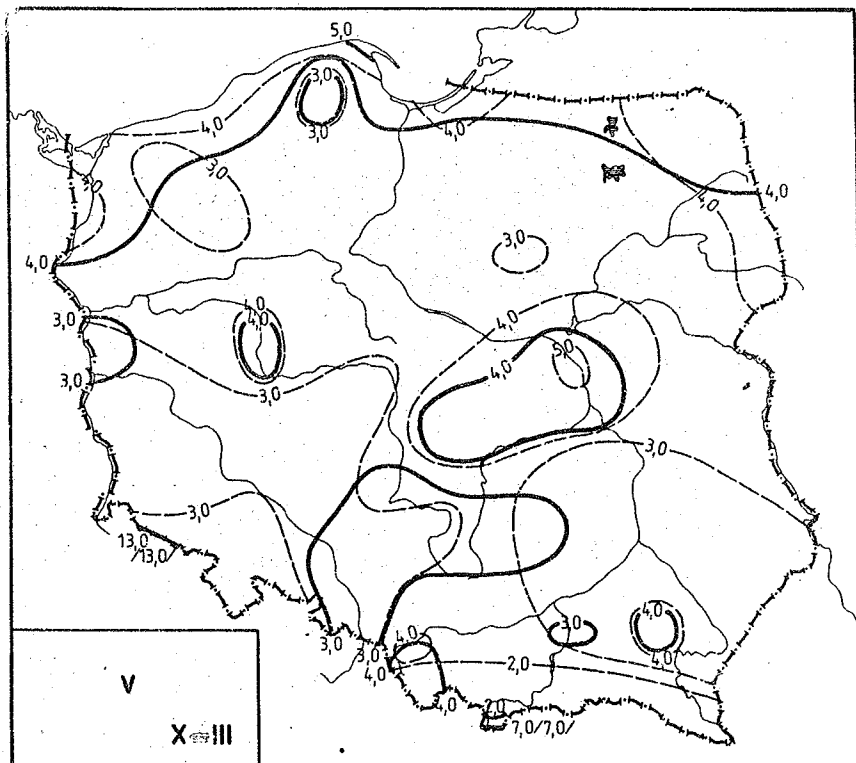
$$V = -0,084 \lambda + 5,56$$

$$V = 0,340 H + 3,25$$

$$V = -0,025 \varphi - 0,087 \lambda + 6,95$$

$$V = 0,523 \varphi - 0,039 \lambda + 0,465 H - 23,51$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,00	0,11	0,65	0,11	0,77
F	0,0	0,6	35,2	0,3	21,8



Ryc. 150. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półrocze chłodne

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 - cold half-year

$$V = 0,005 \varphi + 3,60$$

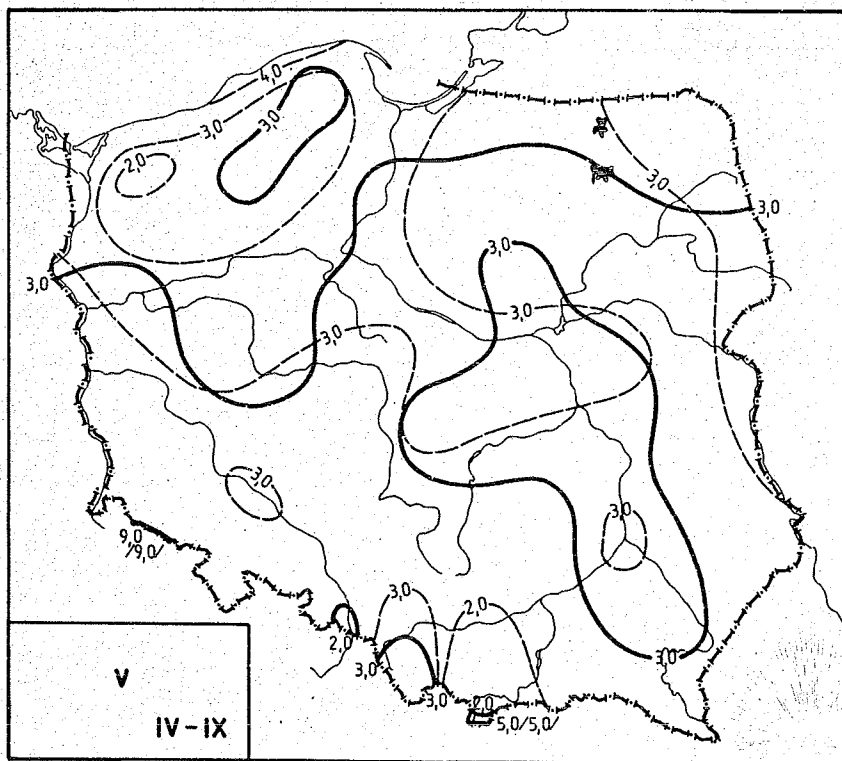
$$V = -0,067 \lambda + 5,13$$

$$V = 0,309 H + 3,19$$

$$V = -0,019 \varphi - 0,070 \lambda + 6,20$$

$$V = 0,480 \varphi - 0,027 \lambda + 0,424 H - 21,54$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,00	0,10	0,65	0,10	0,76
F	0,0	0,5	34,7	0,2	21,3



Ryc. 151. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 - półkro-
oze ciepłe

Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980 -
warm half-year

$$V = 0,058 \varphi + 0,13$$

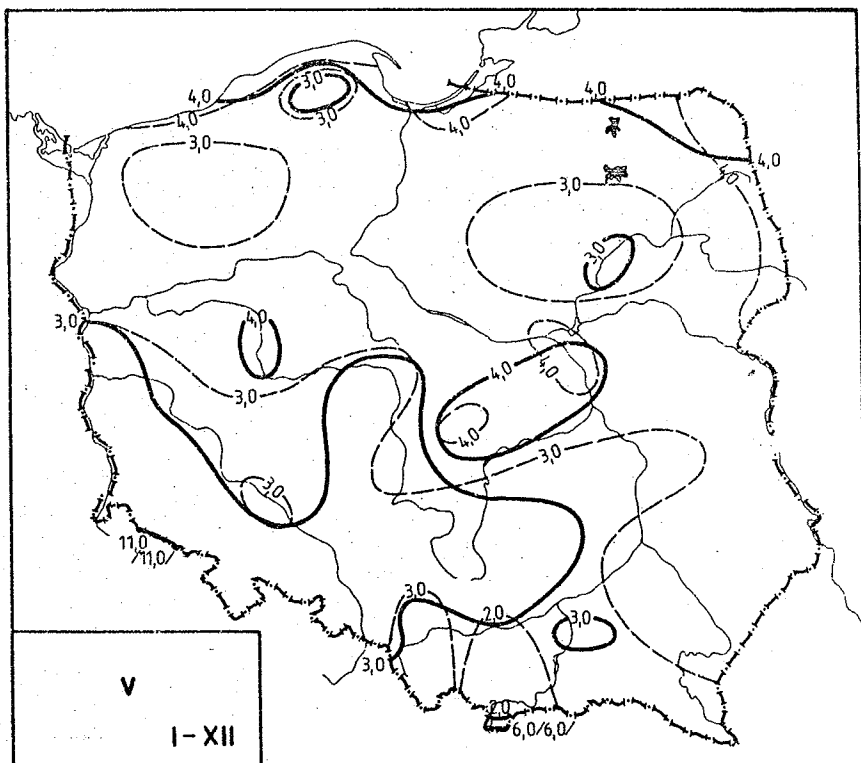
$$V = -0,069 \lambda + 4,42$$

$$V = 0,201 H + 2,68$$

$$V = 0,035 \varphi - 0,64 \lambda + 2,48$$

$$V = 0,380 \varphi - 0,034 \lambda + 0,292 H - 16,65$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,08	0,14	0,60	0,15	0,75
F	0,3	1,0	26,3	0,5	19,9



Ryc. 152. Prędkość wiatru w latach 1951-1960 i 1951-1980 w roku
 Wind velocity in the years 1951-1960 and 1951-1980
 during the year

$$V = 0,036 \varphi + 1,59$$

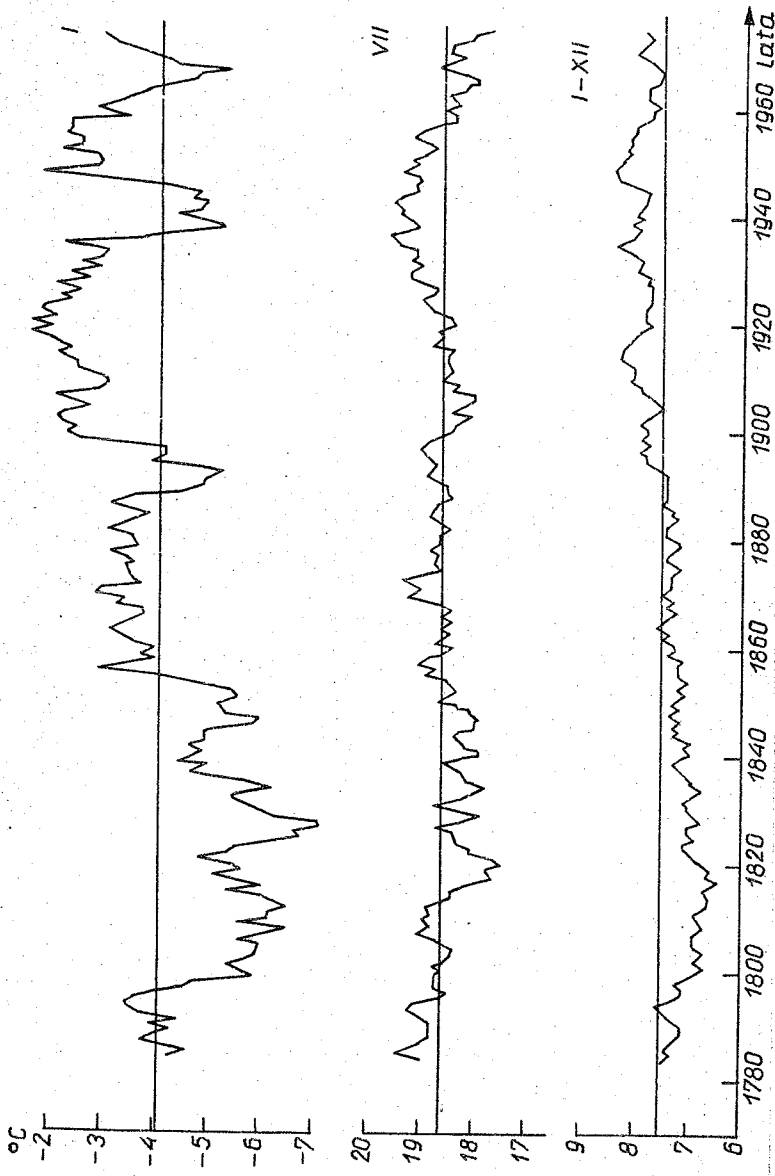
$$V = -0,067 \lambda + 4,74$$

$$V = 0,253 H + 2,93$$

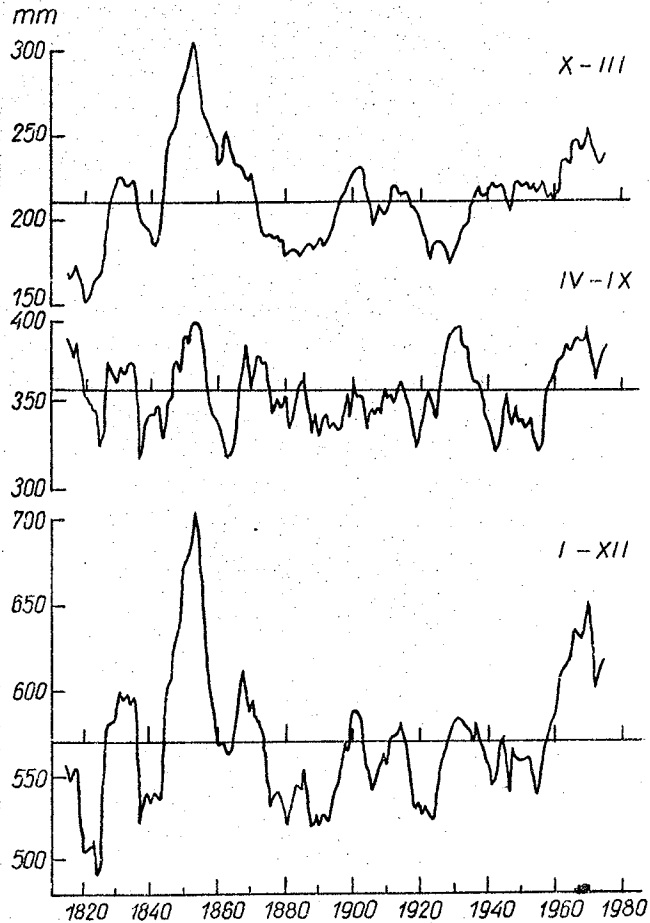
$$V = 0,014 \varphi - 0,065 \lambda + 3,99$$

$$V = 0,435 \varphi - 0,028 \lambda + 0,357 H - 19,40$$

	φ	λ	H	φ, λ	φ, λ, H
R	0,04	0,12	0,62	0,12	0,76
F	0,1	0,6	30,3	0,3	20,4



Ryc. 153. Trend wiekowy temperatury powietrza w latach 1779-1980 w Warszawie /średnie 10-letnie, konsekutywne/
 Air temperature time trend in years 1779-1980 in Warsaw /consecutive mean values for ten year periods/



Ryc. 154. Trend wiekowy sum opadów atmosferycznych w latach 1813-1980 w Warszawie /średnie 10-letnie konsekwtywne/

Totals of precipitation time trend in years 1813-1980 in Warsaw /consecutive mean values for ten year periods/

IV. GEOGRAFICZNE GRADIENTY PÓL ZMIENNYCH METEOROLOGICZNYCH W POLSCE I INNYCH SZEROKOŚCIACH PÓLKULI PÓŁNOCNEJ

W rozdziale określono zakres oddziaływania poszczególnych czynników geograficznych na pola zmiennych meteorologicznych. W tym celu zbadano zależność 24 zmiennych od szerokości i długości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza.

Miarami oddziaływania tych najważniejszych czynników na pola zmiennych meteorologicznych są gradienty południkowe, równoleżnikowe i hipsometryczne opisane równaniami prostych i hiperpłaszczyzn regresji. Wyznaczono je dla całego obszaru Polski na podstawie danych z 60 stacji meteorologicznych w dwóch przedziałach czasu: dziesięcioleciu 1951-1960 i trzydziestoleciu 1951-1980.

1. Sinusoidy roczne gradientów południkowych, równoleżnikowych i hipsometrycznych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1960 i 1951-1980

Zmiany gradientów południkowych $/a_1, A_1/$, równoleżnikowych $/a_2, A_2/$ i hipsometrycznych $/a_3, A_3/$ pól temperatury, wilgotności powietrza, zachmurzenia, opadów atmosferycznych, ciśnienia i prędkości wiatru opisują równania sinusoid /tabl. 9-20 / i ich wykresy /ryc. 155-186/

Istnieje duże podobieństwo przebiegów rocznych gradientów horyzontalnych i hipsometrycznych, wynikające z podobnego oddziaływania powierzchni czynnej na pola poszczególnych zmiennych meteorologicznych.

Sinusoidy wskazują, że wpływ środowiska naturalnego na stan atmosfery zależy od pory roku. Na ogół jest on większy w półro-

Roczne sinusoidy gradientów południkowych $\frac{dy}{d\varphi}$ zmiennych meteorologicznych wg równań prostych regresji
 Annual sine curves of longitudinal gradients $\frac{dy}{d\varphi}$ of meteorological variables by simple equations of regression

y	$A_1 = \frac{dy}{d\varphi} = A + B \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + \varphi\right)$	R	Δ
T	$A_1 = 0,234 + 0,132 \sin(\omega t + 2,668)$	0,676	0,118
T_{\max}	$A_1 = 0,050 + 0,008 \sin(\omega t - 0,840)$	0,909	0,073
T_{\min}	$A_1 = 0,292 + 0,225 \sin(\omega t + 2,034)$	0,864	0,107
A	$A_1 = -0,285 + 0,150 \sin(\omega t - 0,699)$	0,658	0,140
θ	$A_1 = -0,848 + 0,244 \sin(\omega t - 2,865)$	0,591	0,272
θ_0	$A_1 = 0,228 + 0,286 \sin(\omega t + 2,442)$	0,832	0,155
e	$A_1 = 0,102 + 0,108 \sin(\omega t + 2,797)$	0,787	0,069
φ'	$A_1 = 0,074 + 0,079 \sin(\omega t + 2,751)$	0,797	0,049
q	$A_1 = 0,008 + 0,069 \sin(\omega t + 2,406)$	0,804	0,042
r	$A_1 = 0,349 + 0,676 \sin(\omega t + 1,914)$	0,884	0,291
Δ	$A_1 = -0,030 + 0,071 \sin(\omega t + 1,000)$	0,703	0,058
N	$A_1 = 0,035 + 0,163 \sin(\omega t + 2,279)$	0,877	0,073
O	$A_1 = -4,586 + 4,808 \sin(\omega t + 2,063)$	0,866	2,253
P	$A_1 = 0,001 + 0,379 \sin(\omega t + 0,178)$	0,832	0,207
φ	$A_1 = 0,013 + 0,001 \sin(\omega t + 0,743)$	0,753	0,007
V	$A_1 = 0,060 + 0,026 \sin(\omega t - 1,909)$	0,629	0,026
M	$A_1 = 0,125 + 0,016 \sin(\omega t - 1,957)$	0,368	0,032
M'	$A_1 = 0,872 + 0,388 \sin(\omega t - 2,196)$	0,627	0,395
L_0	$A_1 = -0,067 + 0,179 \sin(\omega t - 0,722)$	0,681	0,157
L_0'	$A_1 = 0,097 + 0,613 \sin(\omega t - 2,076)$	0,848	0,312
L_m	$A_1 = -0,396 + 0,113 \sin(\omega t - 0,318)$	0,577	0,130
I_0	$A_1 = -0,155 + 0,521 \sin(\omega t + 2,454)$	0,872	0,238
L_v	$A_1 = -0,074 + 0,032 \sin(\omega t - 0,811)$	0,439	0,052
L_c	$A_1 = 1,687 + 0,286 \sin(\omega t - 0,727)$	0,627	0,289

Roczne sinusoidy gradientów południkowych $\frac{\partial y}{\partial \varphi}$ zmiennych meteorologicznych wg równań hiperpłaszczyzn regresji
 Annual sine curves of longitudinal gradients $\frac{\partial y}{\partial \varphi}$ of meteorological variables by hyperplane equations of regression

y	$a_1 = \frac{\partial y}{\partial \varphi} = a + b \sin \left(\frac{2\pi}{365,25} t + c \right)$	R	Δ
T	$a_1 = -0,408 + 0,198 \sin(\omega t + 2,139)$	0,838	0,105
T _{max}	$a_1 = -0,586 + 0,114 \sin(\omega t + 0,028)$	0,247	0,366
T _{min}	$a_1 = -0,225 + 0,263 \sin(\omega t + 2,321)$	0,882	0,114
A	$a_1 = -0,471 + 0,126 \sin(\omega t - 0,204)$	0,621	0,129
θ	$a_1 = -0,693 + 0,365 \sin(\omega t - 1,293)$	0,584	0,415
θ_e	$a_1 = -0,714 + 0,444 \sin(\omega t + 1,985)$	0,922	0,151
e	$a_1 = -0,174 + 0,159 \sin(\omega t + 1,865)$	0,897	0,064
φ	$a_1 = -0,128 + 0,111 \sin(\omega t + 1,872)$	0,895	0,045
q	$a_1 = -0,129 + 0,106 \sin(\omega t + 1,789)$	0,925	0,035
f	$a_1 = 0,675 + 0,160 \sin(\omega t + 2,624)$	0,420	0,281
Δ	$a_1 = 0,174 + 0,092 \sin(\omega t + 1,128)$	0,811	0,054
N	$a_1 = 0,086 + 0,147 \sin(\omega t + 2,410)$	0,864	0,070
O	$a_1 = 0,520 + 3,755 \sin(\omega t + 2,037)$	0,891	1,555
P	$a_1 = 1,908 + 0,067 \sin(\omega t + 0,196)$	0,107	0,510
φ	$a_1 = 0,006 + 0,004 \sin(\omega t - 1,225)$	0,397	0,007
V	$a_1 = 0,435 + 0,107 \sin(\omega t + 1,718)$	0,967	0,023
M	$a_1 = 0,527 + 0,140 \sin(\omega t + 1,680)$	0,966	0,031
M'	$a_1 = -1,99 + 0,837 \sin(\omega t - 2,603)$	0,908	0,316
L ₀	$a_1 = -0,077 + 0,205 \sin(\omega t - 0,009)$	0,809	0,122
L ₁	$a_1 = 0,398 + 0,514 \sin(\omega t + 2,222)$	0,803	0,310
L ₂	$a_1 = 1,34 + 0,070 \sin(\omega t + 1,515)$	0,559	0,084
L ₃	$a_1 = 0,297 + 0,496 \sin(\omega t + 2,447)$	0,882	0,216
L ₄	$a_1 = 1,105 + 0,134 \sin(\omega t + 1,490)$	0,781	0,087
L _c	$a_1 = -2,243 + 0,559 \sin(\omega t - 0,498)$	0,837	0,298

Roczne sinusoidy gradientów równoleżnikowych $\frac{dy}{d\lambda}$ zmiennych meteorologicznych wg równań prostych regresji

Annual sine curves of latitudinal gradients $\frac{dy}{d\lambda}$, of meteorological variables by simple equations of regression

Y	$A_2 = \frac{dy}{d\lambda} = A + B \sin \left(\frac{2\pi}{365,25} t + d \right)$	R	Δ
T	$A_2 = -0,026 + 0,227 \sin (\omega t - 1,709)$	0,946	0,063
T _{max}	$A_2 = -0,057 + 0,227 \sin (\omega t + 2,067)$	0,749	0,164
T _{min}	$A_2 = -0,098 + 0,195 \sin (\omega t - 1,702)$	0,920	0,068
A	$A_2 = 0,102 + 0,106 \sin (\omega t - 1,829)$	0,899	0,042
θ	$A_2 = 0,054 + 0,264 \sin (\omega t - 1,837)$	0,872	0,121
θ_e	$A_2 = -0,017 + 0,366 \sin (\omega t - 1,596)$	0,935	0,113
e	$A_2 = 0,003 + 0,091 \sin (\omega t - 1,462)$	0,904	0,035
φ	$A_2 = 0,001 + 0,065 \sin (\omega t - 1,466)$	0,902	0,025
q	$A_2 = 0,011 + 0,062 \sin (\omega t - 1,515)$	0,913	0,022
f	$A_2 = -0,151 + 0,205 \sin (\omega t + 1,662)$	0,899	0,081
Δ	$A_2 = 0,037 + 0,080 \sin (\omega t - 1,703)$	0,914	0,029
N	$A_2 = -0,016 + 0,048 \sin (\omega t + 0,888)$	0,807	0,029
O	$A_2 = -0,283 + 0,433 \sin (\omega t - 1,294)$	0,309	1,085
P	$A_2 = -0,016 + 0,145 \sin (\omega t + 0,509)$	0,390	0,281
φ	$A_2 = -0,002 + 0,001 \sin (\omega t + 1,351)$	0,727	0,001
V	$A_2 = -0,032 + 0,014 \sin (\omega t + 0,982)$	0,586	0,012
M	$A_2 = -0,042 + 0,019 \sin (\omega t + 1,011)$	0,751	0,014
M'	$A_2 = 0,122 + 0,090 \sin (\omega t - 0,391)$	0,491	0,131
L _o	$A_2 = 0,020 + 0,087 \sin (\omega t - 2,183)$	0,816	0,050
L _e	$A_2 = -0,014 + 0,120 \sin (\omega t + 1,189)$	0,511	0,165
L _m	$A_2 = -0,177 + 0,073 \sin (\omega t + 1,793)$	0,647	0,070
L _o	$A_2 = -0,088 + 0,127 \sin (\omega t - 0,478)$	0,674	0,114
L _v	$A_2 = -0,247 + 0,024 \sin (\omega t - 0,794)$	0,341	0,054
L _c	$A_2 = -0,043 + 0,172 \sin (\omega t - 1,693)$	0,826	0,096

Roczne sinusoidy gradientów równoleżnikowych $\frac{\partial y}{\partial \lambda}$ zmiennych meteorologicznych wg równań hiperpłaszczyzn regresji
 Annual sine curves of latitudinal gradients $\frac{\partial y}{\partial \lambda}$ of meteorological variables by hyperplane equations of regression

y	$a_2 = \frac{\partial y}{\partial \lambda} = a + b \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + c\right)$	R	Δ
T	$a_2 = -0,047 + 0,219 \sin(\omega t - 1,777)$	0,940	0,065
T_{\max}	$a_2 = -0,094 + 0,244 \sin(\omega t - 1,980)$	0,834	0,132
T_{\min}	$a_2 = -0,102 + 0,175 \sin(\omega t - 1,837)$	0,921	0,060
A	$a_2 = 0,040 + 0,096 \sin(\omega t - 1,629)$	0,950	0,026
θ	$a_2 = -0,052 + 0,292 \sin(\omega t - 1,972)$	0,827	0,162
θ_e	$a_2 = -0,063 + 0,336 \sin(\omega t - 1,680)$	0,923	0,114
e	$a_2 = -0,005 + 0,079 \sin(\omega t - 1,566)$	0,888	0,033
ρ	$a_2 = -0,005 + 0,056 \sin(\omega t - 1,569)$	0,882	0,025
q	$a_2 = 0,001 + 0,052 \sin(\omega t - 1,572)$	0,886	0,022
f	$a_2 = -0,126 + 0,225 \sin(\omega t + 1,489)$	0,848	0,115
Δ	$a_2 = 0,022 + 0,079 \sin(\omega t - 1,643)$	0,916	0,028
N	$a_2 = 0,002 + 0,066 \sin(\omega t + 1,537)$	0,910	0,025
O	$a_2 = -0,505 + 0,209 \sin(\omega t + 2,623)$	0,153	1,101
P	$a_2 = -0,710 + 0,167 \sin(\omega t + 1,297)$	0,396	0,317
ρ	$a_2 = -0,001 + 0,001 \sin(\omega t + 1,293)$	0,704	0,001
V	$a_2 = 0,008 + 0,022 \sin(\omega t + 1,305)$	0,796	0,014
M	$a_2 = 0,009 + 0,031 \sin(\omega t + 1,304)$	0,845	0,016
M'	$a_2 = 0,126 + 0,038 \sin(\omega t - 2,135)$	0,187	0,163
L_e	$a_2 = 0,012 + 0,081 \sin(\omega t - 1,848)$	0,836	0,044
L_e	$a_2 = 0,061 + 0,253 \sin(\omega t + 1,641)$	0,907	0,096
L_H	$a_2 = 0,937 + 0,051 \sin(\omega t - 1,131)$	0,490	0,074
L_O	$a_2 = -0,073 + 0,120 \sin(\omega t + 1,379)$	0,698	0,101
L_V	$a_2 = -0,163 + 0,019 \sin(\omega t - 0,122)$	0,273	0,055
L_C	$a_2 = -0,372 + 0,214 \sin(\omega t - 1,416)$	0,918	0,075

Roczne sinusoidy gradientów hipsometrycznych $\frac{dy}{dH}$ zmiennych meteorologicznych wg równań prostych regresji
 Annual sine curves of hypsometric gradients $\frac{dy}{dH}$ of meteorological variables by simple equations of regression

y	$A_3 = \frac{dy}{dH} = A + B \sin \left(\frac{2\pi}{365,25} t + d \right)$	R	Δ
T	$A_3 = -0,418 + 0,099 \sin (\omega t + 1,854)$	0,850	0,050
T _{max}	$A_3 = -0,470 + 0,188 \sin (\omega t + 1,543)$	0,966	0,040
T _{min}	$A_3 = -0,395 + 0,028 \sin (\omega t - 1,231)$	0,420	0,050
A	$A_3 = -0,030 + 0,060 \sin (\omega t + 2,234)$	0,196	0,244
θ	$A_3 = 0,334 + 0,089 \sin (\omega t + 1,405)$	0,880	0,039
θ_e	$A_3 = -0,610 + 0,283 \sin (\omega t + 1,051)$	0,852	0,142
e	$A_3 = -0,202 + 0,108 \sin (\omega t + 0,960)$	0,959	0,026
φ	$A_3 = -0,142 + 0,067 \sin (\omega t + 0,802)$	0,892	0,028
q	$A_3 = -0,090 + 0,050 \sin (\omega t + 0,916)$	0,893	0,020
f	$A_3 = 0,076 + 0,519 \sin (\omega t - 1,421)$	0,900	0,205
Δ	$A_3 = -0,091 + 0,131 \sin (\omega t + 1,625)$	0,969	0,027
N	$A_3 = 0,061 + 0,141 \sin (\omega t - 1,524)$	0,696	0,118
O	$A_3 = 4,797 + 2,016 \sin (\omega t - 1,071)$	0,801	1,228
P	$A_3 = -8,821 + 0,365 \sin (\omega t - 2,936)$	0,646	0,353
φ	$A_3 = -0,009 + 0,001 \sin (\omega t - 2,123)$	0,772	0,001
V	$A_3 = 0,223 + 0,082 \sin (\omega t + 1,607)$	0,975	0,015
M	$A_3 = 0,222 + 0,093 \sin (\omega t + 1,635)$	0,978	0,016
M'	$A_3 = 0,162 + 0,253 \sin (\omega t + 3,044)$	0,733	0,192
L _o	$A_3 = -0,088 + 0,191 \sin (\omega t + 1,460)$	0,607	0,204
L _e	$A_3 = 0,123 + 0,308 \sin (\omega t - 1,153)$	0,976	0,056
L _m	$A_3 = 1,063 + 0,289 \sin (\omega t - 1,135)$	0,606	0,309
L _o	$A_3 = 0,330 + 0,164 \sin (\omega t - 0,631)$	0,856	0,080
L _v	$A_3 = 0,814 + 0,116 \sin (\omega t + 1,794)$	0,911	0,043
L _c	$A_3 = 0,190 + 0,129 \sin (\omega t + 0,536)$	0,777	0,086

Roczne sinusoidy gradientów hipsometrycznych $\frac{\partial y}{\partial H}$ zmiennych meteorologicznych wg równań hiperpłaszczyzn regresji

Annual sine curves of hypsometric gradients $\frac{\partial y}{\partial H}$ of meteorological variables by hyperplane equations of regression

y	$a_3 = \frac{\partial y}{\partial H} = a + b \sin \left(\frac{2\pi}{365,25} t + c \right)$	R	Δ
P	$a_3 = -0,536 + 0,154 \sin (\omega t + 1,686)$	0,966	0,034
m_{\max}	$a_3 = -0,614 + 0,191 \sin (\omega t + 1,380)$	0,783	0,124
T_{\min}	$a_3 = -0,435 + 0,075 \sin (\omega t + 2,524)$	0,944	0,021
A	$a_3 = 0,282 + 0,152 \sin (\omega t + 0,753)$	0,559	0,184
ϑ	$a_3 = 0,156 + 0,107 \sin (\omega t + 2,318)$	0,679	0,094
ϑ_e	$a_3 = -0,829 + 0,315 \sin (\omega t + 1,425)$	0,981	0,051
e	$a_3 = -0,247 + 0,140 \sin (\omega t + 1,209)$	0,987	0,018
ζ	$a_3 = -0,180 + 0,095 \sin (\omega t + 1,190)$	0,988	0,012
q	$a_3 = -0,194 + 0,130 \sin (\omega t - 0,233)$	0,399	0,244
f	$a_3 = -0,022 + 0,594 \sin (\omega t - 2,495)$	0,725	0,461
Δ	$a_3 = 0,190 + 0,165 \sin (\omega t + 0,886)$	0,620	0,171
N	$a_3 = 0,047 + 0,042 \sin (\omega t - 1,659)$	0,945	0,012
O	$a_3 = 4,999 + 1,076 \sin (\omega t - 1,116)$	0,632	1,074
P	$a_3 = -8,294 + 0,354 \sin (\omega t - 2,931)$	0,533	0,461
ζ	$a_3 = -0,008 + 0,001 \sin (\omega t - 1,928)$	0,632	0,001
V	$a_3 = 0,336 + 0,109 \sin (\omega t + 1,636)$	0,989	0,013
M	$a_3 = 0,382 + 0,074 \sin (\omega t + 1,917)$	0,514	0,100
M'	$a_3 = 0,747 + 0,335 \sin (\omega t - 1,916)$	0,571	0,393
L_e	$a_3 = -0,085 + 0,112 \sin (\omega t + 1,013)$	0,666	0,103
L_e	$a_3 = 0,252 + 0,199 \sin (\omega t - 1,607)$	0,960	0,047
L_m	$a_3 = 1,063 + 0,289 \sin (\omega t - 1,135)$	0,606	0,309
L_o	$a_3 = 0,410 + 0,036 \sin (\omega t - 0,509)$	0,586	0,040
L_v	$a_3 = 1,008 + 0,120 \sin (\omega t + 0,083)$	0,265	0,358
L_c	$a_3 = -0,379 + 0,238 \sin (\omega t - 0,001)$	0,947	0,066

Sinusoidy roczne gradientów południkowych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań prostych regresji $\frac{\partial y}{\partial \varphi} = A_1$
 Annual sine curves of longitudinal gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by simple equations of regression
 $(\frac{\partial y}{\partial \varphi} = A_1)$

y	$A_1 = A + B \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + C\right)$	R	Δ
T	$A_1 = 0,190 + 0,126 \sin(\omega t + 2,781)$	0,810	0,075
T_{\max}	$A_1 = 0,061 + 0,074 \sin(\omega t - 2,638)$	0,541	0,094
T_{\min}	$A_1 = 0,264 + 0,176 \sin(\omega t + 2,582)$	0,905	0,067
A	$A_1 = -0,200 + 0,151 \sin(\omega t - 1,086)$	0,900	0,060
f	$A_1 = 0,296 + 0,701 \sin(\omega t + 1,722)$	0,925	0,233
N	$A_1 = 0,034 + 0,124 \sin(\omega t + 2,135)$	0,922	0,042
O	$A_1 = 4,829 + 5,071 \sin(\omega t + 2,029)$	0,898	2,023

Tablica 16

Sinusoidy roczne gradientów południkowych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań hiperpłaszczyzn regresji
 $(\frac{\partial y}{\partial \varphi} = a_1)$

Annual sine curves of longitudinal gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by hyperplane equations of regression $(\frac{\partial y}{\partial \varphi} = a_1)$

y	$a_1 = a + b \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + c\right)$	R	Δ
T	$a_1 = -0,143 + 0,219 \sin(\omega t + 2,430)$	0,867	0,103
T_{\max}	$a_1 = -0,698 + 0,183 \sin(\omega t + 2,179)$	0,715	0,145
T_{\min}	$a_1 = -0,148 + 0,227 \sin(\omega t + 2,698)$	0,917	0,051
A	$a_1 = -0,470 + 0,065 \sin(\omega t + 0,432)$	0,498	0,092
f	$a_1 = 0,637 + 0,091 \sin(\omega t + 0,593)$	0,269	0,266
N	$a_1 = 0,081 + 0,089 \sin(\omega t + 2,436)$	0,379	0,039
O	$a_1 = 0,766 + 3,674 \sin(\omega t + 2,109)$	0,916	0,013
V	$a_1 = 0,431 + 0,083 \sin(\omega t + 1,887)$	0,967	0,018

Sinusoidy roczne gradientów równoleżnikowych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań prostych regresji $\left(\frac{dy}{dx} = A_2\right)$
 Annual sine curves of latitudinal gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by simple equations of regression

$$\left(\frac{dy}{dx} = A_2\right)$$

y	$A_2 = A + B \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + C\right)$	R	Δ
T	$A_2 = -0,069 + 0,232 \sin(\omega t - 1,584)$	0,942	0,067
T _{max}	$A_2 = -0,028 + 0,265 \sin(\omega t - 1,624)$	0,957	0,065
T _{min}	$A_2 = -0,114 + 0,195 \sin(\omega t - 1,618)$	0,899	0,077
A	$A_2 = 0,093 + 0,072 \sin(\omega t - 1,704)$	0,832	0,039
f	$A_2 = -0,064 + 0,099 \sin(\omega t + 2,031)$	0,737	0,074
N	$A_2 = -0,021 + 0,027 \sin(\omega t + 1,314)$	0,764	0,019
O	$A_2 = -0,122 + 0,938 \sin(\omega t - 1,519)$	0,779	0,613

Tablica 18

Sinusoidy roczne gradientów równoleżnikowych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań hiperpłaszczyzn regresji

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x} = a_2\right)$$

Annual sine curves of latitudinal gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by hyperplane equations of regression

$$\left(\frac{\partial y}{\partial x} = a_2\right)$$

y	$a_2 = a + b \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + c\right)$	R	Δ
T	$a_2 = -0,094 + 0,223 \sin(\omega t - 1,670)$	0,946	0,062
T _{max}	$a_2 = -0,074 + 0,264 \sin(\omega t - 1,693)$	0,962	0,061
T _{min}	$a_2 = -0,113 + 0,188 \sin(\omega t - 1,744)$	0,903	0,073
A	$a_2 = 0,027 + 0,047 \sin(\omega t - 1,061)$	0,888	0,020
f	$a_2 = -0,000 + 0,144 \sin(\omega t + 1,904)$	0,863	0,069
N	$a_2 = -0,014 + 0,034 \sin(\omega t + 1,569)$	0,852	0,017
O	$a_2 = -0,298 + 0,506 \sin(\omega t + 1,975)$	0,623	0,519
V	$a_2 = -0,031 + 0,010 \sin(\omega t + 1,139)$	0,595	0,011

Sinusoidy roczne gradientów hipsometrycznych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań prostych regresji $\left(\frac{dy}{dh} = A_3\right)$
 Annual sine curves of hypsometric gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by simple equations of regression $\left(\frac{dy}{dh} = A_3\right)$

y	$A_3 = A + B \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + C\right)$	R	Δ
T	$A_3 = -0,431 + 0,103 \sin(\omega t + 1,549)$	0,985	0,016
T _{max}	$A_3 = -0,476 + 0,173 \sin(\omega t + 1,516)$	0,942	0,050
T _{min}	$A_3 = -0,303 + 0,024 \sin(\omega t + 1,243)$	0,721	0,019
A	$A_3 = -0,182 + 0,169 \sin(\omega t + 1,628)$	0,978	0,029
f	$A_3 = 0,174 + 0,618 \sin(\omega t + 1,324)$	0,976	0,113
N	$A_3 = 0,025 + 0,064 \sin(\omega t - 1,331)$	0,968	0,014
O	$A_3 = 4,832 + 2,069 \sin(\omega t - 1,156)$	0,838	0,094

Tablica 20

Sinusoidy roczne gradientów hipsometrycznych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1980 wg równań hiperpłaszczyzn regresji

$$\left(\frac{\partial y}{\partial H} = a_3\right)$$

Annual sine curves of hypsometric gradients of meteorological variables in years 1951-1980 by hyperplane equations of regression $\left(\frac{\partial y}{\partial H} = a_3\right)$

y	$a_3 = a + b \sin\left(\frac{2\pi}{365,25} t + c\right)$	R	Δ
T	$a_3 = -0,536 + 0,149 \sin(\omega t + 1,825)$	0,959	0,036
T _{max}	$a_3 = -0,576 + 0,341 \sin(\omega t + 1,523)$	0,742	0,251
T _{min}	$a_3 = -0,335 + 0,066 \sin(\omega t + 2,246)$	0,865	0,031
A	$a_3 = -0,226 + 0,183 \sin(\omega t + 1,618)$	0,962	0,042
f	$a_3 = 0,341 + 0,613 \sin(\omega t - 1,292)$	0,969	0,126
N	$a_3 = 0,045 + 0,049 \sin(\omega t - 1,598)$	0,975	0,009
O	$a_3 = 5,027 + 1,179 \sin(\omega t - 1,237)$	0,720	0,926
V	$a_3 = 0,359 + 0,104 \sin(\omega t - 1,657)$	0,991	0,012

czu ciepłym niż chłodnym, o czym świadczą wyższe wartości gradientów w miesiącach letnich niż zimowych. Największymi rocznymi amplitudami cechują się pola temperatury i wilgotności powietrza. Gradienty tych zmiennych wzrastają ze wzrostem temperatury i zawartości pary wodnej w powietrzu osiągając swe maksima w lecie.

Zdecydowanie największym wahanom w ciągu roku ulegają gradienty hipsometryczne, natomiast najmniejszym - gradienty równoleżnikowe.

Geograficzne gradienty zmiennych meteorologicznych umożliwiają wyodrębnienie pewnych ogólnych cech klimatu Polski.

S t r e f o w o ś ć pól zmiennych meteorologicznych jest zeterminowana przez szerokość geograficzną /dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi/. Warunkuje ona intensywność pionowej i poziomej wymiany ciepła i pary wodnej, której efektem jest spadek temperatury i gęstości pary wodnej ze wzrostem szerokości geograficznej. Intensywność składowej pionowej wymiany ciepła i pary wodnej jest większa w porze letniej niż zimowej. Sprawia to, iż zależność pól zmiennych meteorologicznych od szerokości geograficznej jest większa w miesiącach półrocza ciepłego niż chłodnego. Kontrastowości strefowej klimatu w Polsce sprzyja dodatkowo cyrkulacja południkowa. Masy powietrza napływające z wyższych szerokości geograficznych są zawsze chłodniejsze, a z niższych - cieplejsze od podłoża. Prowadzi to do większych wartości gradientów południkowych temperatury powietrza w stosunku do przeciętnych w strefie umiarkowanej.

Występuje ogólna prawidłowość, że gradienty południkowe pola temperatury powietrza $/T, T_{\max}, T_{\min}, A, \Theta, \Theta_e/$ i wilgotności powietrza $/e, e', q, \Delta, M'/$ są ujemne w ciągu całego roku. Natomiast gradienty ciśnienia atmosferycznego $/p/$, gęstości powietrza $/\rho/$, prędkości wiatru $/v, L_v, M/$, wilgotności względnej powietrza $/f/$, liczby dni z mgłą $/L_m/$ mają znak dodatni. Wyjątek stanowią zachmurzenie $/N, L_e/$ i opady atmosferyczne $/O, L_o/$, których gradienty południkowe zmieniają znak z dodatniego w miesiącach jesienno-zimowych na ujemny w okresie wiosenno-letnim. Jedynie gradient południkowy liczby dni pogodnych $/L_p/$ jest ujemny na przełomie jesieni i zimy, a dodatni na przełomie wiosny i lata /tabl. 10/.

Temperatura powietrza maleje ku północy w skrajnych przypadkach /tabl. 21/:

Tablica 21

Ekstremalne gradienty południkowe $\frac{\partial y}{\partial \varphi} = a_1$ / zmiennych meteorologicznych w Polsce wg równań hiperpłaszczyzn regresji /wyrażone na $1^\circ\varphi$ /

Extreme longitudinal gradients $\frac{\partial y}{\partial \varphi} = a_1$ / of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per $1^\circ\varphi$ /

Lp.	Zmienne meteorologiczne	Min	Max	\bar{a}_1	Jednostki
1	Temperatura powietrza	-0,61	-0,21	-0,41	°C
2	Temperatura maksymalna	-0,70	-0,47	-0,59	°C
3	Temperatura minimalna	-0,49	0,04	-0,23	°C
4	Dobowa amplituda temperatury	-0,60	-0,34	-0,47	°C
5	Temperatura potencjonalna	-1,06	-0,33	-0,69	°C
6	Temperatura ekwiwalentna	-1,16	-0,27	-0,71	°C
7	Ciśnienie pary wodnej	-0,33	-0,02	-0,17	hPa
8	Wilgotność bezwzględna	-0,24	-0,02	-0,13	g/m ³
9	Wilgotność właściwa	-0,24	-0,02	-0,13	g/kg
10	Wilgotność względna	0,52	0,84	0,68	%
11	Niedosyt wilgotności	-0,27	-0,08	-0,17	hPa
12	Poziomy strumień pary wodnej	1,15	2,83	0,20	g/m ² s
13	Zachmurzenie	-0,06	0,23	0,09	1/10
14	Liczba dni z mgłą	0,64	1,41	-1,56	d
15	Liczba dni pogodnych	-0,28	0,13	-0,96	d
16	Liczba dni pochmurnych	-0,12	0,91	4,80	d
17	Opad atmosferyczny	-3,24	4,28	6,24	mm
18	Liczba dni z opadem	-0,20	0,79	3,60	d
19	Ciśnienie atmosferyczne	1,84	1,98	1,91	hPa
20	Gęstość powietrza	0,002	0,010	0,006	kg/m ³
21	Prędkość wiatru	0,33	0,54	0,44	m/s
22	Poziomy strumień powietrza	0,39	0,66	0,53	kg/m ² s
23	Liczba dni z wiatrem silnym	0,97	1,24	13,20	d
24	Liczba cisz	-2,80	-1,68	-26,88	lp

średnia dobowa /T/	- o 0,6°C/1°φ
temperatura maksymalna /T _{max} /	- o 0,7°C/1°φ
temperatura minimalna /T _{min} /	- o 0,5°C/1°φ
dobowa amplituda /A/	- o 0,6°C/1°φ

W miarę wzrostu szerokości geograficznej spada także wilgotność powietrza:

ciśnienie pary wodnej /e/	- o 0,3 hPa/1°φ
wilgotność bezwzględna /ϕ/	- o 0,2 g/m ³ /1°φ
wilgotność właściwa /q/	- o 0,2 g/kg/1°φ
niedosyt wilgotności /Δ/	- o 0,3 hPa/1°φ

Odmienne zależności od szerokości geograficznej wykazują ciśnienie atmosferyczne i prędkość wiatru, które wzrastają w Polsce w kierunku północnym:

ciśnienie atmosferyczne /p/	- o 2 hPa/1°φ
prędkość wiatru /v/	- o 0,5 m/s/1°φ

Znamienne jest, że zachmurzenie i opady atmosferyczne maleją ku północy w północzu ciepłym, a rosną w chłodnym:

	IV-IX	X-III
zachmurzenie /N/	- o 0,1	0,2 /1°φ
opady atmosferyczne /O/	- o 3	4 mm/1°φ

Sinusoidy przedstawiają także odpowiednie gradienty południkowe $\frac{\partial \bar{y}}{\partial \lambda}$ wyznaczone na podstawie danych z trzydziestolecia 1951-1980 /tabl. 15, 16, ryc. 156, 158, 160, 162, 169, 173, 178, 183/.

Miarą oceanizacji /kontynentalizmu/ klimatu Polski jest gradient równoleżnikowy $\frac{\partial \bar{y}}{\partial \lambda} = a_2$ /zmiennych meteorologicznych określony równaniem hiperpłaszczyzny regresji. Długość geograficzna Polski określa z jednej strony odległość od Oceanu Atlantyckiego, a z drugiej - od centrum Azji, gdzie znajdują się główne ośrodki działalności atmosferycznej. Są to: Niż Islandzki i Wyż Azorski utrzymujące się w ciągu całego roku i azjatycki ośrodek wysokiego ciśnienia /z centrum nad południową Syberią/ występujący zimą. Te ośrodki aktywności atmosferycznej wywierają zasadniczy wpływ na zróżnicowanie klimatu wzdłuż równoleżników. Ruchom mas powietrza oceanicznego z zachodu na wschód i kontynentalnego ze wschodu na zachód poprzez obszar Polski wyjątkowo sprzyja pionowe ukształtowanie powierzchni. Wzniesienia znajdujące się na Pojezierzach Pomorskim i Mazurskim, Wyżyna Małopolska czy też Lubelska stanowią zbyt małą przeszkodę dla równo-

leżnikowej cyrkulacji mas powietrza. Pasma górskie leżące na południu Polski są przeszkodą dla mas powietrza pochodzącego z niższych szerokości geograficznych. Nie stanowią one jednak przeszkody dla mas powietrza napływających z wyższych szerokości geograficznych nad obszar Polski. To specyficzne położenie Polski względem głównych, najaktywniejszych ośrodków niskiego i wysokiego ciśnienia na półkuli północnej jest przyczyną dużej zmienności układów barycznych i towarzyszących im mas powietrza. W rezultacie prowadzi to do znacznej deformacji pól zmiennych meteorologicznych nad obszarem Polski.

Zmiany roczne gradientów równoleżnikowych pól temperatury, wilgotności powietrza, zachmurzenia, opadów atmosferycznych, ciśnienia i prędkości wiatru przedstawiono na wykresach: A_2 - wg prostych regresji, a_2 - wg hiperpłaszczyzn regresji. Ekstrema sinusoid regresji $/a_2/$ - minima i maksima zestawiono w tabl. 22.

Najistotniejszą cechą równoleżnikowych gradientów pól zmiennych meteorologicznych w Polsce jest zmiana znaku w ciągu roku z dodatniego latem na ujemny zimą. Świadczy to o przejściowości klimatu Polski - przewadze cech oceanicznych na zachodzie, a kontynentalnych na wschodzie kraju.

Gradienty równoleżnikowe pola temperatury powietrza są dodatnie w półroczu ciepłym, a ujemne w chłodnym. Tak więc temperatura powietrza w miesiącach letnich wzrasta ku wschodowi $/T, T_{\max} - o 0,2^{\circ}C/1^{\circ}\lambda$ i $T_{\min}, A - o 0,1^{\circ}C/1^{\circ}\lambda/$ a maleje w miesiącach zimowych $/T, T_{\max}, T_{\min} - o 0,3^{\circ}C/1^{\circ}\lambda$ i $A - o 0,1^{\circ}C/1^{\circ}\lambda/$.

Analogiczny przebieg roczny wykazują gradienty równoleżnikowe parametrów wilgotności powietrza, nie licząc poziomego strumienia pary wodnej. Na przykład ciśnienie pary wodnej, wilgotność bezwzględna i właściwa są w porze zimowej większe na zachodzie Polski niż na wschodzie $/e - o 0,1 \text{ hPa}/1^{\circ}\lambda, \rho' - o 0,1 \text{ g}/\text{m}^3/1^{\circ}\lambda, q - o 0,1 \text{ g}/\text{kg}/1^{\circ}\lambda/$.

W uzupełnieniu trzeba zwrócić uwagę, że gradienty równoleżnikowe niektórych zmiennych, jak i ich amplitudy roczne, są małe - nieistotne na poziomie ufności 95%.

Wpływ długości geograficznej na pola zmiennych meteorologicznych najbardziej uwidacznia się w chłodnej porze roku, zwłaszcza w przypadku temperatury powietrza. Jak wiadomo w okresie tym osiągają szczyt aktywności najbliższe układy baryczne $/Niz Is-$

Ekstremalne gradienty równoleżnikowe $\frac{\partial Y}{\partial \lambda} = a_2$ / zmiennych meteorologicznych w Polsce wg równań hiperpłaszczyzn regresji /wyrażone na $1^\circ \lambda$ /

Extreme latitudinal gradients $\frac{\partial Y}{\partial \lambda} = a_2$ / of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per $1^\circ \lambda$ /

Lp.	Zmienne meteorologiczne	Min	Max	\bar{a}_2	Jednostki
1	Temperatura powietrza	-0,27	0,17	-0,05	°C
2	Temperatura maksymalna	-0,34	0,15	-0,09	°C
3	Temperatura minimalna	-0,28	0,07	-0,10	°C
4	Dobowa amplituda temperatury	-0,06	0,14	0,04	°C
5	Temperatura potencjalna	-0,34	0,24	-0,05	°C
6	Temperatura ekwiwalentna	-0,40	0,27	-0,06	°C
7	Ciśnienie pary wodnej	-0,08	0,07	-0,01	hPa
8	Wilgotność bezwzględna	-0,06	0,05	-0,01	g/m ³
9	Wilgotność właściwa	-0,05	0,05	0,00	g/kg
10	Wilgotność względna	-0,35	0,10	-0,13	%
11	Niedosyt wilgotności	-0,06	0,10	0,02	hPa
12	Poziomy strumień pary wodnej	0,09	0,16	0,13	g/m ² s
13	Zachmurzenie	-0,06	0,07	0,00	1/10
14	Liczba dni z mgłą	-0,20	-0,06	11,28	d
15	Liczba dni pogodnych	-0,07	0,09	0,12	d
16	Liczba dni pochmurnych	-0,19	0,31	0,72	d
17	Opad atmosferyczny	-0,71	-0,30	-6,12	mm
18	Liczba dni z opadem	-0,19	0,05	-0,84	d
19	Ciśnienie atmosferyczne	-0,88	-0,54	-0,71	hPa
20	Gęstość powietrza	-0,002	0,000	0,00	kg/m ³
21	Prędkość wiatru	-0,01	0,03	0,01	m/s
22	Poziomy strumień powietrza	-0,02	0,04	0,01	kg/m ² s
23	Liczba dni z wiatrem silnym	-0,18	-0,14	-1,92	d
24	Liczba cisz	-0,59	-0,16	-4,44	lp

landzki i Wyż Azjatycki/, pod działaniem których znajduje się Polska.

Dodatkowo wyznaczono gradienty równoleżnikowe $\frac{\partial \gamma}{\partial \lambda}$ na podstawie danych z lat 1951-1980 /tabl. 17, 18, ryc. 156, 158, 160, 162, 169, 173, 178, 183/. Potwierdzają one wyniki uzyskane na podstawie danych z lat 1951-1960.

Pola zmiennych meteorologicznych są najbardziej deformowane przez u k s z t a k t o w a n i e powierzchni - wysokość n.p.m. Miarą tej deformacji są gradienty hipsometryczne $\frac{\partial \gamma}{\partial H} = a_3$ określone równaniami hiperpłaszczyzn regresji. Zmiany roczne gradientów hipsometrycznych opisują sinusoidy regresji, o częstotliwości $\omega = \frac{2\pi}{365,25}$ i ich wykresy /ryc. 155-186/. Zakres rocznych wahań charakteryzują ekstrema sinusoid regresji - minima i maksima /tabl. 23/.

Ze wzrostem wysokości nad poziomem morza obserwuje się spadek temperatury powietrza $/T, T_{\max}, T_{\min}, A, \theta_e/$, wilgotności powietrza $/e, \rho', q, f/$, ciśnienia atmosferycznego $/p/$, gęstości powietrza $/\rho/$. Natomiast opady atmosferyczne $/O/$, zachmurzenie $/N/$ i prędkość wiatru $/v, M/$ są większe na wyższych wysokościach. Uzasadnieniem jest kompleksowe oddziaływanie pasm górskich czy też ciągów wzniesień na otaczającą atmosferę poprzez zwiększoną powierzchnię czynną. Dlatego też pionowa wymiana ciepła między powierzchnią ziemi i atmosferą jest intensywniejsza na obszarach o urozmaiconej rzeźbie w porównaniu z obszarami nizinnymi. Oddziaływanie rzeźby terenu na stan atmosfery wytwarza specyficzny typ klimatu górskiego czy też wyżynnego. W rezultacie obserwuje się znaczny spadek temperatury powietrza ze wzrostem wysokości nad poziomem morza:

średnia dobowa $/T/$	- o 0,4-0,7°C/100 m
temperatura maksymalna $/T_{\max}/$	- o 0,4-0,8°C/100 m
temperatura minimalna $/T_{\min}/$	- o 0,0-0,6°C/100 m
dobowa amplituda $/A/$	- o 0,2-0,4°C/100 m

Największy spadek na 100 m wykazuje temperatura maksymalna w lipcu $/0,8^\circ\text{C}/$, średnia dobowa $/0,7^\circ\text{C}/$ w czerwcu, a dobowa amplituda $/0,4^\circ\text{C}/$ w sierpniu. Odmienny przebieg roczny ma gradient hipsometryczny temperatury minimalnej, którego minimum $/-0,6^\circ\text{C}/100 \text{ m}/$ występuje w zimie.

Należy zauważyć, iż gradient hipsometryczny temperatury powietrza /przeciętny na obszarze Polski/ jest w lecie zbliżony

Ekstremalne gradienty hipsometryczne $\frac{\partial y}{\partial H} = a_3$ - zmiennych meteorologicznych w Polsce wg równań hiperpłaszczyzn regresji /wyrażone na 100 m wysokości/

Extreme hypsometric gradients $\frac{\partial y}{\partial H} = a_3$ of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per 100 meters of height/

Lp.	Zmienne meteorologiczne	Min	Max	\bar{a}_3	Jednostki
1	Temperatura powietrza	-0,69	-0,38	-0,54	°C
2	Temperatura maksymalna	-0,81	-0,42	-0,61	°C
3	Temperatura minimalna	-0,57	0,00	-0,29	°C
4	Dobowa amplituda	0,13	0,43	0,28	°C
5	Temperatura potencjalna	0,05	0,26	0,16	°C
6	Temperatura ekwiwalentna	-1,14	-0,51	-0,83	°C
7	Ciśnienie pary wodnej	-0,39	-0,11	-0,25	hPa
8	Wilgotność bezwzględna	-0,28	-0,09	-0,18	g/m ³
9	Wilgotność właściwa	-0,32	-0,06	-0,19	g/kg
10	Wilgotność względna	-0,62	-0,57	-0,02	%
11	Niedosyt wilgotności	0,03	0,36	0,19	hPa
12	Poziomy strumień pary wodnej	0,41	1,08	0,75	g/m ² s
13	Zachmurzenie	0,01	0,09	0,05	1/10
14	Liczba dni z mgłą	0,77	1,35	12,72	d
15	Liczba dni pogodnych	-0,20	-0,03	-0,96	d
16	Liczba dni pochmurnych	0,05	0,45	3,00	d
17	Opad atmosferyczny	3,92	6,08	60,00	mm
18	Liczba dni z opadem	0,37	0,45	4,92	d
19	Ciśnienie atmosferyczne	-8,65	-7,94	-8,29	hPa
20	Gęstość powietrza	-0,009	-0,007	-0,008	kg/m ³
21	Prędkość wiatru	0,23	0,45	0,34	m/s
22	Poziomy strumień powietrza	0,31	0,46	0,38	kg/m ² s
23	Liczba dni z wiatrem silnym	0,89	1,13	12,12	d
24	Liczba cisz	-0,62	-0,14	-4,56	lp

do gradientu suchoadiabatycznego $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Ponadto gradienty hipsometryczne wskaźników termicznych $/T$, T_{max} , T_{min} , A , θ , θ_p / mają dużą amplitudę roczną - istotną na poziomie 5%.

Dużymi zmianami rocznymi wyróżniają się także gradienty hipsometryczne parametrów wilgotności powietrza. Wilgotność powietrza spada ze wzrostem wysokości:

ciśnienie pary wodnej /e/	- o 0,1-0,4 hPa/100 m
wilgotność bezwzględna / ρ^1 /	- o 0,1-0,3 g/m ³ /100 m
wilgotność właściwa /q/	- o 0,1-0,3 g/kg/100 m

Gradient hipsometryczny wilgotności względnej powietrza zmienia znak w ciągu roku z $-0,6\%/100\text{ m}$ w miesiącach zimowych na $0,6\%/100\text{ m}$ w letnich. Niedośyt wilgotności powietrza i poziomy strumień pary wodnej wzrastają natomiast wraz z wysokością nad poziomem morza.

Stosunkowo małe wahania roczne wykazuje hipsometryczny gradient ciśnienia atmosferycznego. Zmienia się on w przedziale od $-7,9\text{ hPa}/100\text{ m}$ w miesiącach jesiennych do $-8,7\text{ hPa}/100\text{ m}$ wczesną wiosną. Przeciętny spadek ciśnienia na 100 m w Polsce jest mniejszy od pionowego gradientu ciśnienia $/12,6\text{ hPa}/100\text{ m}/$ przy temperaturze $0,5^{\circ}\text{C}$ i ciśnieniu 990 hPa.

Interesujący jest również przebieg roczny gradientu hipsometrycznego miesięcznych sum opadów atmosferycznych - dodatniego w ciągu całego roku. Sumy opadów są większe na stacjach meteorologicznych położonych na większych wysokościach, zwłaszcza latem - o $6\text{ mm}/100\text{ m}$. Roczne sumy opadów wzrastają o $60\text{ mm}/100\text{ m}$.

Liczba dni z opadem w roku wzrasta przeciętnie na obszarze Polski o 5 dni na 100 m.

Dodatni znak we wszystkich miesiącach przyjmuje również gradient hipsometryczny prędkości wiatru. Przyrost prędkości wiatru na 100 m wysokości n.p.m. zmienia się w ciągu roku od $0,2\text{ m/s}$ w miesiącach letnich /czerwiec, lipiec/ do $0,4\text{ m/s}$ w zimie /grudzień, styczeń/.

Uzyskane wyniki dotyczące wpływu wysokości bezwzględnej na pola zmiennych meteorologicznych są zbieżne z pionowymi gradientami swobodnej atmosfery. Porównując je z pionowymi gradientami wyznaczonymi z sondaży aerologicznych należy uwzględnić przeciwny znak.

Ten sam rząd wielkości mają hipsometryczne gradienty zmiennych meteorologicznych w Polsce, określone równaniami hiper-

plaszczyn regresji na podstawie danych z trzydziestolecia 1951-1980 /tabl. 19, 20, ryc. 156, 158, 160, 162, 169, 173, 178, 183/.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zmiany klimatu w pionie są bardzo duże w porównaniu z poziomymi. Najlepiej uwidacznia się to w przypadku temperatury powietrza, która maleje ku północy Polski o $0,6^{\circ}\text{C}/\text{na } 100 \text{ km}$ w miesiącach letnich i o $0,2^{\circ}\text{C}$ - w zimowych. Natomiast jej pionowy spadek wynosi $0,4-0,7^{\circ}\text{C}$ na 100 m . Tym samym pionowe zmiany temperatury powietrza są prawie tysiąc razy większe niż poziome wzdłuż południków.

Nieco inny sens statystyczny mają gradienty: południkowe $/A_1/$, równoleżnikowe $/A_2/$, hipsometryczne $/A_3/$ określone przez równania prostych regresji. Opisują one obserwowane przyrosty zmiennych meteorologicznych na jeden stopień szerokości $/\varphi/$, długości $/\lambda/$ geograficznej oraz na 100 m wysokości. Nie uwzględniają one współzależności między wysokością nad poziomem morza i położeniem geograficznym.

Natomiast gradient horyzontalny pola - wektor $\left[\frac{\partial y}{\partial \varphi}, \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right] = [a_1, a_2]$ wg równania hiperplaszczyny regresji wskazuje kierunek wzrostu zmiennej meteorologicznej po wyeliminowaniu wpływu wysokości nad poziomem morza. W przypadku pola temperatury powietrza jest to gradient horyzontalny „zredukowany” do poziomu morza.

Różnice między gradientami wyznaczonymi wg równań prostych i hiperplaszczyn regresji można przyjąć jako miarę deformacji pól zmiennych meteorologicznych przez rzeźbę terenu.

2. Zależność gradientów południkowych zmiennych meteorologicznych od szerokości geograficznej na półkuli północnej

Ogólnym tłem badań strefowości klimatu Polski są przeciętne gradienty południkowe w umiarkowanych i innych szerokościach geograficznych półkuli północnej.

Najważniejsze cechy pól zmiennych meteorologicznych w Polsce określono przez porównanie średnich gradientów temperatury i wilgotności powietrza, zachmurzenia, opadu, ciśnienia atmosferycznego z całego obszaru Polski /opisanych równaniami hiperplaszczyn regresji/ z przeciętnymi gradientami umiarkowanych

szerokości geograficznych - wzdłuż równoleżnika

$\varphi = 51,8^\circ$.

Zależność gradientów południkowych od szerokości geograficznej na półkuli północnej ilustrują krzywe na ryc. 187-193, które opracowano częściowo na podstawie danych zaczerpniętych z publikacji Chromowa /1969/ i Witwickiego /1980/.

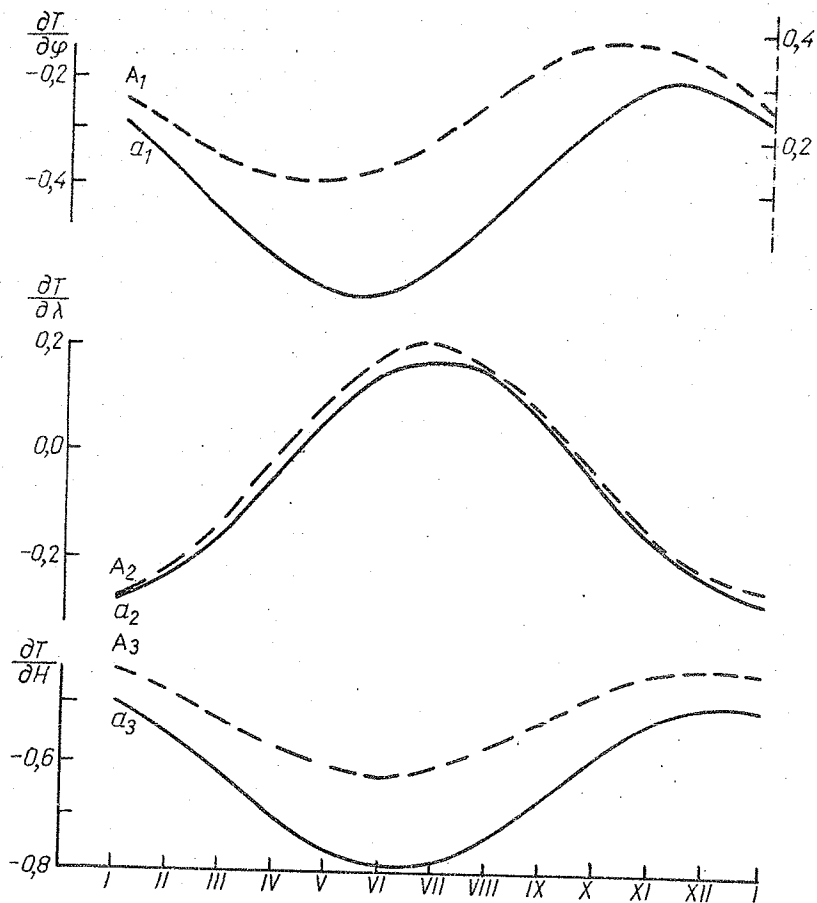
Na odrębność /osobliwość/ klimatu Polski - środkowej Europy wskazują różnice między gradientami uzyskanymi na obszarze Polski i całej strefy umiarkowanej.

Polska na tle równoleżnika 52° wyróżnia się przede wszystkim zimą - mniejszymi gradientami południkowymi:

- temperatury powietrza - o $1,0^\circ\text{C}/1^\circ\varphi$,
- ciśnienia pary wodnej - o $0,3 \text{ hPa}/1^\circ\varphi$,
- wilgotności bezwzględnej - o $0,2 \text{ g/m}^2/1^\circ\varphi$.

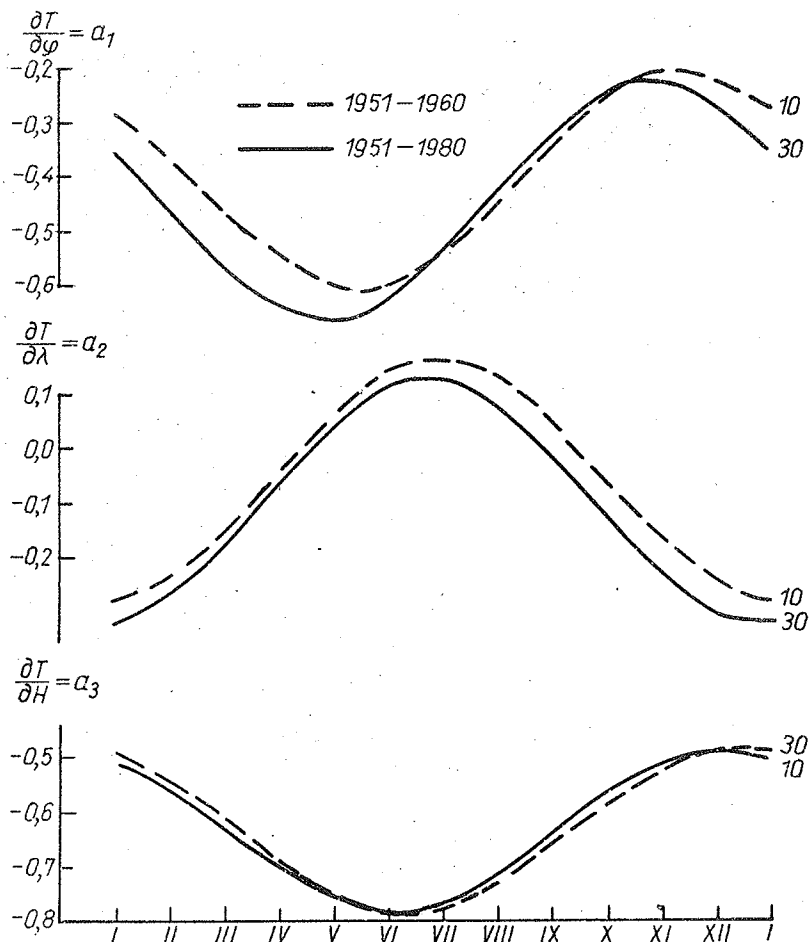
Natomiast większymi gradientami o odmiennym znaku w stosunku do równoleżnika 52° cechują się przede wszystkim ciśnienie atmosferyczne i opad atmosferyczny. Świadczy to o znacznej astrefowości pól tych zmiennych meteorologicznych w chłodnej porze roku.

Pola zmiennych meteorologicznych w Polsce lepiej wykazują strefowość w miesiącach letnich.



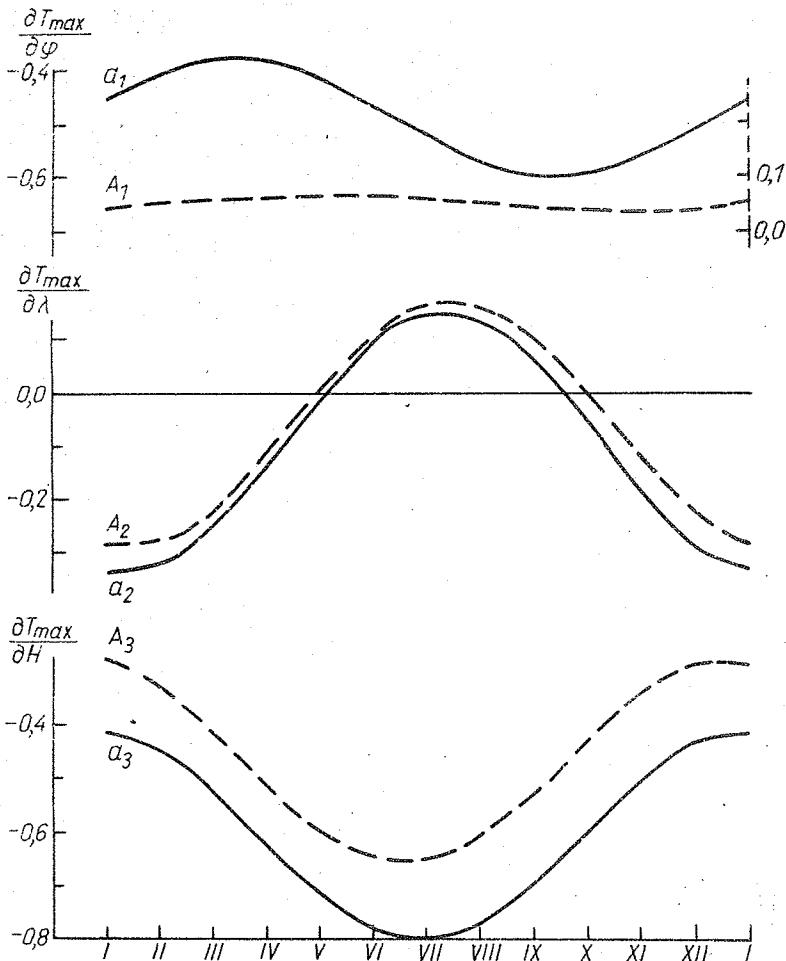
Ryc. 155. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial T}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial T}{\partial H}$ gradientów temperatury powietrza /1951-1960/ wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitude $\frac{\partial T}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T}{\partial H}$ / gradients of air temperature /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



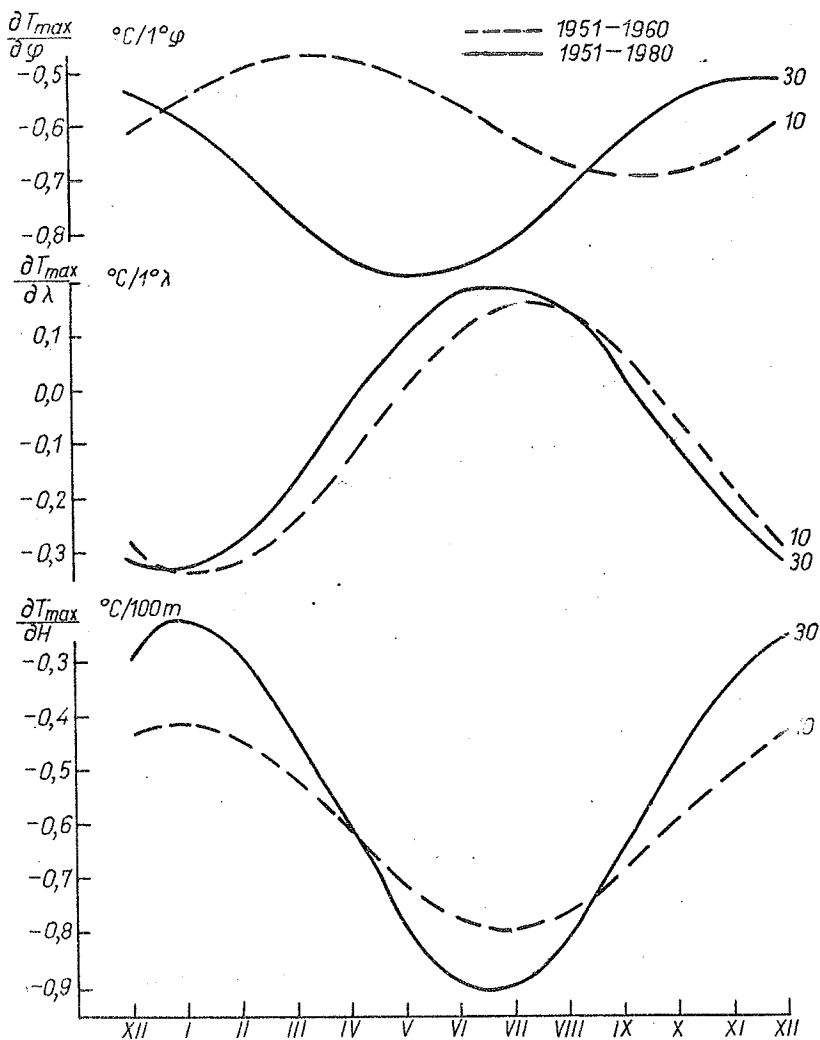
Ryc. 156. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial T}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial T}{\partial H}$ gradientów temperatury powietrza wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial T}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T}{\partial H}$ gradients of air temperature by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



Ryc. 157. Sinuscidy roczne południkowych $\frac{\partial T_{max}}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial T_{max}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial T_{max}}{\partial H}$ gradientów temperatury maksymalnej /1951-1960/ wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

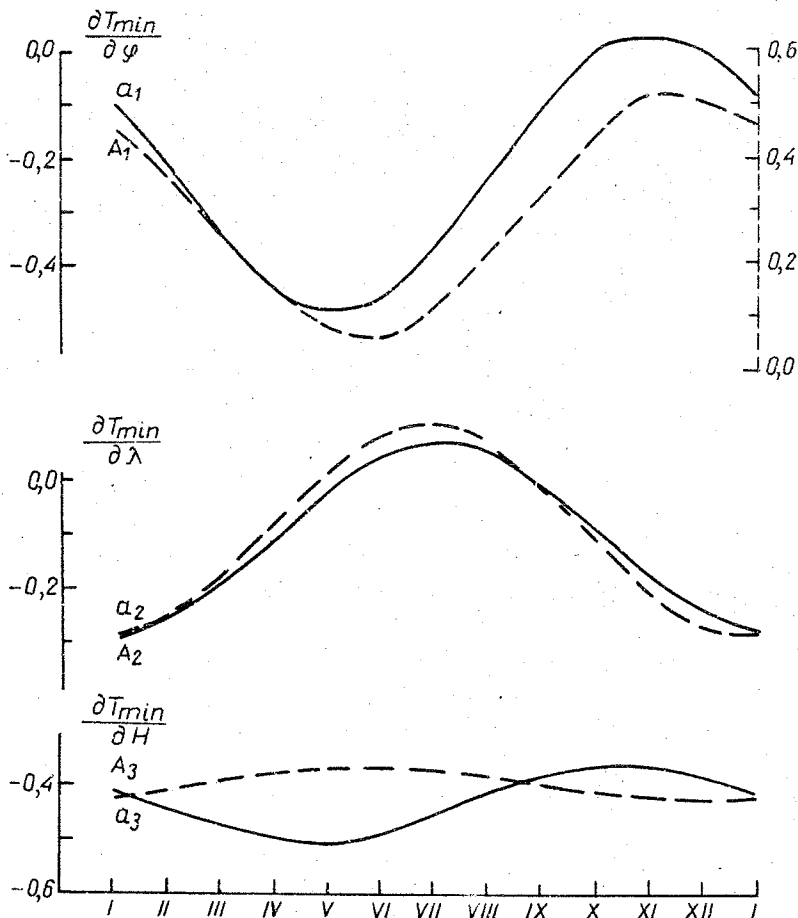
Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial T_{max}}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial T_{max}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T_{max}}{\partial H}$ gradients of maximal temperature /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



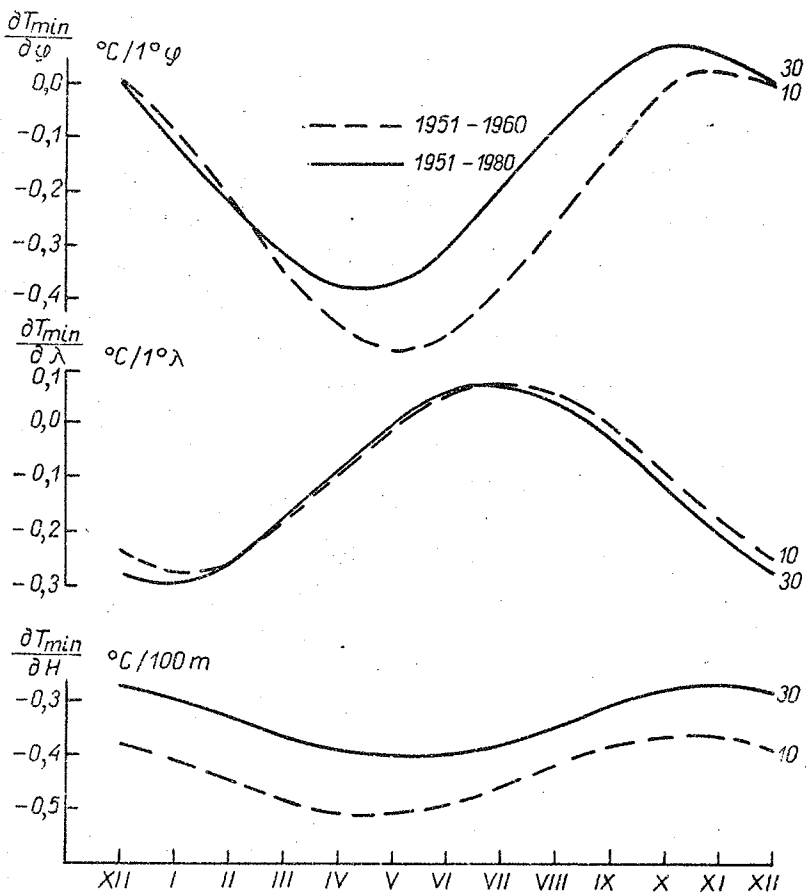
rys. 158. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial T_{max}}{\partial \varphi}$,
 równoleżnikowych $\frac{\partial T_{max}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial T_{max}}{\partial H}$
 gradientów temperatury maksymalnej wg równań hiperpłaszczy-

czynnych regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial T_{max}}{\partial \varphi}$,
 latitudinal $\frac{\partial T_{max}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T_{max}}{\partial H}$ gradients of maximal
 temperature by hyperplane equations of regression in years
 1951-1960 and 1951-1980

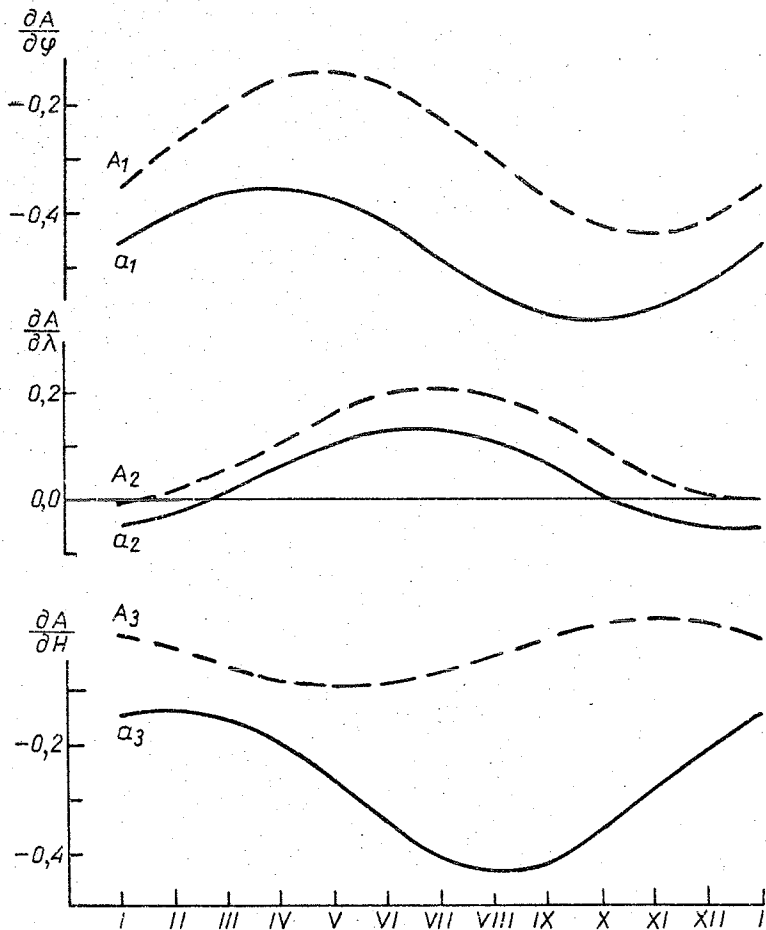


Ryc. 159. Sinusoidalne roczne południkowych $\frac{\partial T_{min}}{\partial \varphi}$,
 równoleżnikowych $\frac{\partial T_{min}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych
 $\frac{\partial T_{min}}{\partial H}$ gradientów temperatury minimalnej /1951-1960/
 wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji
 Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial T_{min}}{\partial \varphi}$,
 latitudinal $\frac{\partial T_{min}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T_{min}}{\partial H}$
 gradients of minimal temperature /1951-1960/
 by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



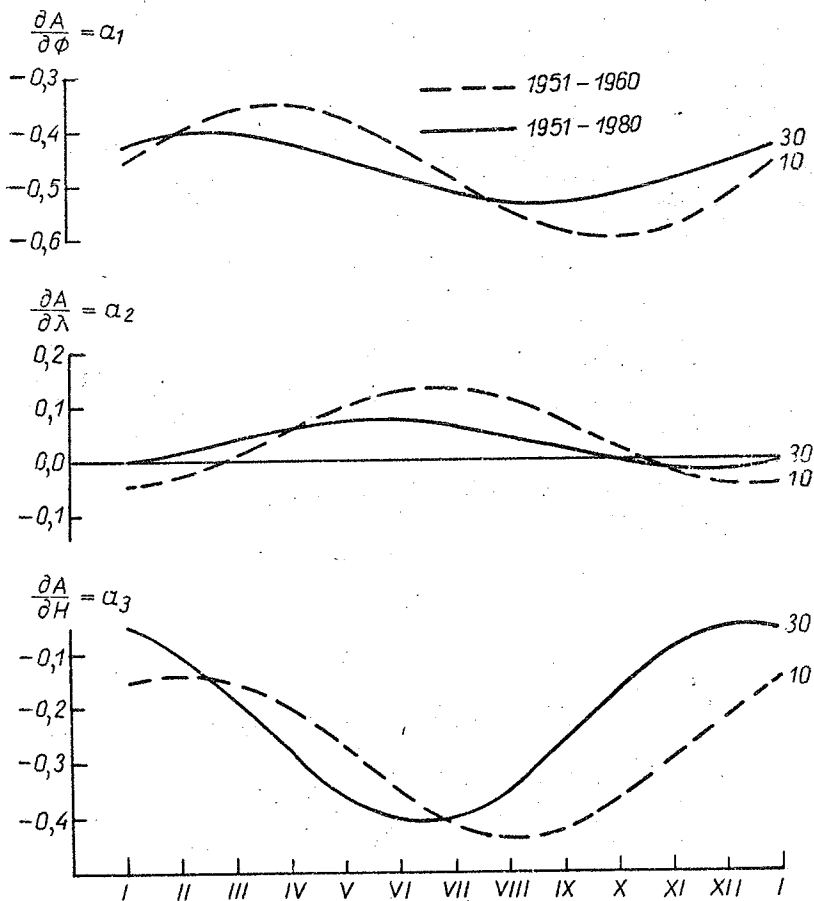
Ryc. 160. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial T_{\min}}{\partial \varphi}$,
 równoleżnikowych $\frac{\partial T_{\min}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych
 $\frac{\partial T_{\min}}{\partial H}$ / gradientów temperatury minimalnej wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i
 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial T_{\min}}{\partial \varphi}$,
 latitudinal $\frac{\partial T_{\min}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial T_{\min}}{\partial H}$ / gradients
 of minimal temperature by hyperplane equations of
 regression in years 1951-1960 and 1951-1980



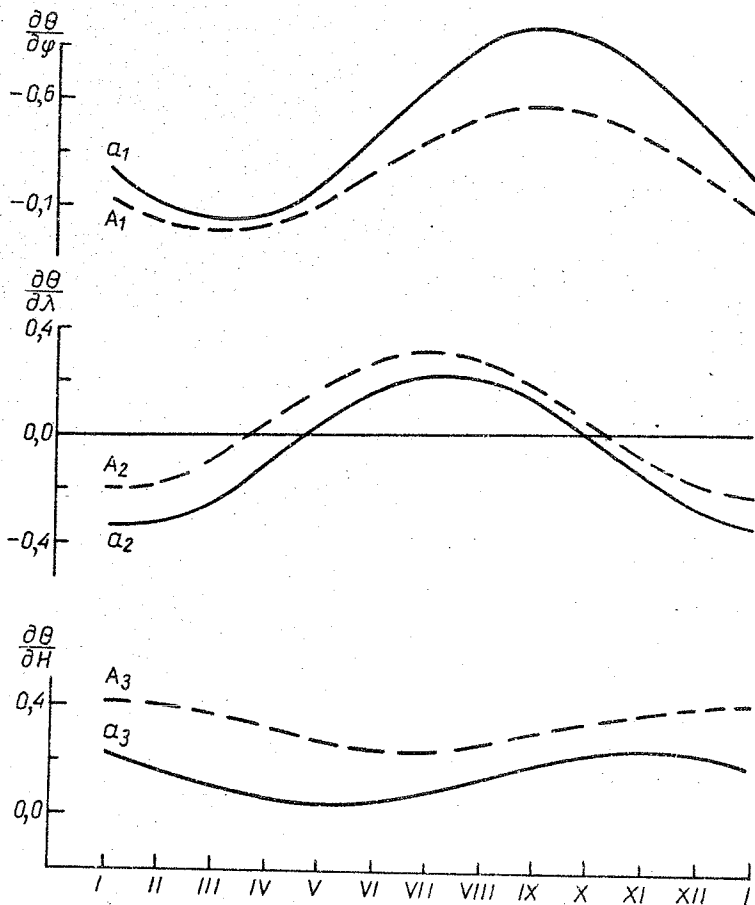
Ryc. 161. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial A}{\partial H}$ gradientów dobowej amplitudy temperatury /1951-1960/ wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial A}{\partial H}$ gradients of diurnal temperature range /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



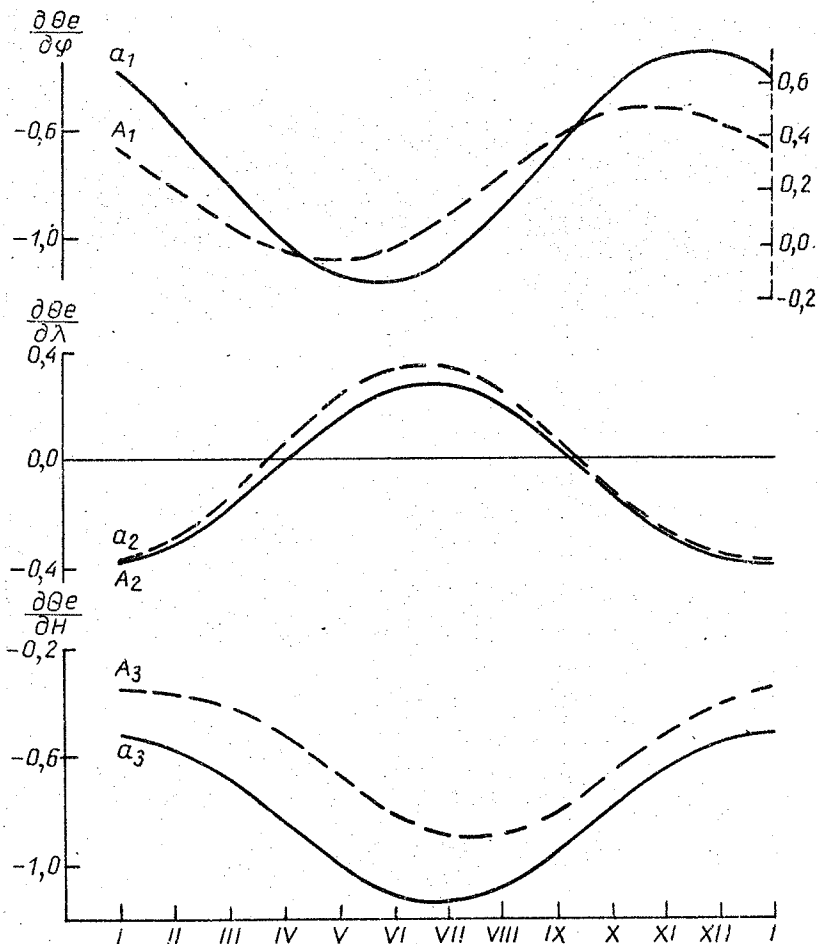
Ryc. 162. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial A}{\partial H}$ gradientów dobowej amplitudy temperatury wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial A}{\partial \lambda}$, latitudinal $\frac{\partial A}{\partial \varphi}$ and hypsometric $\frac{\partial A}{\partial H}$ gradients of diurnal temperature range by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



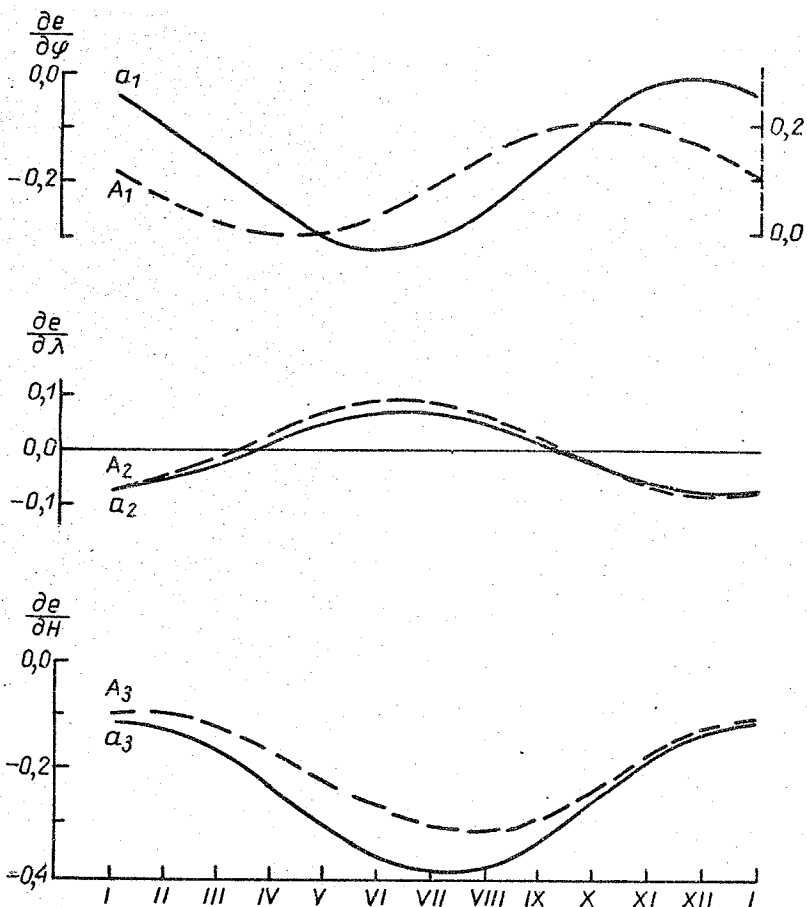
Ryc. 163. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial \theta}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial \theta}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial \theta}{\partial H}$ gradientów temperatury potencjalnej wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial \theta}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial \theta}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial \theta}{\partial H}$ gradients of potential temperature by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



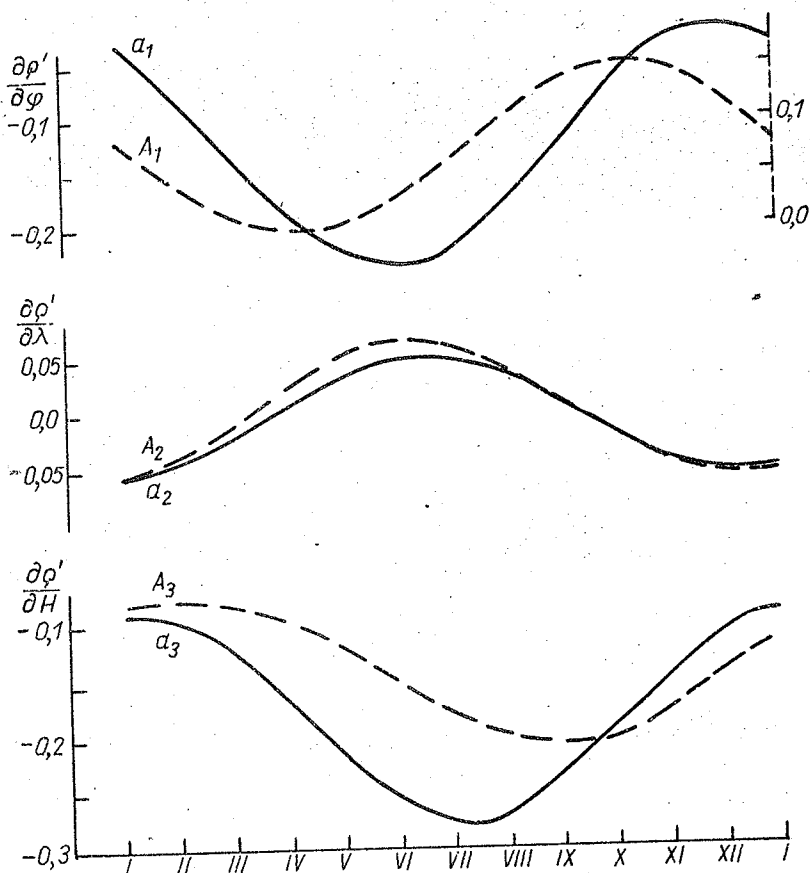
Ryc. 164. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial \theta_e}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial \theta_e}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial \theta_e}{\partial H}$ gradientów temperatury ekwiwalentnej wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial \theta_e}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial \theta_e}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial \theta_e}{\partial H}$ gradients of equivalent temperature by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 165. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial e}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial e}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial e}{\partial H}$ gradientów ciśnienia pary wodnej wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial e}{\partial \varphi}$ latitudinal $\frac{\partial e}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial e}{\partial H}$ gradients of water vapor pressure by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression

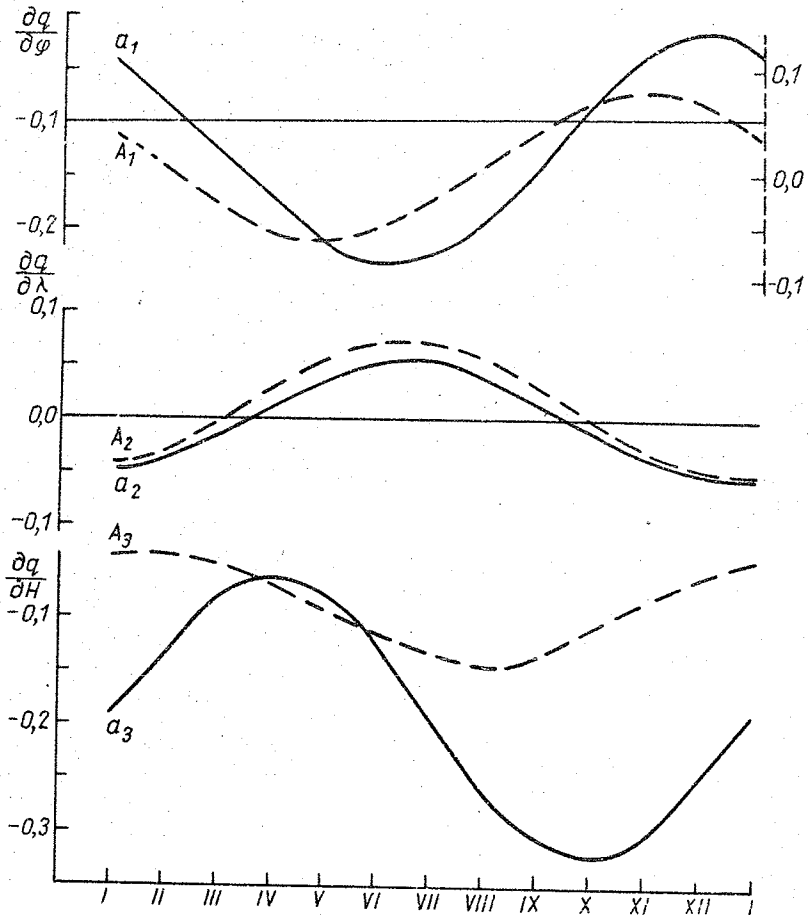


- Ryc. 166. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial \rho'}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial \rho'}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial \rho'}{\partial H}$ gradientów wilgotności bezwzględnej powietrza wg równań prostych

/A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

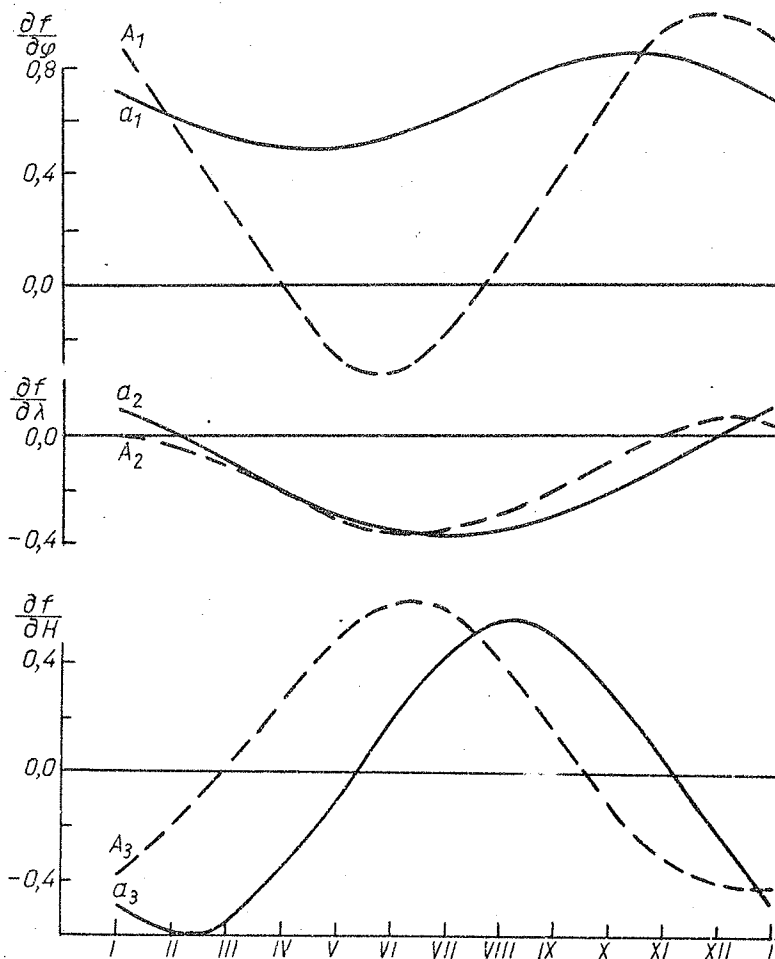
Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial \rho'}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial \rho'}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial \rho'}{\partial H}$ gradients of absolute humidity by simple equations /A/ and hyperplane equations

/a/ of regression



Ryc. 167. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial q}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial q}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial q}{\partial H}$ gradientów wilgotności właściwej wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

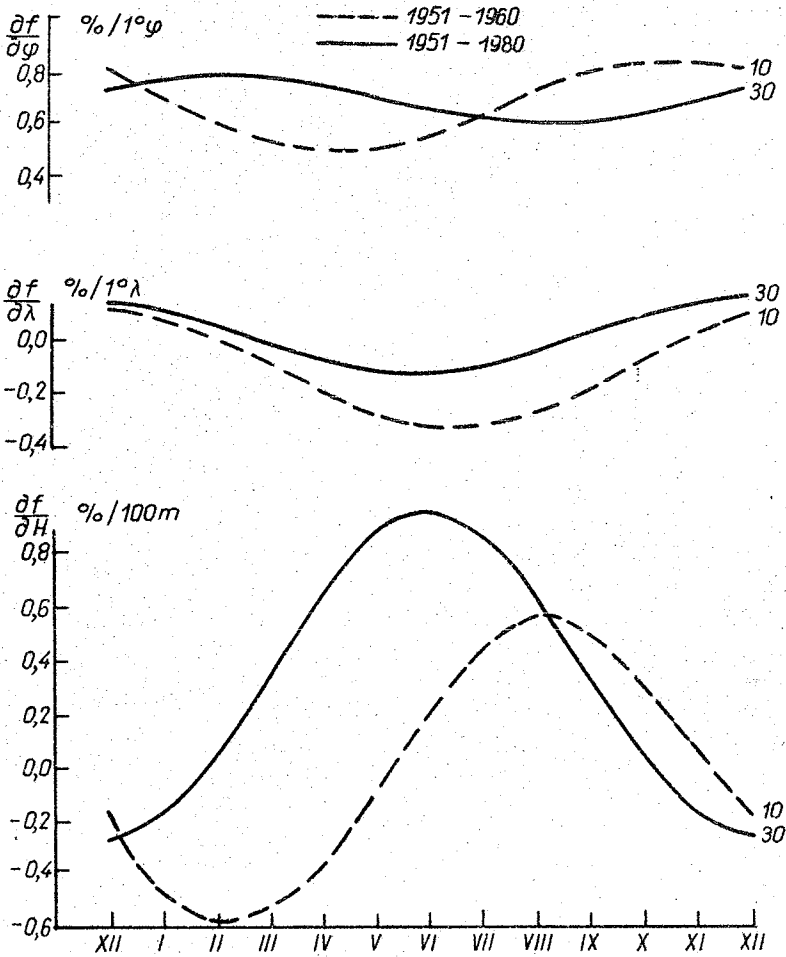
Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial q}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial q}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial q}{\partial H}$ gradients of specific humidity by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 168. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial f}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial f}{\partial H}$ gradientów wilgotności względnej /1951-1960/ wg równań prostych

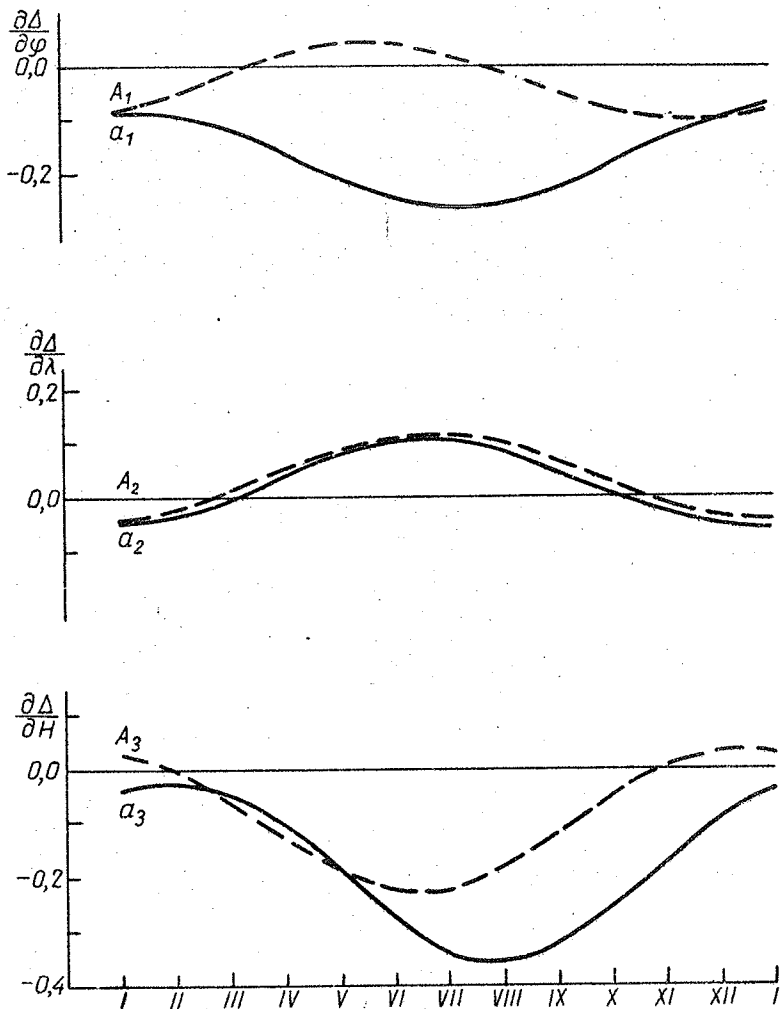
/A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial f}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial f}{\partial H}$ gradients of relative humidity /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression

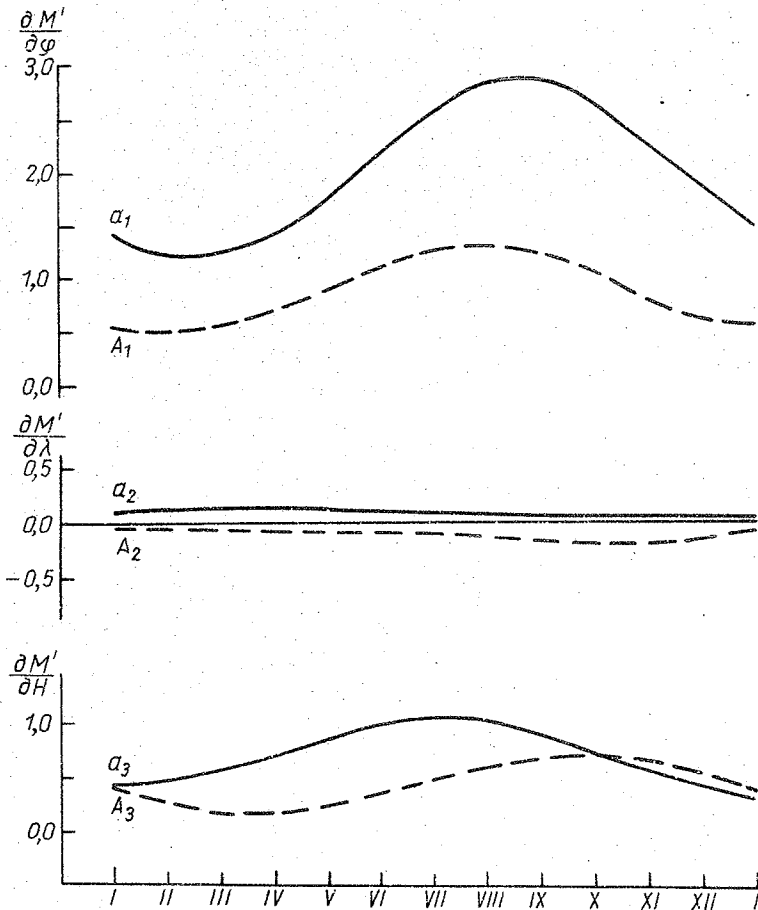


Ryc. 169. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial f}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial f}{\partial H}$ gradientów wilgotności względnej wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial f}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial f}{\partial H}$ gradients of relative humidity by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



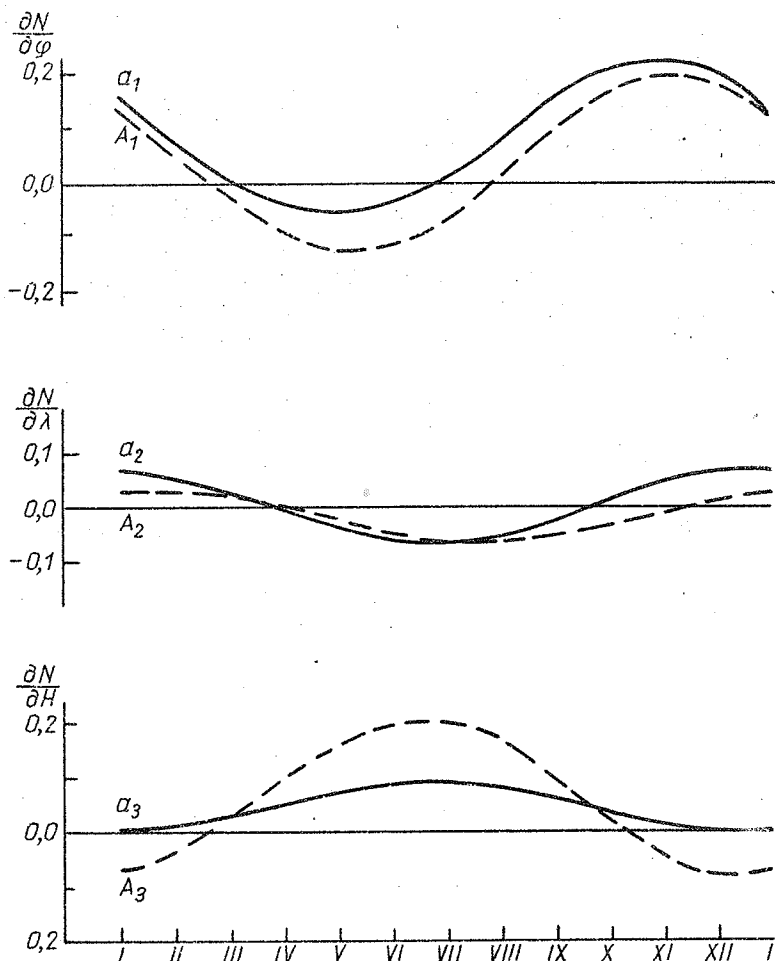
Ryc. 170. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial \Delta}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial \Delta}{\partial H}$ gradientów niedosytu wilgotności powietrza wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji.
 Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial \Delta}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial \Delta}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial \Delta}{\partial H}$ gradients of humidity deficit by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 171. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial M'}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial M'}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial M'}{\partial H}$ gradientów poziomego strumienia pary wodnej wg równań prostych

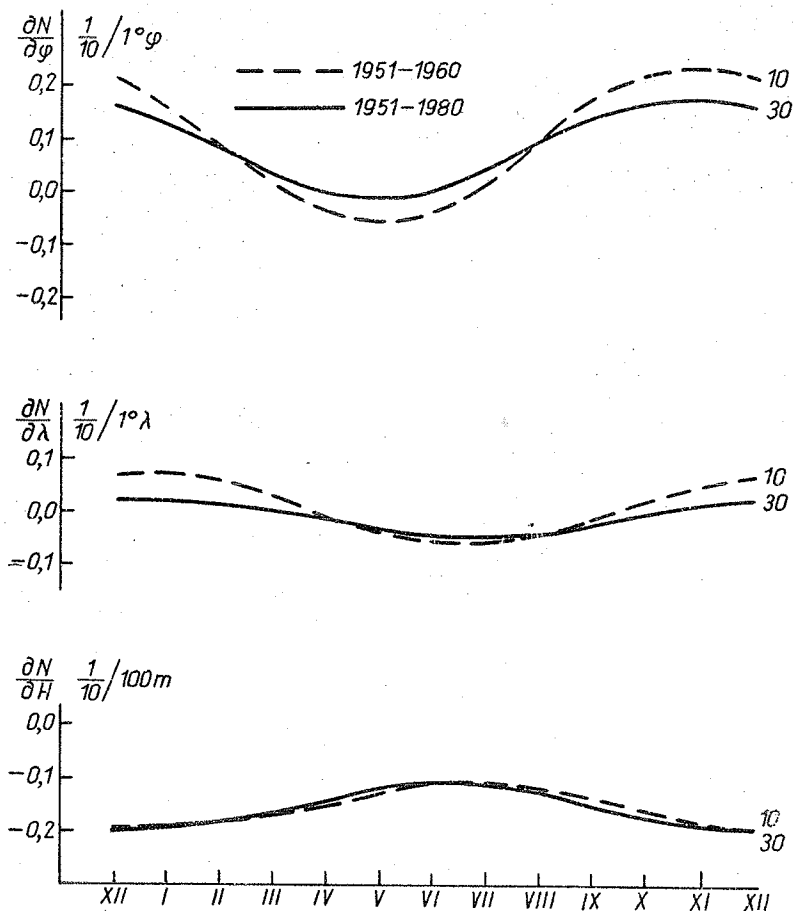
/A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial M'}{\partial \lambda}$, latitudinal $\frac{\partial M'}{\partial \varphi}$ and hypsometric $\frac{\partial M'}{\partial H}$ gradients of horizontal water vapor stream by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



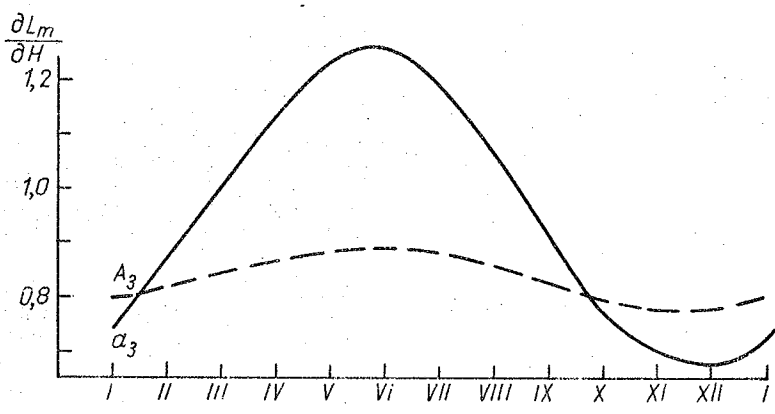
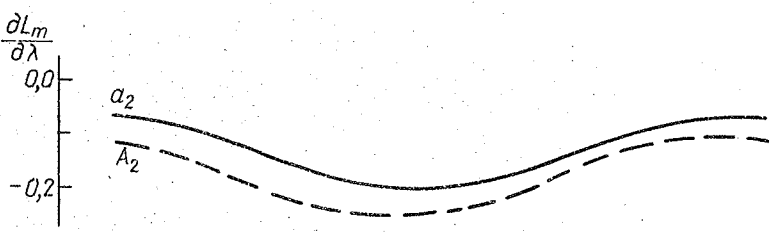
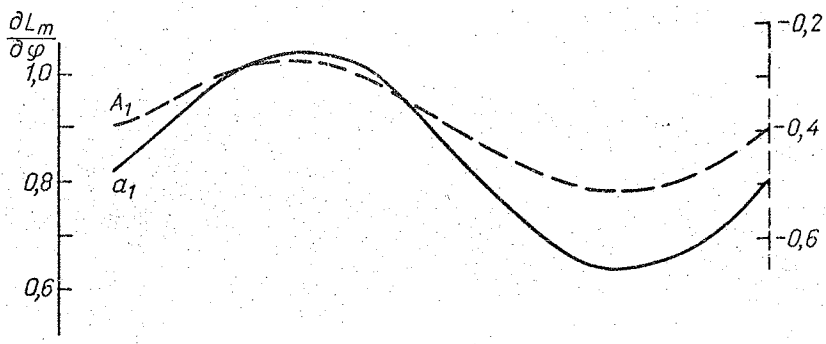
Ryc. 172. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial N}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial N}{\partial H}$ gradientów zachmurzenia /1951-1960/ wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial N}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial N}{\partial H}$ gradients of cloudiness /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



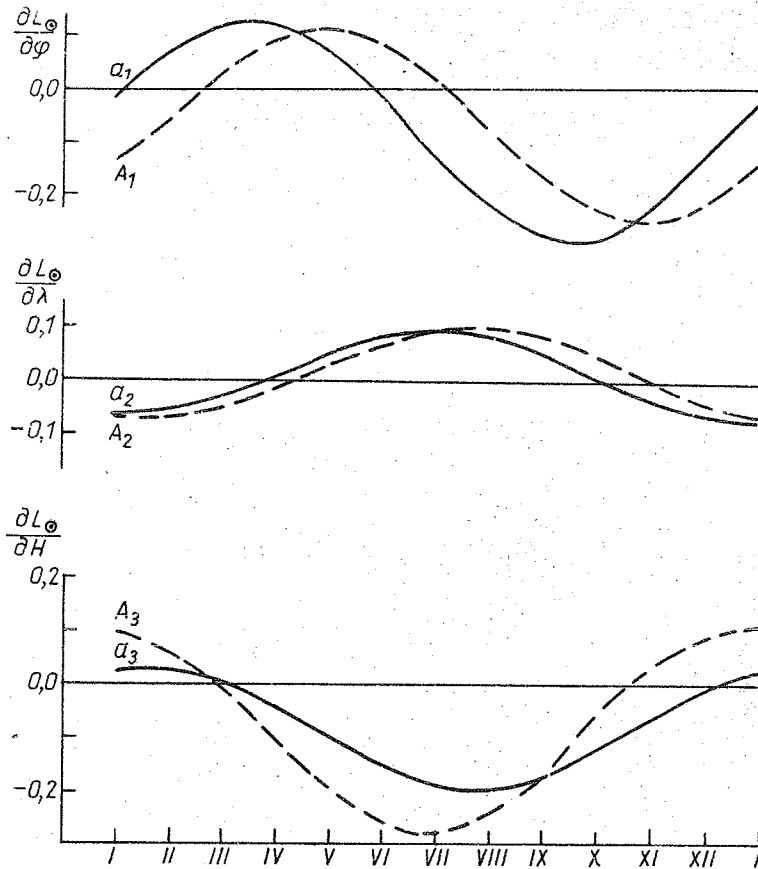
Ryc. 173. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial N}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial N}{\partial H}$ gradientów zachmurzenia wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial N}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial N}{\partial H}$ gradients of cloudiness by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



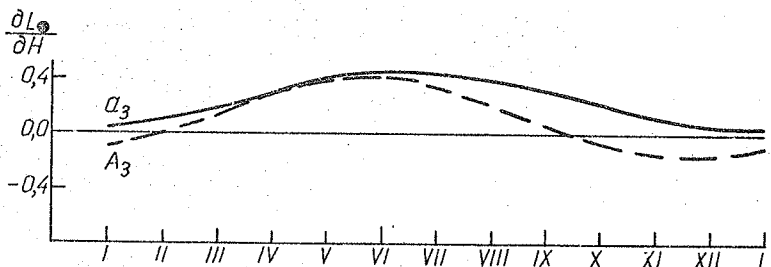
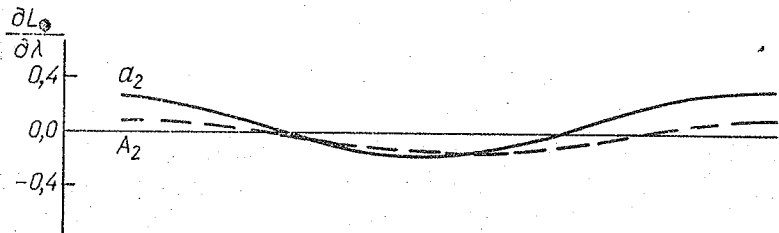
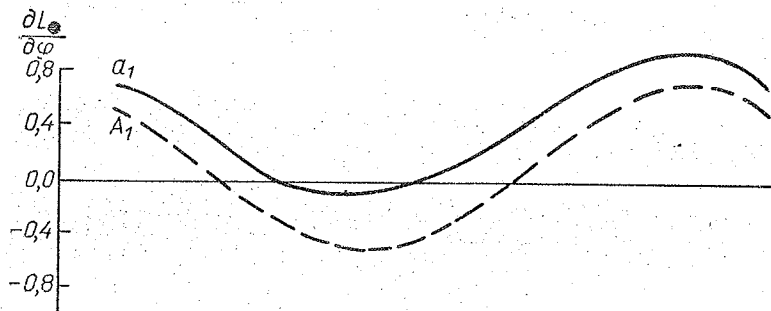
Ryc. 174. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_m}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_m}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_m}{\partial H}$ gradientów liczby dni z mgłą wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_m}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_m}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_m}{\partial H}$ gradients of days with fog by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



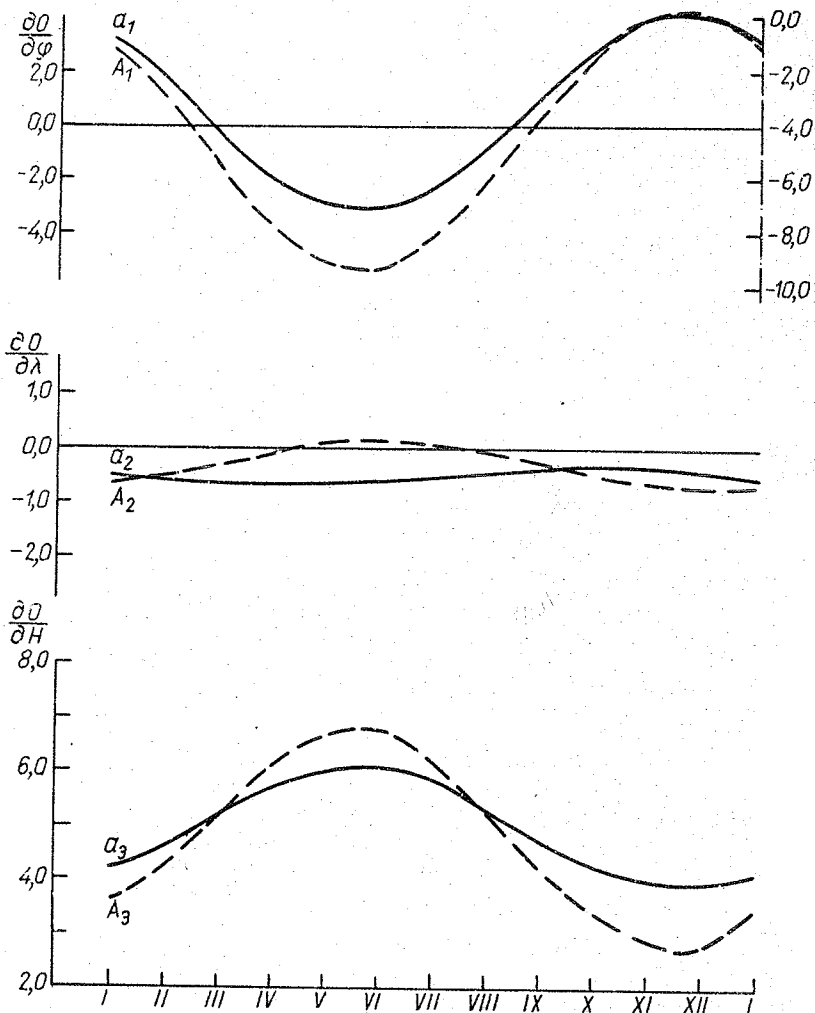
Ryc. 175. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial H}$ gradientów liczby dni pogodnych wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_{\odot}}{\partial H}$ gradients of sunny days by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 176. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial H}$ gradientów liczby dni pochmurnych wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

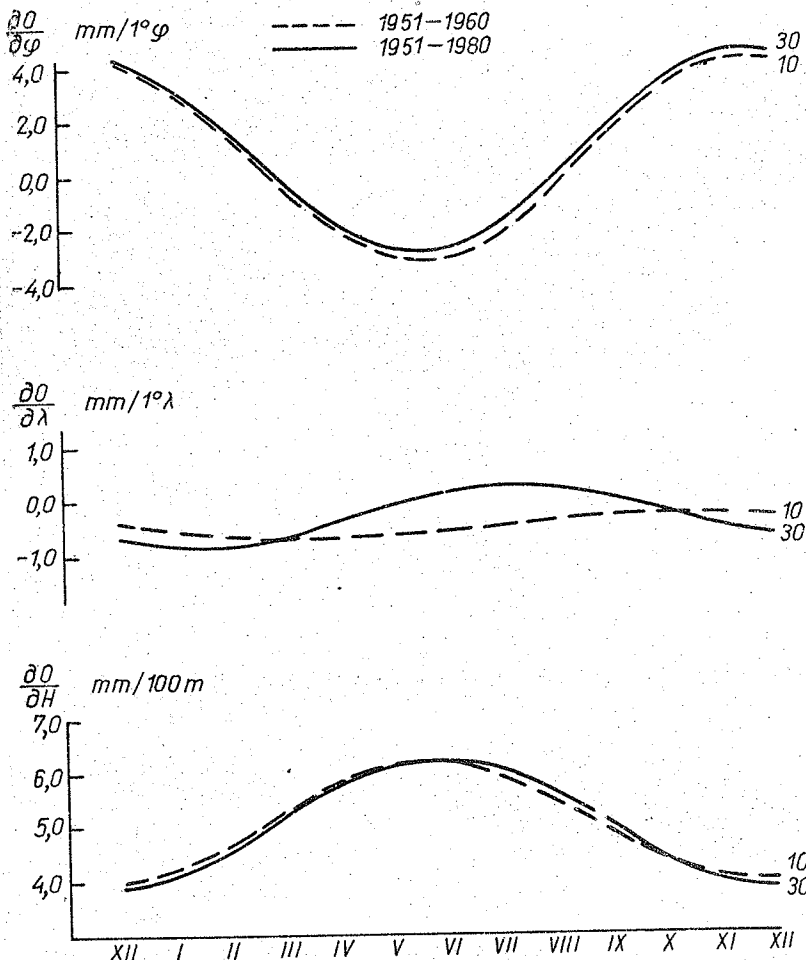
Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_{\oplus}}{\partial H}$ gradients of cloudy days by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 177. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial O}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial O}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial O}{\partial H}$ gradientów sum opadów atmosferycznych /1951-1960/ wg równań

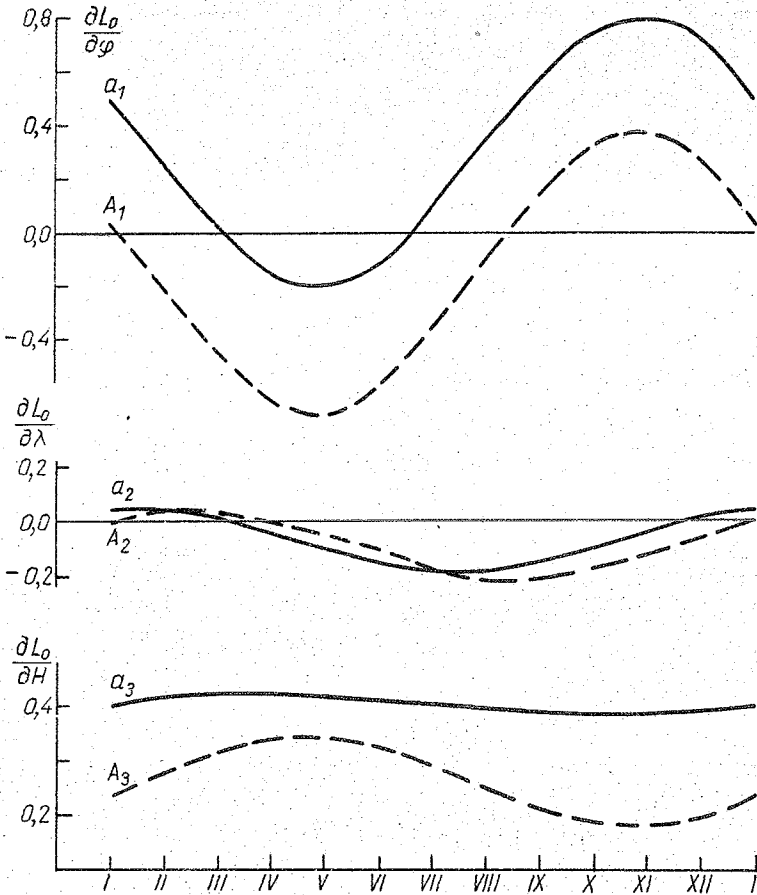
prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial O}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial O}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial O}{\partial H}$ gradients of totals of precipitation /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



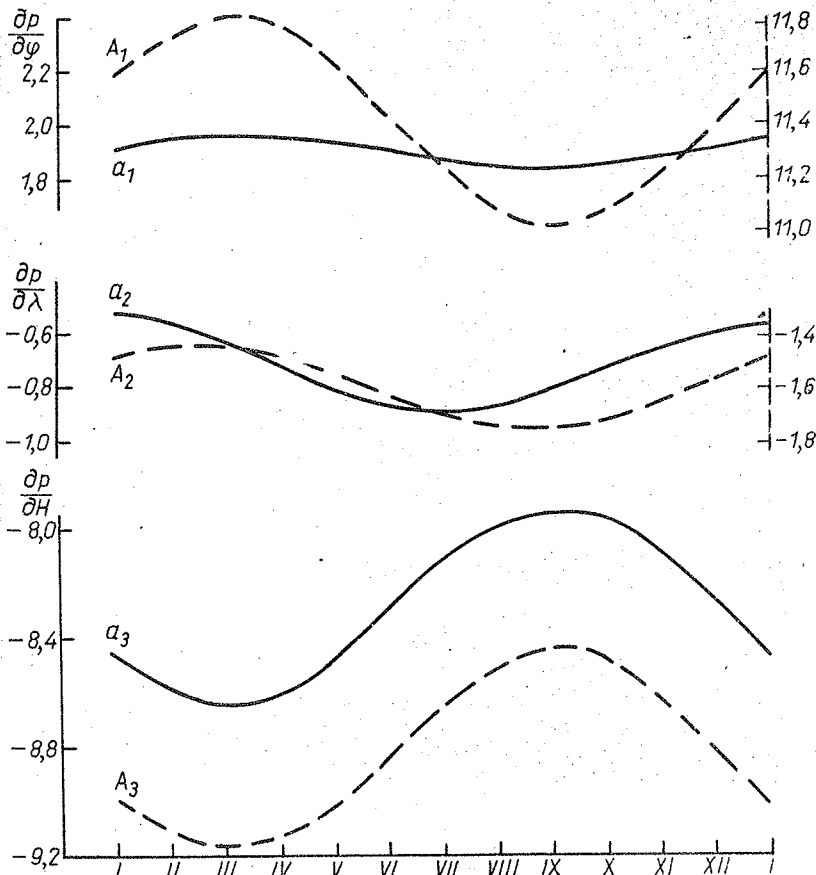
Ryc. 178. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial Q}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial Q}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial Q}{\partial H}$ gradientów sum opadów atmosferycznych wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial Q}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial Q}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial Q}{\partial H}$ gradients of totals of precipitation by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



Ryc. 179. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_0}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_0}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_0}{\partial H}$ gradientów liczby dni z opadem wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_0}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_0}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_0}{\partial H}$ gradients of days with precipitation by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



Ryc. 180. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial p}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial p}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial p}{\partial H}$ gradientów ciśnienia atmosferycznego wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial p}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial p}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial p}{\partial H}$ gradients of atmospheric pressure by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression

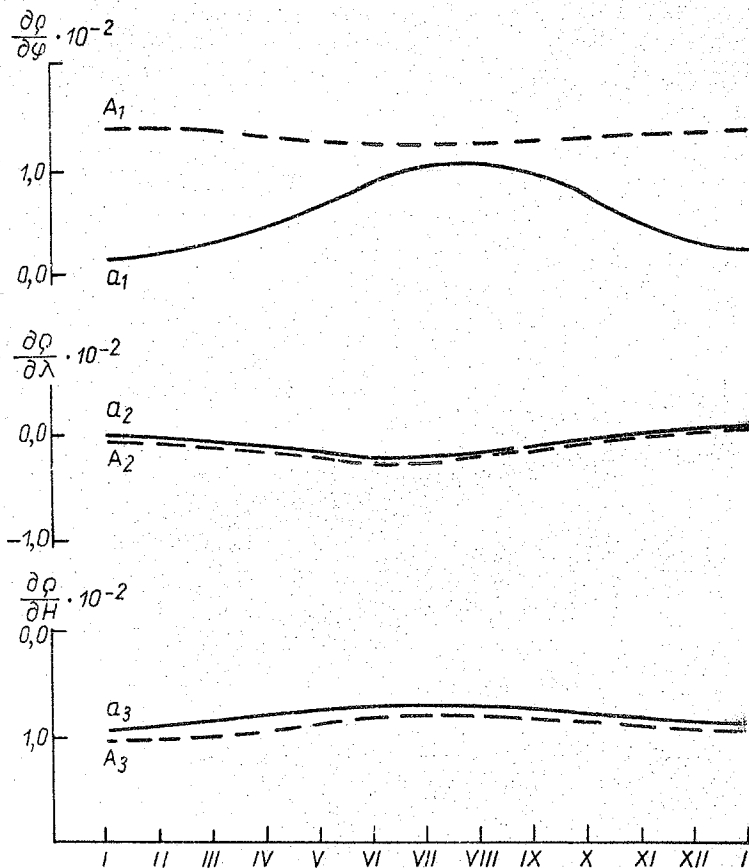
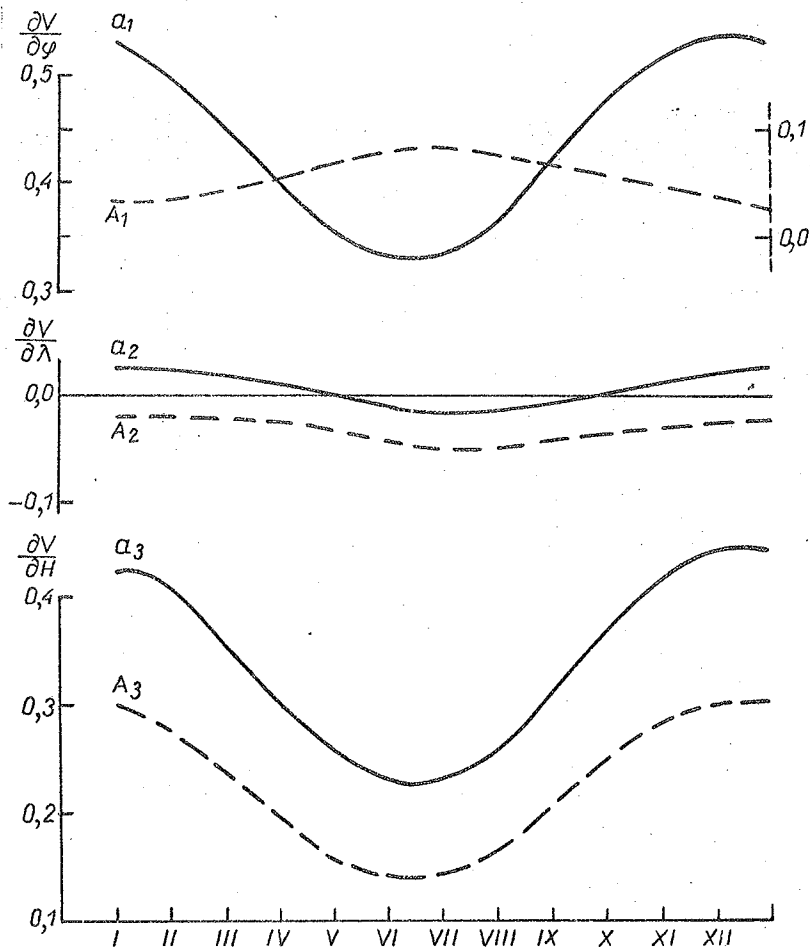


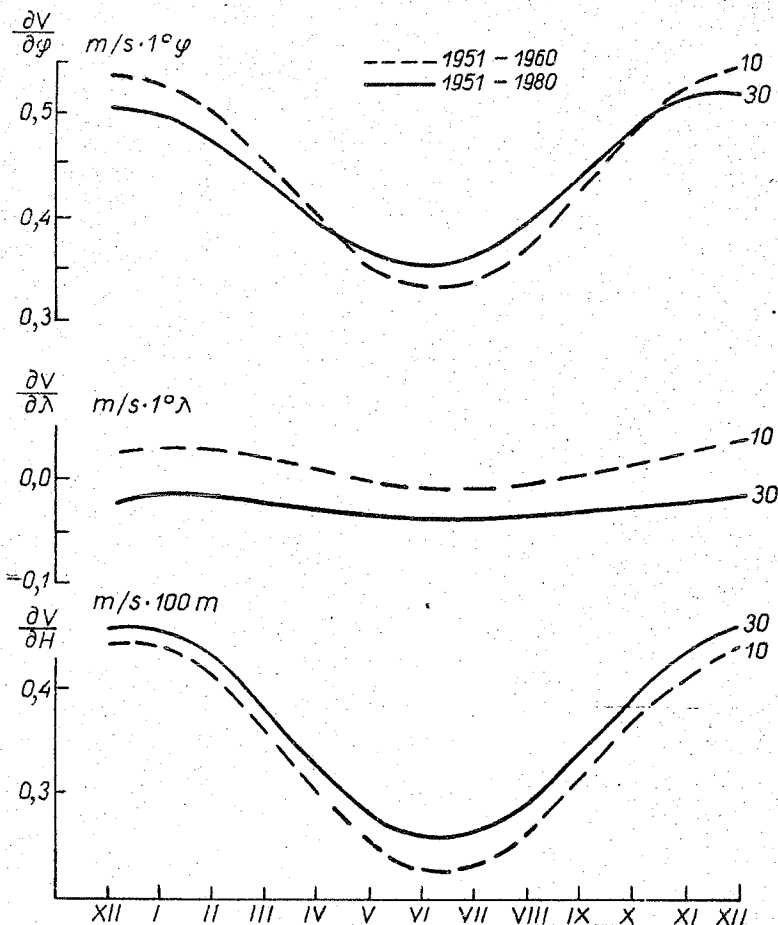
Fig. 181. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial \rho}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial \rho}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial \rho}{\partial H}$ gradientów gęstości powietrza wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzny /a/ regresji.

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial \rho}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial \rho}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial \rho}{\partial H}$ gradients of air density by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression.



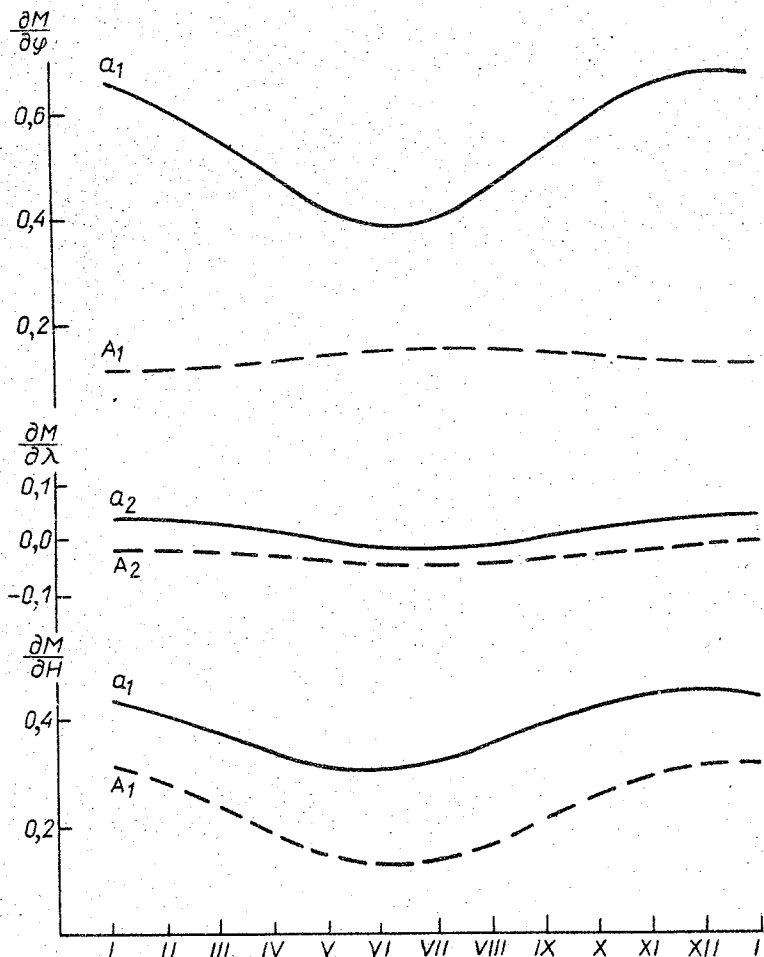
Ryc. 182. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial v}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial v}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial v}{\partial H}$ gradientów prędkości wiatru /1951-1960/ wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial v}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial v}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial v}{\partial H}$ gradients of wind velocity /1951-1960/ by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



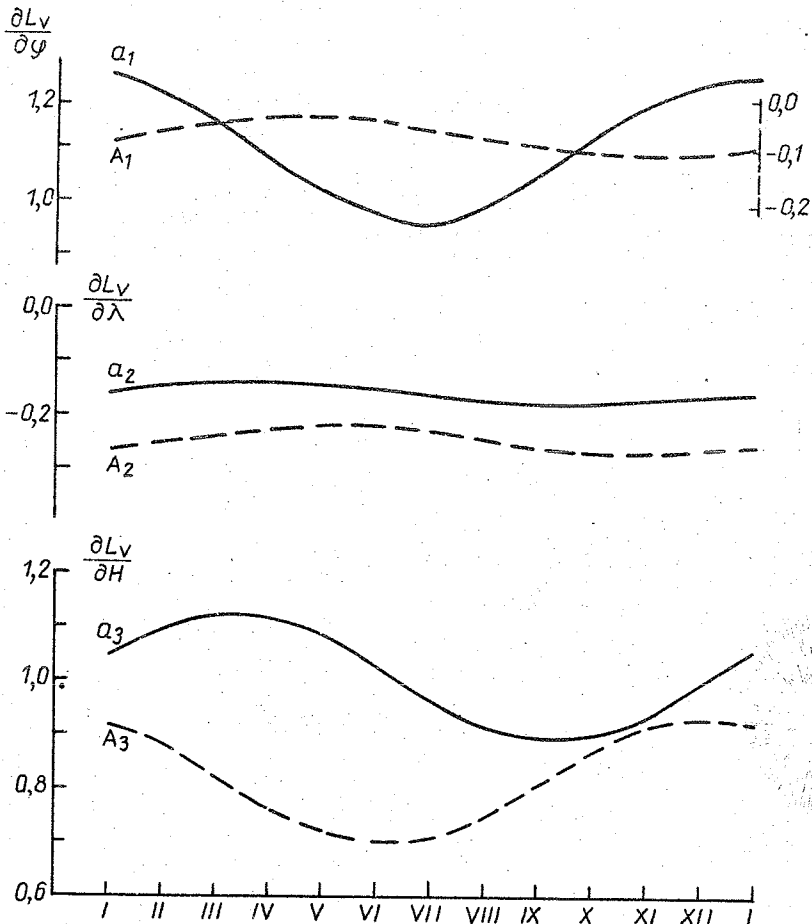
Ryc. 183. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial v}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial v}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial v}{\partial H}$ gradientów prędkości wiatru wg równań hiperpłaszczyzn regresji w latach 1951-1960 i 1951-1980

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial v}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial v}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial v}{\partial H}$ gradients of wind velocity by hyperplane equations of regression in years 1951-1960 and 1951-1980



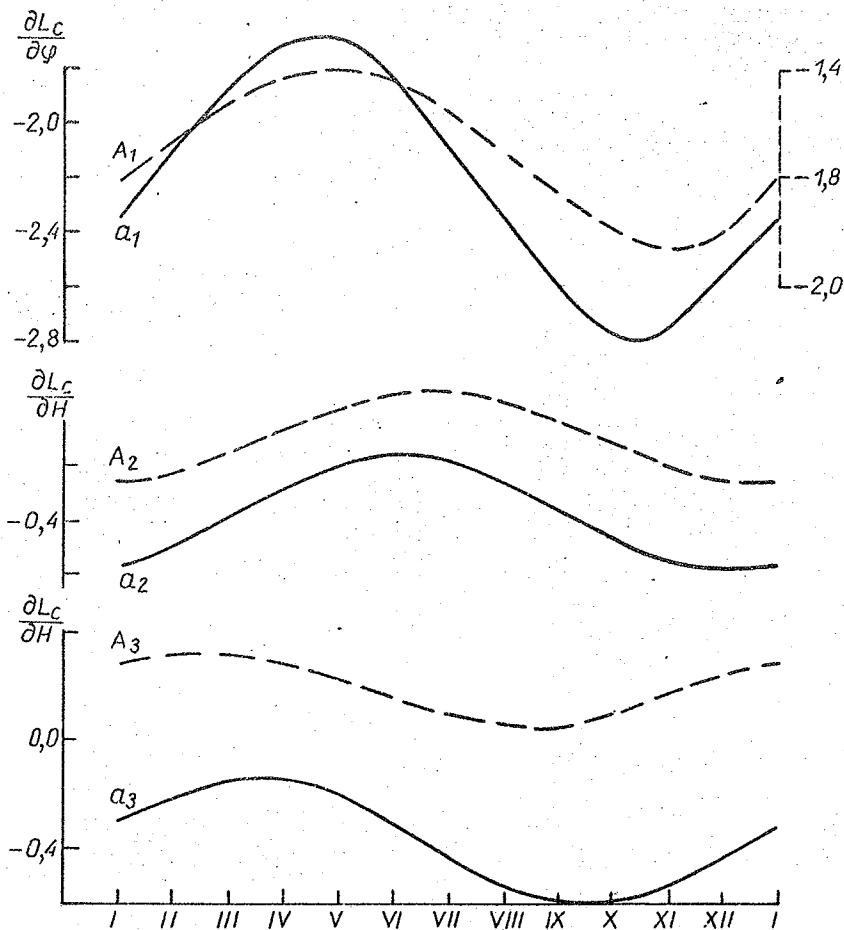
Ryc. 184. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial M}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial M}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial M}{\partial H}$ gradientów poziomego strumienia powietrza wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial M}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial M}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial M}{\partial H}$ gradients of horizontal air stream by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



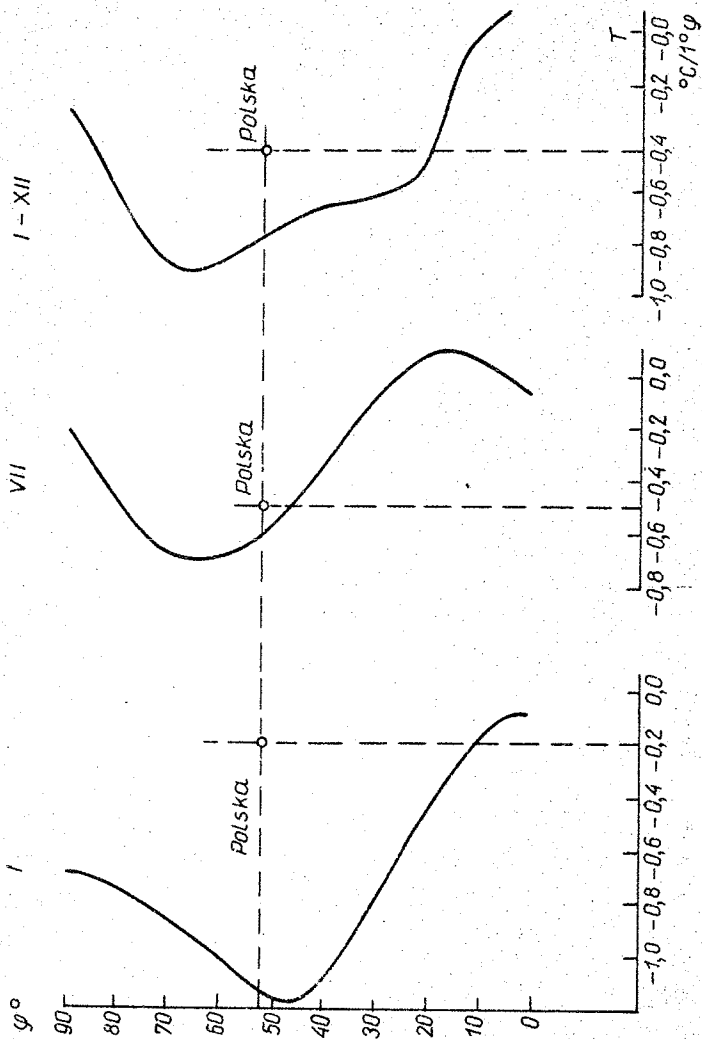
Ryc. 185. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_V}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_V}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_V}{\partial H}$ gradientów liczby dni z wiatrem silnym wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_V}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_V}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_V}{\partial H}$ gradients of days with strong wind by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression

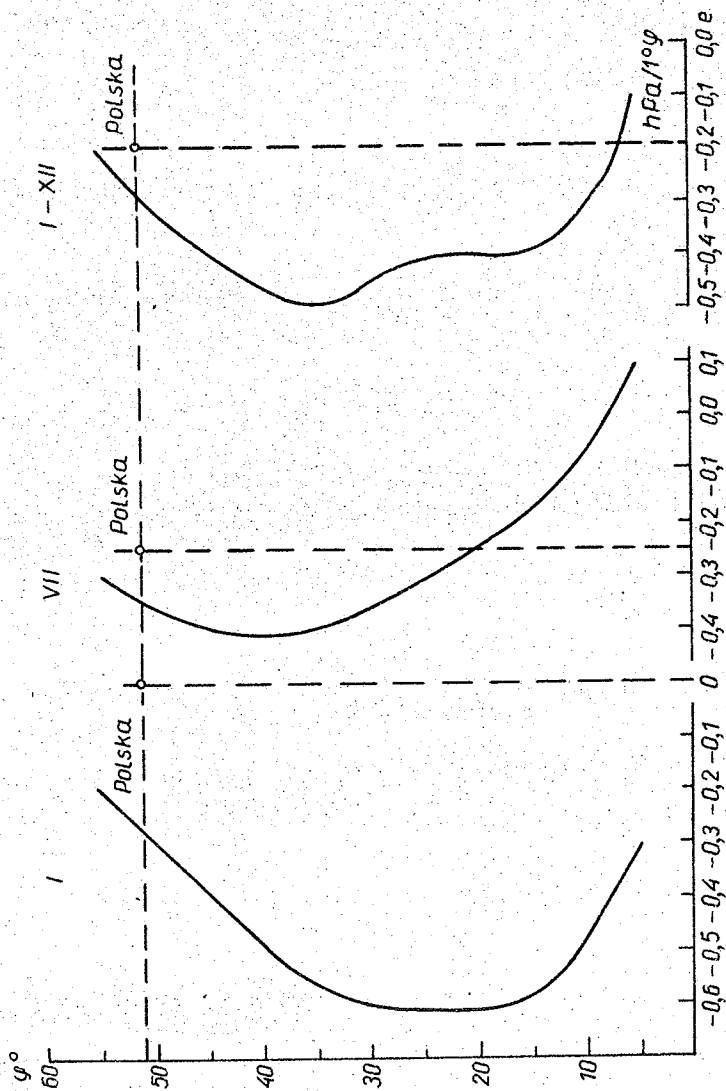


Ryc. 186. Sinusoidy roczne południkowych $\frac{\partial L_c}{\partial \varphi}$, równoleżnikowych $\frac{\partial L_c}{\partial \lambda}$ i hipsometrycznych $\frac{\partial L_c}{\partial H}$ gradientów liczby przypadków cisz wg równań prostych /A/ i hiperpłaszczyzn /a/ regresji

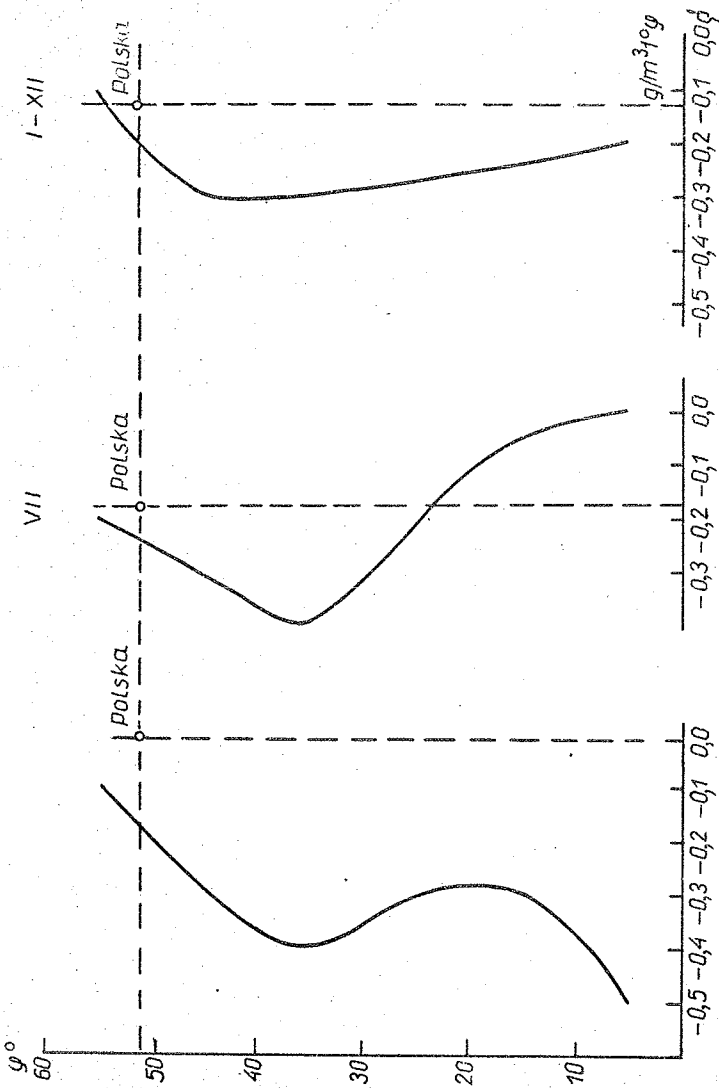
Annual sine curves for longitudinal $\frac{\partial L_c}{\partial \varphi}$, latitudinal $\frac{\partial L_c}{\partial \lambda}$ and hypsometric $\frac{\partial L_c}{\partial H}$ gradients of calm by simple equations /A/ and hyperplane equations /a/ of regression



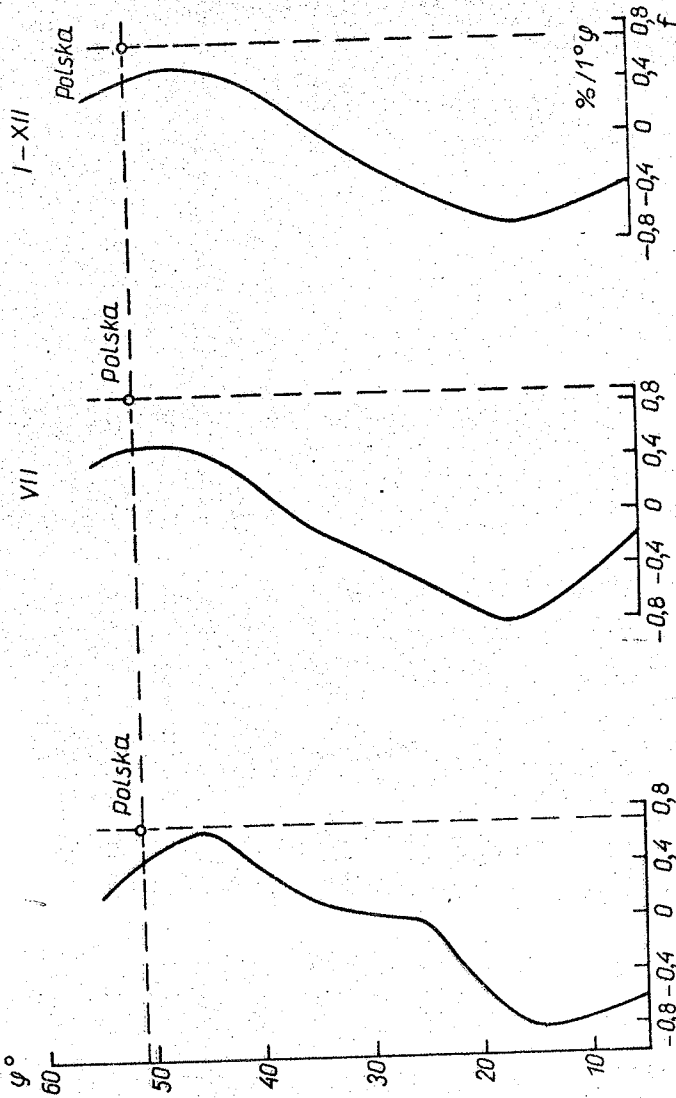
Ryc. 187. Zależność południkowych gradientów temperatury powietrza $\frac{\partial T}{\partial \psi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal air temperature gradients $\frac{\partial T}{\partial \psi}$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere



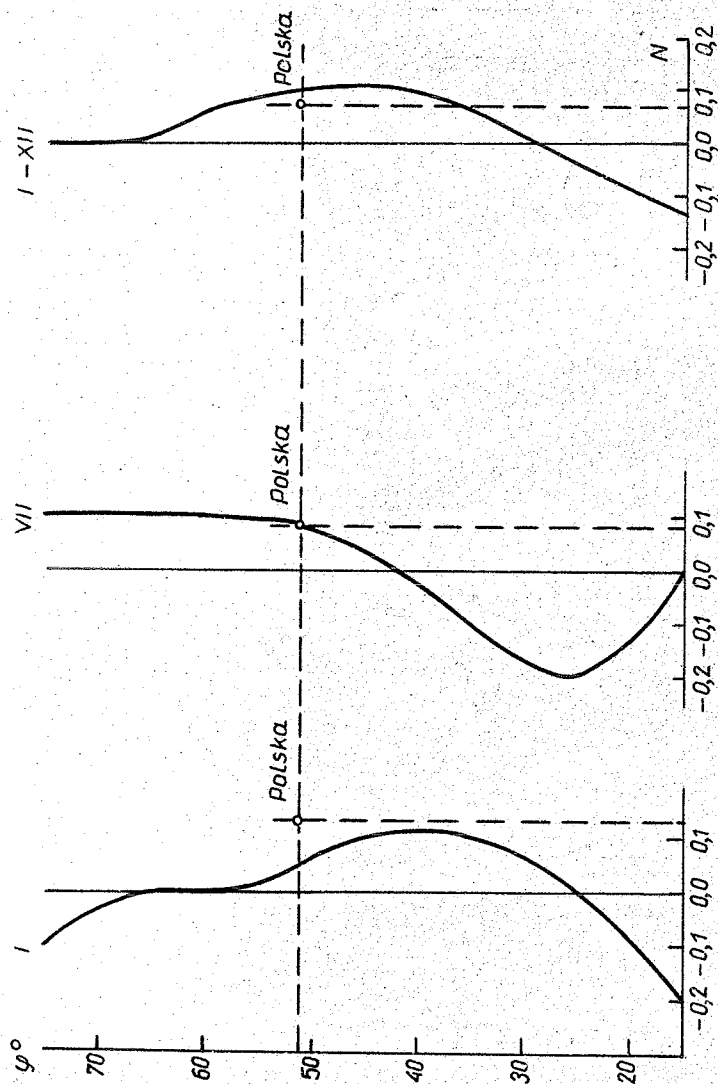
Ryc. 188. Zależność południkowych gradientów ciśnienia pary wodnej $\frac{\partial e}{\partial \varphi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal water vapor pressure gradients $\frac{\partial e}{\partial \varphi}$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere



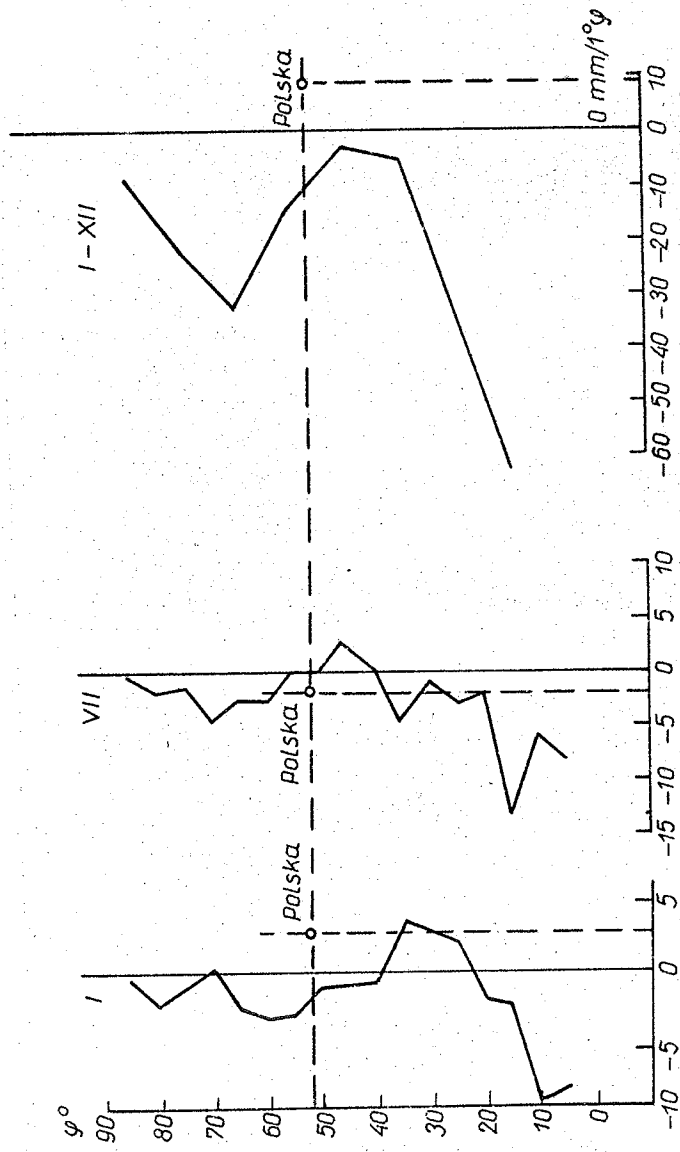
Ryc. 189. Zależność południkowych gradientów wilgotności bezwzględnej $\left(\frac{\partial p'}{\partial y}\right)$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej $\left(\frac{\partial \rho'}{\partial \varphi}\right)$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere



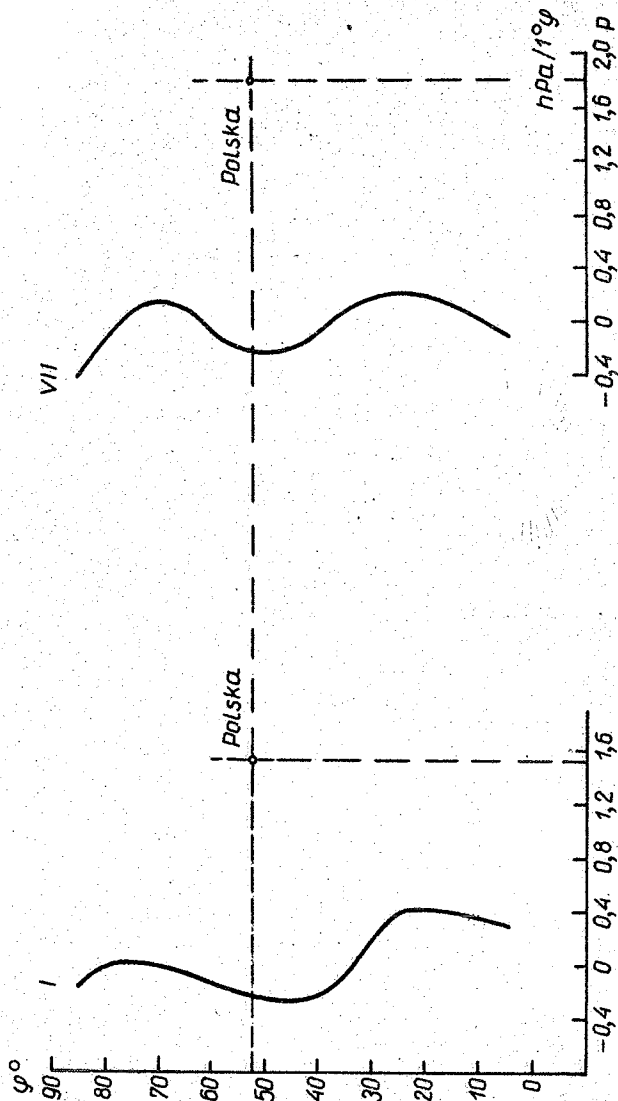
Ryc. 190. Zależność południkowych gradientów wilgotności względnej powietrza
 $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal relative humidity gradients $\frac{\partial f}{\partial \varphi}$ to geographi-
 cal latitude on the Northern Hemisphere



Ryc. 191. Zależność południkowych gradientów zachmurzenia $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal cloudiness gradients $\frac{\partial N}{\partial \varphi}$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere



Ryc. 192. Zależność południkowych gradientów sum opadów atmosferycznych $\frac{\partial \sigma}{\partial \varphi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal totals of precipitation gradients $\frac{\partial \sigma}{\partial \varphi}$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere



Ryc. 193. Zależność południkowych gradientów ciśnienia atmosferycznego $\frac{\partial p}{\partial \varphi}$ od szerokości geograficznej na półkuli północnej
 Relationship of longitudinal atmospheric pressure gradients $\frac{\partial p}{\partial \varphi}$ to geographical latitude on the Northern Hemisphere

V. ZAKOŃCZENIE

W pracy przedstawiono najistotniejsze cechy klimatu Polski uwarunkowane jej położeniem geograficznym i ukształtowaniem powierzchni. W tym celu zbadano zależność zmiennych meteorologicznych od szerokości i długości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza. Miarami tej zależności są składowe gradientu pola: poziome - południkowy i równoleżnikowy oraz pionowy - hipsometryczny, określone równaniem hiperpłaszczyzny regresji względem φ , λ , H. W ten sposób wyznaczone gradienty horyzontalne - południkowy $\frac{\partial y}{\partial \varphi}$, równoleżnikowy $\frac{\partial y}{\partial \lambda}$ - wskazują zmiany danego elementu wyrażone na $1^\circ\varphi$, $1^\circ\lambda$ na poziomie morza. Wyeliminowanie wpływu wysokości terenu na klimat pozwoliło określić strefowość pól zmiennych meteorologicznych i określić zakres oddziaływania Atlantyku i Bałtyku. Na przykład o przejściowości klimatu Polski świadczy między innymi zmiana znaku gradientu równoleżnikowego temperatury i wilgotności powietrza w ciągu roku z ujemnego zimą na dodatni latem.

Trend czasowy pól zmiennych meteorologicznych - średnich wartości i gradientów $\frac{\partial y}{\partial \varphi}$, $\frac{\partial y}{\partial \lambda}$, $\frac{\partial y}{\partial H}$ określono porównując dane z dziesięciolecia 1951-1960 i trzydziestolecia 1951-1980, a w przypadku temperatury i opadów także z lat 1779-1979 i 1813-1980.

Przeciętny, wieloletni stan atmosfery na obszarze Polski nie ulega większym zmianom w czasie. Zarówno izarytmy, jak też gradienty horyzontalne i hipsometryczne w dziesięcioleciu i trzydziestolecu są zbliżone.

Do cech charakterystycznych pola temperatury powietrza w Polsce należy zmiana układu izoterm z równoleżnikowego latem na południkowy zimą. Zimowy /astrefowy/ jej spadek z zachodu na wschód

jest uwarunkowany cyrkulacją atmosferyczną - przewagą mas powietrza polarnego morskiego na zachodzie.

Istotną cechą klimatu Polski jest strefowość sum opadów atmosferycznych - równoleżnikowy układ izohiet od 600 mm w pasie nizin środkowej Polski do 1600-1700 mm w partiach szczytowych Tatr.

Pola zmiennych meteorologicznych są najbardziej deformowane przez ukształtowanie powierzchni Polski - wysokość nad poziomem morza. Izarytmy układają się mniej więcej równolegle do łańcuchów górskich z malejącymi wartościami temperatury i wzrastającymi opadów atmosferycznych ze wzrostem wysokości.

Sinusoidy roczne gradientów południkowych, równoleżnikowych i hipsometrycznych wskazują, że wpływ czynników geograficznych na stan atmosfery jest większy w półroczu ciepłym niż chłodnym. Największym wahanom w ciągu roku ulegają gradienty hipsometryczne, a najmniejszym - gradienty równoleżnikowe.

Istnieje ogólna prawidłowość, że gradienty południkowe temperatury i zawartości pary wodnej są ujemne w ciągu całego roku. Natomiast gradienty ciśnienia atmosferycznego, gęstości powietrza i prędkości wiatru mają znak dodatni. Wyjątek stanowią zachmurzenie i opady atmosferyczne, których gradienty południkowe zmieniają znak z dodatniego w miesiącach jesienno-zimowych na ujemny w okresie wiosenno-letnim.

Najważniejszą cechą gradientów równoleżnikowych jest zmiana znaku w ciągu roku z dodatniego latem na ujemny zimą. Świadczy to o przewadze cech oceanicznych klimatu na zachodzie i kontynentalnych na wschodzie. Wpływ długości geograficznej na pola zmiennych meteorologicznych jest największy w chłodnej porze roku, zwłaszcza w przypadku temperatury powietrza. Jak wiadomo, w okresie tym osiągają szczyt aktywności najbliższe układy baryczne /Niż Islandzki i Wyż Azjatycki/, pod działaniem których znajduje się Polska.

Miara deformacji pól zmiennych meteorologicznych przez rzeźbę terenu są gradienty hipsometryczne $\frac{\partial y}{\partial h}$. Ze wzrostem wysokości nad poziomem morza maleje temperatura powietrza i jego wilgotność, ciśnienie atmosferyczne i gęstość powietrza. Natomiast opady atmosferyczne, zachmurzenie i prędkość wiatru są większe na większych wysokościach.

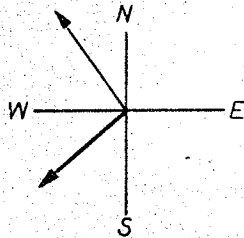
Zakres zmian gradientów geograficznych pól temperatury powietrza i opadów atmosferycznych podano niżej:

	temperatura powietrza	opad atmosferyczny
gradient południkowy	$-0,6 \div -0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}$	$-3,2 \div 4,3 \text{ mm}/1^{\circ}$
gradient równoleżnikowy	$-0,3 \div 0,2^{\circ}\text{C}/1^{\circ}$	$-0,7 \div -0,3 \text{ mm}/1^{\circ}$
gradient hipsometryczny	$-0,7 \div -0,4^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$	$3,9 \div 6,1 \text{ mm}/100\text{m}$

Miarą deformacji pola zmiennej meteorologicznej y przez ukształtowanie powierzchni Ziemi - wysokość nad poziomem morza - jest kąt α -a między gradientami horyzontalnymi $\vec{\gamma} = \left[\frac{\partial y}{\partial \varphi}, \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right] = [A_1, A_2]$ i $\vec{\gamma}' = \left[\frac{\partial y}{\partial \varphi}, \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right] = [a_1, a_2]$ określonymi równaniami prostych i hiperpłaszczyzn regresji. Na przykład gradient horyzontalny $[A_1, A_2]$ temperatury powietrza /ryc. 194/ na poziomie

T

X-III

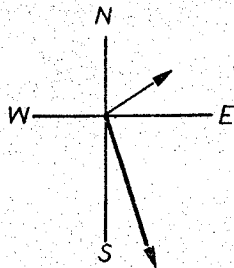


Ryc. 194. Gradienty horyzontalne $\left[\frac{\partial T}{\partial \varphi}, \frac{\partial T}{\partial \lambda} \right]$ temperatury powietrza:

→ na poziomie rzeczywistym /wg równań prostych regresji/

→ na „poziomie morza” /wg równań hiperpłaszczyzn regresji/

IV-IX

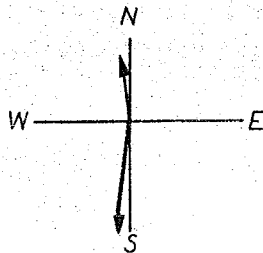


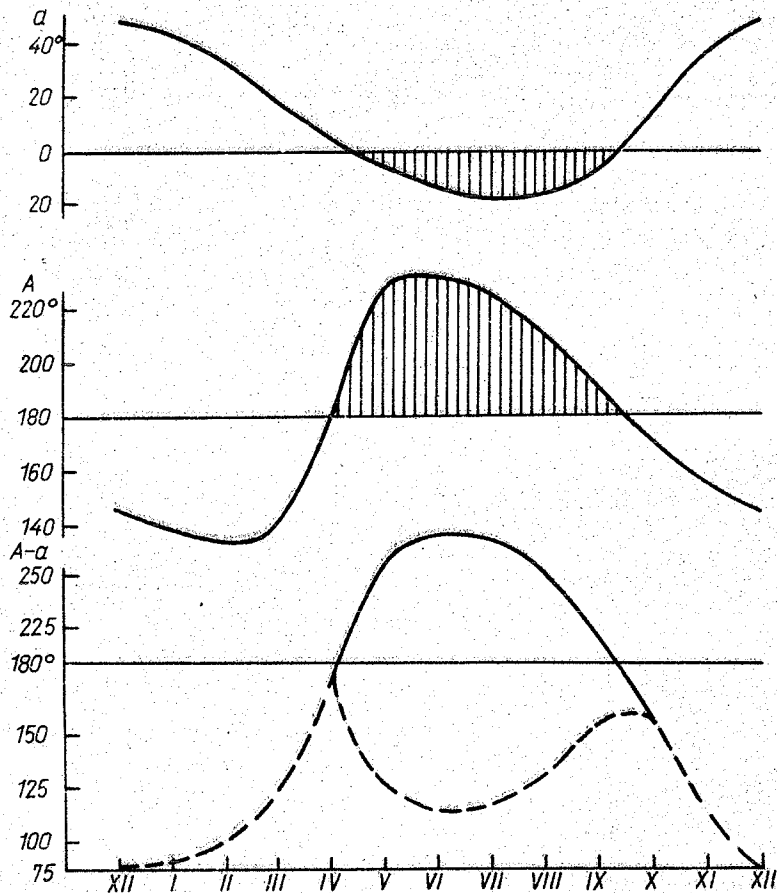
Horizontal gradients $\left[\frac{\partial T}{\partial \varphi}, \frac{\partial T}{\partial \lambda} \right]$ of air temperature

→ on actual level /by simple equations of regression/

→ on the sea level /by hyperplane equations of regression/

I-XII





Ryc. 195. Zmiany roczne wskaźników astrefowości a i deformacji $A-a$ pola temperatury powietrza
 Annual changes of azonal indexes a and deformation $A-a$ air temperature field

rzeczywistym jest odchylony od południa o kąt: w półroczu chłodnym - $A=145,8^\circ$, w półroczu ciepłym - $A=230,9^\circ$, w roku - $A=174,7^\circ$. Natomiast gradient horyzontalny $[a_1, a_2]$ zredukowany do poziomu morza jest odchylony od kierunku południowego o kąt: w półroczu chłodnym - $a=48,1^\circ$, w półroczu ciepłym - $a=14,7^\circ$, w roku - $a=6,0^\circ$. Ukształtowanie powierzchni Polski sprawia, że obserwuje się wzrost temperatury w kierunku północno-zachodnim /X-III/ lub północno-wschodnim /IV-IX/. Natomiast na poziomie morza /wektor pogrubiony/ otrzymuje się prawie strefowy rozkład temperatury powietrza na obszarze Polski - jej wzrost w kierunku południowo-zachodnim /X-III/ lub południowo-wschodnim /IV-IX/. Wskaźnik deformacji $A-a$ wynosi: w półroczu chłodnym - $97,7^\circ$, w półroczu ciepłym - $245,6^\circ$, rok - $168,7^\circ$. Współczynnik deformacji $D = \frac{|A-a|}{|A|} 100\%$ /kąt ostry między wektorami $\vec{\delta}$, $\vec{\pi}$ odniesiony do kąta 180° / przyjmuje wartości: półrocze chłodne - $D=54,3\%$, półrocze ciepłe - $D=63,6\%$, rok - $D=93,7\%$.

Zmiany roczne współczynnika deformacji D przedstawiono na ryc. 195 /linia przerywana/. Odchylenia a /azymut astronomiczny/ gradientu horyzontalnego $[a_1, a_2]$ od południa jest miarą astrefowości pola temperatury powietrza. W miesiącach półrocza letniego występuje astrefowość wschodnia / $a < 0$ /, a w miesiącach półrocza chłodnego - astrefowość zachodnia / $a > 0$ /.

SUMMARY

The main purpose of the study is the definition of the most important features of the climate of Poland, which derive from geographical position and altitude above sea level.

Until now Poland climate has been described by means of isarythms of long-term values of individual meteorological elements, which characterize average state of atmosphere best.

Spatial climatic differentiation is mainly due to the changes in latitude, the distance from the Atlantic Ocean, and the altitude above sea level. Studies in this field resulted in distinguishing of climatic regions of Poland /Gumiński 1948, Romer 1949, Okołowicz 1968, Wiszniewski and Chełchowski 1975/.

Presently within the studies carried out by the Chair of Climatology. University of Warsaw, an attempt has been made to separate climate changes affected by geographical position /sunray angle, length of day, distance from the Atlantic Ocean/ from changes caused by Poland relief /Stopa-Boryczka, Boryczka 1976, 1984, 1986/.

To this end fields of twenty four meteorological variables have been described by simple equations, plane equations, hyperplane and hyperplane of regressions /multinomial of 2, 3 and 4 degree/ in relation longitude $/\varphi/$ and latitude $/\lambda/$, and altitude above sea level $/H/$.

Most important features of Poland's climate are described by the annual course of individual meteorological elements, such as: total and absorbed radiation, duration of sunshine, air temperature and humidity, cloudiness, atmospheric precipitation, atmospheric pressure, air density, wind velocity.

Mean values of meteorological elements in the years 1971-1980 and 1951-1980 result form complex influence of geographical

factors on the intensity of thermal and water vapour cycle, and from atmospheric circulation in mid-latitudes /Tab. 1/.

The components of the field gradient /longitudinal, latitudinal and hypsometric/, $\left[\frac{\partial y}{\partial \varphi}, \frac{\partial y}{\partial \lambda}, \frac{\partial y}{\partial H} \right]$ which are partial derivatives of approximate function $y = f(\varphi, \lambda, H)$ are the measures of the influence of geographical position and absolute altitude on the climate. In case of simple equations, plain and hyperplane these components /coefficients of regression/ were named as **geographical gradients**. Horizontal gradients $\left[\frac{\partial y}{\partial \varphi}, \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right]$ of longitudinal and latitudinal components indicate changes of the given element expressed to $1^\circ \varphi$, $1^\circ \lambda$ /or to 100 kilometers/ reduced to sea level.

The range of annual changes of longitudinal $^\circ\text{C}/1^\circ \varphi$ /, latitudinal $^\circ\text{C}/1^\circ \lambda$ / and hypsometric gradients $^\circ\text{C}/100$ meters/ of studied meteorological elements are listed in tables 2-4.

Mean values and gradients described by hyperplane equations - multinominal 2, 3, 4 degree - related to φ , λ , H inform on the regional and local differentiation of Poland's climate. These are calculated for each meteorological station.

Changeability /time tendency/ of fields of meteorological elements is shown by mean values and gradients calculated for different time periods: months, seasons of the year, half-years and year. In order to define this tendency sine curves of average annual values of changes and geographical gradients were calculated.

Most important cognitive value has the definition of deformation of fields of meteorological elements by the **relief**. The elimination of the influence of altitude of the terrain on the climate made separation of the Atlantic and Baltic Sea zones of reaction feasible. Some of the features of maritime climate are smaller thermal gradients and higher precipitation gradients.

The transitory of Poland's climate is shown, among others, the change of positive/negative sign of temperature and humidity gradient in relation to geographical longitude during the year: negative in winter and positive in summer.

Spatial changes of gradients: longitudinal, latitudinal describe simultaneously the influence of regional and local on climate.

Tab. 1. Annual chargeability rate of mean state of atmosphere
in Poland

Symbols	Meteorological variables	Min	Max	\bar{v}	Units
T	Air temperature	-3.40	17.30	7.20	$^{\circ}\text{C}$
T_{\max}	Maximal temperature	10	22.80	11.20	$^{\circ}\text{C}$
T_{\min}	Minimal temperature	-8.50	12.30	2.90	$^{\circ}\text{C}$
A	Diurnal range	6.90	11.70	8.50	$^{\circ}\text{C}$
θ	Potential temperature	-1.60	18.30	8.10	$^{\circ}\text{C}$
θ_e	Equivalent temperature	3.50	41.70	21.30	$^{\circ}\text{C}$
E	Water vapour pressure	4.50	15.60	9.10	hPa
ρ^1	Absolute humidity	3.60	11.60	7.00	g/m^3
q	Specific humidity	2.80	9.80	5.70	g/kg
f	Relative humidity	72.00	88.00	80.00	%
Δ	Humidity deficit	80	5.70	3.00	hPa
M'	Horizontal water vapour stream	12.90	32.40	21.60	$\text{g}/\text{m}^2\text{s}$
N	Cloudiness	5.70	7.90	6.60	1/10
L_m	Days with fog	2.40	77.00	4.30	d
L_o	Sunny days	2.00	5.20	3.20	d
L_e	Cloudy days	7.10	18.80	12.10	d
O	Atmospheric precipitation	32.40	103.90	52.80	mm
L_o	Days with precipitation	11.00	16.20	13.30	d
p	Atmospheric pressure	989.10	994.10	991.00	hPa
ρ	Air density	1.18	1.27	1.22	kg/m^3
v	Wind velocity	2.70	4.10	3.30	m/s
M	Horizontal air stream	3.20	5.20	4.10	$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$
L_v	Days with strong wind	1.80	5.10	10.90	d
L_c	Days with calm	9.40	16.70	12.40	lp

Tab. 2. Extreme longitudinal gradients $\frac{\partial y}{\partial \varphi} = a_1$ / of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per $1^\circ\varphi$ /

No	Meteorological variables	Min	Max	\bar{a}_1	Units
1	Air temperature	-.510	-.210	-.410	$^\circ\text{C}$
2	Maximal temperature	-.700	-.470	-.590	$^\circ\text{C}$
3	Minimal temperature	-.490	.040	-.230	$^\circ\text{C}$
4	Diurnal range	-.600	-.340	-.470	$^\circ\text{C}$
5	Potential temperature	-1.060	-.330	-.690	$^\circ\text{C}$
6	Equivalent temperature	-1.160	-.270	-.710	$^\circ\text{C}$
7	Water vapour pressure	-.330	-.020	-.170	hPa
8	Absolute humidity	-.240	-.020	-.130	g/m^3
9	Specific humidity	-.240	-.020	-.130	g/kg
10	Relative humidity	-.520	.840	.680	%
11	Humidity deficit	-.270	-.080	-.170	hPa
12	Horizontal water vapour stream	1.150	2.830	.200	$\text{g}/\text{m}^2\text{s}$
13	Cloudiness	-.060	.230	.090	1/10
14	Days with fog	.640	1.410	-1.560	d
15	Sunny days	-.280	.130	-.960	d
16	Cloudy days	-.120	.910	4.800	d
17	Atmospheric precipitation	-3.240	4.280	6.240	mm
18	Days with precipitation	-.200	.790	3.600	d
19	Atmospheric pressure	1.850	1.980	1.910	hPa
20	Air density	.002	.010	.006	kg/m^3
21	Wind velocity	.330	.540	.440	m/s
22	Horizontal air stream	.390	.660	.530	$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$
23	Days with strong wind	.970	1.240	13.200	d
24	Days with calm	-2.800	-1.680	-26.880	lp

Tab. 3. Extreme latitudinal gradients $\frac{\partial \bar{y}}{\partial \lambda} = a_2$ of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per $1^\circ \lambda$ /

No	Meteorological variables	Min	Max	\bar{a}_2	Units
1	Air temperature	-.270	.170	-.050	$^\circ\text{C}$
2	Maximal temperature	-.340	.150	-.090	$^\circ\text{C}$
3	Minimal temperature	-.280	.070	-.100	$^\circ\text{C}$
4	Diurnal range	-.060	.140	.040	$^\circ\text{C}$
5	Potential temperature	-.340	.240	-.050	$^\circ\text{C}$
6	Equivalent temperature	-.400	.270	-.060	$^\circ\text{C}$
7	Water vapour pressure	-.080	.070	-.010	hPa
8	Absolute humidity	-.960	.050	-.010	g/m^3
9	Specific humidity	-.050	.050	.000	g/kg
10	Relative humidity	-.350	.100	-.130	%
11	Humidity deficit	-.060	.100	.020	hPa
12	Horizontal water vapour stream	-.090	.160	.130	$\text{g}/\text{m}^2\text{s}$
13	Cloudiness	-.060	.070	.000	1/10
14	Days with fog	-.200	-.060	11.280	d
15	Sunny days	-.070	.090	.120	d
16	Cloudy days	-.190	.310	.720	d
17	Atmospheric precipitation	-.710	-.300	-6.120	mm
18	Days with precipitation	-.190	.050	-.840	d
19	Atmospheric pressure	-.880	-.540	-.710	hPa
20	Air density	-.002	.000	.000	kg/m^3
21	Wind velocity	-.010	.030	.010	m/s
22	Horizontal air stream	-.020	.040	.010	$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$
23	Days with strong wind	-.180	-.140	-1.920	d
24	Days with calm	-.590	-.160	-4.440	lp

Tab. 4. Extreme hypsometric gradients $\frac{\partial y}{\partial H} = a_3$ of meteorological variables in Poland by hyperplane equations of regression /per 100 meters of height/

No	Meteorological variables	Min	Max	\bar{a}_3	Units
1	Air temperature	-.690	-.380	-.540	°C
2	Maximal temperature	-.810	-.420	-.610	°C
3	Minimal temperature	-.570	.000	-.290	°C
4	Diurnal range	.130	.430	.280	°C
5	Potential temperature	.050	.260	.160	°C
6	Equivalent temperature	-1.140	-.510	-.830	°C
7	Water vapour pressure	-.390	-.110	-.250	hPa
8	Absolute humidity	-.280	-.090	-.180	g/m ³
9	Specific humidity	-.320	-.060	-.190	g/kg
10	Relative humidity	-.620	.570	-.020	%
11	Humidity deficit	.030	.360	.190	hPa
12	Horizontal water vapour stream	.410	1.080	.750	g/m ² s
13	Cloudiness	.010	.090	.050	1/10
14	Days with fog	.770	1.350	12.720	d
15	Sunny days	-.200	-.030	-.960	d
16	Cloudy days	.050	.450	3.000	d
17	Atmospheric precipitation	3.920	6.080	60.000	mm
18	Days with precipitation	.370	.450	4.920	d
19	Atmospheric pressure	-8.650	-7.940	-8.290	hPa
20	Air density	-.009	-.007	-.008	kg/m ³
21	Wind velocity	.230	.450	.340	m/s
22	Horizontal air stream	.310	.460	.380	kg/m ² s
23	Days with strong wind	.890	1.130	12.120	d
24	Days with calm	-.620	-.140	-4.560	lp

To separate general and characteristic features of Poland's climate fields of mean and gradients were described in different spatial scales: the whole of Poland territory /Stopa-Boryczka, Boryczka, 1974, 1976, 1988/, North-East Poland /Stopa-Boryczka and others, 1986/, the lowlands belt /Kaliścińska, 1980/, and mountains /Górka, 1978, Żmudzka, 1985, Kicińska, 1985/.

Another problem worked within the project of investigating the climate of Poland is the interdependence of meteorological variables. Correlating other elements by means of simple equations, plane equations and hyperplane equations of regression, one can estimate the values of unmeasured elements, such as: absolute humidity, equivalent temperature, potential temperature, etc.

Specially important are correlational ties - the dependencies of other meteorological elements on air temperature, which condition the intensity of almost all physical processes occurring near the surface of the Earth. How big is the interdependence of the fields of meteorological variables in Poland is shown by the maps of isolines of correlation /Stopa-Boryczka, 1973, 1974/.

Practically the most important are hyperplane equations and hyperplane equations of regression, which can be applied to forecasting separate meteorological variables estimation of mean values, e.g., monthly, seasonal and annual, where measurements were never taken.

By reading the φ , λ , H of any site from the map and substituting in the hyperplane equations of regression of multinomial of fourth degree, one can calculate with high accuracy, e.g., air temperature values, humidity, atmospheric pressure, cloudiness, precipitation, wind velocity, etc.

Such notation of air temperature field, atmospheric precipitation or other meteorological variables enables constructing objective isarithm maps. To this end a geographical grid of latitude and longitude was made and in its nodes altitude above sea level was read from hypsometric maps of Poland, and then from formulas the values of temperature and precipitation were calculated. In this way optimal isotherm and isohyet maps were drawn. The advantage of this method is taking under consideration of the real - vertical and horizontal changes of air temperature when drawing isarithms, which easily can be calcula-

ted knowing approximation function. There exists a possibility of describing isarythms in smaller scales, e.g., 1 : 500 000 by suitably condensing the number of points /grid nodes/. The proposed method can be used in case of smaller areas, e.g., North-East Poland, lowlands, highlands, mountains or even regions and mezoregions.

A novelty in climatological literature are maps of isogradients: longitudinal, latitudinal and hypsometric delimited by multinominals of fourth degree.

Isogradients, as defined by Romer /1949/, are lines joining squares /grid mesh/ of the same number of cuts of isotherms, isohyets, etc. They are a relative measure of spatial differentiation of meteorological variables, because they depend on the isarythm distance and the size of the mesh grid. Further more a field of the defined gradient is scalar. Whereas the fields of gradients: longitudinal, latitudinal, hypsometric described by approximation functions are vectorial /Boryczka, Stopa-Boryczka, 1984, 1986/.

Maps of isarythms reduced to the sea level on the base of hypsometric temperature gradients calculated by formulas for each place are original. Large differentiation of hypsometric gradients of temperature in Poland show, that one cannot take constant slope rate 0.5°C per 100 meters when reducing to sea level. The hypsometric gradient considered till now is overestimated in case of winter months, and underestimated in summer months.

The advantage given by the new isotherm maps reduced to sea level is taking under consideration real /local/ temperature drop with the growth of altitude above the sea level.

The problem investigated by the Chair of Climatology is the definition of air temperature and atmospheric precipitation fields deformation by the land relief of Poland /Boryczka, Stopa-Boryczka, 1986, 1987/.

The most simple measures of meteorological variables field deformations are differences between gradients: longitudinal, latitudinal, hypsometric described by simple equations and hyperplane equations of regression. The more the fields are deformed, the differences between correspondent gradients are higher.

A better measure of field deformation of the whole area of Poland is the angle between horizontal gradients /vectors of longitude and latitude components/ described by hyperplane equations of regression /relative to φ, λ / and hyperplane equations of regression /relative to φ, λ, H /.

An analogical measure of field deformation in each point is the angle between horizontal gradients /vectors, the components of which are **partial derivatives** relative to φ, λ / described by multinomial of fourth degree relative to φ, λ , and multinomial of fourth degree relative to φ, λ, H .

The reducing of a horizontal air temperature field gradient to sea level has made delimiting zones of polar-maritime air masses on the climate of Poland possible. The measure of influence of the Atlantic Ocean and the Baltic Sea, on climate is the angle between horizontal gradient calculated on the sea level, and the longitude. In accordance to the climatic zonal rule /temperature drop with growing geographical latitude/, horizontal temperature gradient should be directed South. The higher the influence of polar-maritime air masses, the bigger the deviation of the vector to the West from southern direction.

The application of this method to a quantitative estimation of field temperature, precipitation azonality, has permitted working out an index of its deformation for the first time in Poland.

The maps of isarythms showing the angle of inclination of horizontal gradients - real and reduced to sea level, to longitude are also interesting. They isolate zones of highest and lowest influence of polar-maritime air masses on the Poland's climate.

Maps presenting horizontal gradients as vectors, the longitude and latitude components of which are described in the same distance unit - per 100 km are also worth considering. It took need to transform base data - geographical coordinates from angular measure to arc measure in kilometers of radians. Vector ends on maps show warmer and more wet areas and their length shows local temperature increment /gradients $^{\circ}\text{C}$ per 100 km/ and precipitation /mm per 100 km/.

The differences between the measured values and calculated by hyperplane equations and hyperplane equations of regression are an interaction index of local geographical factors such as

land relief, water reservoirs, or man-made - towns, on the state of atmosphere. Negative differences in mountain basins are due to temperature inversions. Positive differences in larger cities result from the warming effect of buildings. Characteristic also is the change of negative/positive sign during the year, positive in winter to negative in summer surrounding water reservoirs.

The knowledge of the interaction rules of geographical factors on climate, and an attempt to separate them is important in modeling and forecasting of their spatial-time changes.

Similar problems are solved by Ewert /1985/ on the basis of North-West Poland, and earlier in the works of Hess and others /1968, 1979/, Michna and Paczos /1972/.

In part V of the Atlas there are, among others, characteristic and special features of the climate of Poland shown against the background of mid-latitudes of the Northern Hemisphere. Mean arithmetic values \bar{y} of basic variables /duration of day, total radiation, temperature and humidity, cloudiness, precipitation, atmospheric pressure from the whole area of Poland mean latitude $\bar{\varphi} = 51.8^\circ$ / have been compared to the average state of atmosphere of this latitude \bar{y} . The dependence of these variables on geographical latitude on the Northern Hemisphere is presented by curves $\bar{Y}(\varphi)$ /fig. 16 - 24/. The measure of distinctness /peculiarity/ of Poland's climate is the difference $\Delta y = \bar{y} - \bar{Y}$, where \bar{Y} is the mean corresponding to the Poland's latitude, given by cutting the curve $\bar{Y}(\varphi)$ by the line $\varphi = 51.8^\circ$.

Because meteorological variables /mainly temperature and absolute humidity/ in mid-latitudes show sine curve oscillation of fairly large amplitude extreme months were distinguished: January - representing winter and July - characteristic for the summer, and the year.

Poland considered against the background of its geographical position is distinguished above all in winter: with higher values of

- air temperature by 4.7 degrees Centigrade
- water vapour pressure by 1.8 hPa
- absolute humidity by 1.8 g per cubic meter
- relative humidity by 3 per cent
- cloudiness by 2.8 /0.9/

with lower values of

- totals of total radiation by 3.5 kJ per cm² per month
- atmospheric pressure by 4 hPa
- totals of atmospheric precipitation by 29 mm.

In the summer mean state of atmosphere in Poland differs less from the mean values of the meteorological variables surrounding 52° latitude. Extreme values of total radiation /June/, air humidity and cloudiness /July/ - mean values for the territory of Poland are higher than the average on 52° latitude. Air humidity and cloudiness in Poland are - independently of the season, higher than it should be due to the geographical position in mid-latitudes of the Central Europe. It should be stressed that, large cloudiness in winter distinguishes Poland not only in relation to mid-latitude zone but also to the whole Northern Hemisphere. It regards also the mean annual cloudiness in Poland. Annual totals of atmospheric precipitation in Poland are smaller by 100 mm than the zonal rate / $\varphi = 52^\circ$ / of 734 mm.

Mean state of atmosphere is determined mainly by geographical position of the studied area - corresponding latitudinal zone. An azonal factor in mid-latitudes is the distance from water reservoirs. Deformation of the field variables in the Central Europe /deviation from the zonal rates/ depends on the distance from the Atlantic Ocean and the Central Asia, where are main centers of atmospheric activity, predominating in winter. The displacement of maritime air masses to the East, and continental air masses to the West is helped in Europe by vertical shaping of the Earth surface - belt like arrangement of the lowlands.

The dependence of longitudinal gradients from the geographical latitude of the Northern Hemisphere illustrate curves on fig. 187-193.

The distinctness /peculiarity/ of Poland's climate - Central Europe show differences between gradients obtained on the territory of Poland and the whole mid-latitude zone.

Poland against the background of the 52° latitude is characterized in winter chiefly by - smaller longitudinal gradients:

- air temperature by 1.0°C per 1° φ
- water vapour pressure by 0.3 hPa per 1° φ
- absolute humidity by 0.2 g per square meter per 1° φ

Higher gradients of opposite sign to 52° latitude characterize mainly atmospheric pressure and atmospheric precipitation. This

testifies to greater zonalty of the meteorological variables field in the cold season.

The zonalty in summer months in Poland is best presented by fields of meteorological variables.

On long-term changes in temperature and precipitation inform consecutive mean values of 10-year periods of air temperature in Warsaw in years 1779-1980 and atmospheric precipitation in years 1813-1980. Following mean 10-year periods: temperature 1779 - 1788, 1780 - 1789, ..., 1971 - 1980 and precipitation 1813 - 1822, 1814 - 1823 ..., 1971 - 1980 are shown on graphs /fig. 153, 154/.

The Atlas has been prepared using results of observations carried out by meteorological stations of the Institute of Meteorology and water Management in different time periods: ten year period 1951-1960 and thirty year period 1951-1980. Most of the examples given were based on the decade 1951-1960. They concern annual changes of fields of meteorological variables described by mean values, geographical gradients and indexes of deformation. In order to estimate time-spatial dynamic changes of meteorological elements the results of investigations on the decade 1951-1960 were compared to the thirty year period 1951-1980, considering 60 meteorological stations evenly distributed on the territory of Poland. Distribution of meteorological stations in Poland is shown on fig. 1.

In state of elaboration there is the part VI of the Atlas, which will contain among others new isotherm maps on real level and reduced to sea level, maps of longitudinal, latitudinal and hypsometric isogradients, maps of indexes of deformation of the temperature field by land relief of Poland and the Atlantic Ocean, as well as maps of local temperature differences.

LITERATURA

- Boryczka J., Empiryczne równania klimatu Polski, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, s. 288, Warszawa 1977.
- Boryczka J., Model deterministyczno-stochastyczny wielookresowych zmian klimatu, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, s. 272, Warszawa 1984.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Aproksymacja pola temperatury powietrza w Polsce, Sympozjum Naukowe "Udział nauki polskiej w światowym programie klimatycznym", Skierniewice 1984.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., A mathematical model of Poland's climate, "Miscellanea Geographica", s. 16, Warszawa.
- Chromow S.P., Meteorologia i klimatologia, Warszawa 1977.
- Ewert A., Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym, Wydawnictwa Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Słupsku, Słupsk 1984.
- Gumiński R., Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce, "Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny", z. 1, 1948.
- Górka A., Pionowe gradienty temperatury powietrza w Sudetach, maszynopis pracy doktorskiej, Zakład Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa 1979.
- Hess M., Piętra klimatyczne w Alpach Wschodnich, Karpatach Zachodnich i w Sudetach, "Przegląd Geograficzny", t. XL, z. 2, 1968.
- Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., O zróżnicowaniu stosunków termicznych w dorzeczu górnej Wisły, "Folia Geographica", Series Geographica-Physica, vol. XII, 1979.
- Kaczorowska Z., Opady w Polsce w przekroju wieloletnim, "Prace Geograficzne IG PAN" nr 33, Warszawa 1962.

- Kalicińska E., Zależność temperatury powietrza od podstawowych czynników geograficznych na nizinach polskich, "Czasopismo Geograficzne", R.LI, z. 1, 1980.
- Kicińska B., Wpływ wysokości nad poziomem morza na sumy opadów atmosferycznych w Karpatach Polskich, maszynopis pracy magisterskiej, Zakład Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa 1985.
- Michna E., Paczos S., Zarys klimatu Bieszczadów Zachodnich, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk 1972.
- Okołowicz W., Zachmurzenie Polski, "Prace Geograficzne IG PAN", nr 34, 1962.
- Okołowicz W., Cloudiness in Poland, The Scientific Publications Foreign Cooperation of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warszawa 1966.
- Okołowicz W., Regiony klimatyczne, w: Atlas geograficzny Polski, PPWK, Warszawa 1966.
- Okołowicz W., Martyn D., Próba kompleksowej regionalizacji klimatu Polski, Prace i Studia IG UW, III Polsko-Czeskie Seminarium Geograficzne, Warszawa 1968.
- Romer E., Regiony klimatyczne Polski, "Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego", s.B, nr 16, 1949.
- Stopa M., Burze w Polsce, "Prace Geograficzne IG PAN", nr 34, Warszawa 1962.
- Stopa M., Regiony burzowe w Polsce, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", 1965.
- Stopa M., Temperatura powietrza w Polsce, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 1, 1968.
- Stopa-Boryczka M., Cechy termiczne klimatu Polski, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego nr 72, Warszawa 1973.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. I, Warszawa 1974.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. II, Warszawa 1976.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. III, Warszawa 1980.
- Stopa-Boryczka M. i inni, Atlas współzależności parametrów mete-

orologicznych i geograficznych w Polsce, cz. IV - Klimat północno-wschodniej Polski, Warszawa 1986.

Wiszniewski W., Chełchowski W., Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatologiczna Polski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1975.

Witwicki G.N., Zonalność klimata ziemi, Moskwa 1980.

Żmudzka E., Hipsometryczne gradienty temperatury powietrza w Karpatach Polskich, maszynopis pracy magisterskiej, Zakład Klimatologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa 1985.

WYKAZ PRAC Z ZAKRESU KLIMATU POLSKI OPUBLIKOWANYCH PRZEZ
PRACOWNIKÓW ZAKŁADU KLIMATOLOGII UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO
W LATACH 1952-1987

- Gumiński R., Rozkład kierunków i prędkości wiatru na niektórych stacjach meteorologicznych Polski, Wiadomości Służby Hydr. i Meteor., t. III, z. 2, 1952.
- Gumiński R., Materiały do poznania genezy i struktury klimatu Polski, "Przegląd Geograficzny", t. XXIV, z. 3, 1952.
- Kaczorowska Z., Klimat województwa białostockiego, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 6, 1958.
- Kaczorowska Z., Cechy charakterystyczne klimatu Polski, w: Prace i Studia Komitetu Gospodarki Wodnej, t. II, cz. I, Warszawa 1959.
- Mączak S., Rozkład współczynnika kontynentalizmu Vemica na obszarze Polski, "Przegląd Geograficzny", t. XXXII, z. 2, 1959.
- Stopa M., Liczba dni z burzą w Polsce, "Przegląd Geograficzny", t. XXXII, z. 3, 1960.
- Kaczorowska Z., Opady w Polsce w przekroju wieloletnim, "Prace Geograficzne IG PAN" nr 33, 1962.
- Kaczorowska Z., Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959, "Przegląd Geofizyczny", R. VII /XV/, z. 3, 1962.
- Okołowicz W., Versuch einer Festsetzung neuer Isothermen "in Realniveau" für das Gebiet Polens, Einfluss der Karpaten auf die Witterungserscheinungen, Budapeszt 1963.
- Bednarek J., Zachmurzenie nocne w Polsce, "Postępy Astronomii", t. XII, z. 4, 1964.
- Kaczorowska Z., Opady w Polsce w przekroju wieloletnim /skró+/, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 1, Warszawa 1964.
- Okołowicz W., Zachmurzenie Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 1, Warszawa 1964.

- Stopa M., Przebieg dobowy występowania burz w Polsce, "Przegląd Geograficzny", t. XXXIV, z. 1, 1964.
- Stopa M., Warunki meteorologiczne sprzyjające powstawaniu burz w różnych masach powietrza, "Przegląd Geofizyczny", R. IX /XVII/, z. 1, 1964.
- Stopa M., Czas trwania burz w różnych masach powietrza, "Przegląd Geofizyczny" R. IX /XVII/, z. 3-4, 1964.
- Stopa M., Rejony burzowe w Polsce, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 1, 1965.
- Stopa M., Podział Polski na regiony burzowe, "Przegląd Geograficzny", t. XXXVII, z. 4, 1965.
- Stopa M., Thunderstorms in Poland. The Scientific Publications Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warszawa 1966.
- Stopa M., Diurnal course of storm occurrence in Poland. The Scientific Publications Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warszawa 1966.
- Stopa M., Meteorological conditions favouring formation of thunder storms in different air masses. The Scientific Publications Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warszawa 1966.
- Stopa M., Prawdopodobieństwo występowania burz w wybranych regionach geograficznych, "Przegląd Geofizyczny", R. XI /XIX/, z. 1, 1966.
- Stopa M., Storms occurrence probability over some geographic regions of Poland. The Scientific Publications Foreign Cooperation Center of the Central Institute for Scientific, Technical and Economic Information, Warszawa 1966.
- Kossowska U., Młynarska A., Mapy klimatyczne Polski, w: Wielka encyklopedia powszechna, t. IX, Warszawa 1967.
- Okołowicz W., Amplitudy temperatury powietrza w Polsce, "Przegląd Geofizyczny", R. XII /XX/, z. 3-4, 1967.
- Stopa M., Storm regions in Poland, "Geographia Polonica" nr 11, 1967.
- Stopa M., Powtarzalność burz w ciągu doby na terenie Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 3, Warszawa 1967.

- Martyn D., Stosunki anemometryczne w obszarze Wielkich Jezior Mazurskich, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 3, Warszawa 1968.
- Okołowicz W., Martyn D., Próba kompleksowej regionalizacji klimatu Polski, w: Prace i Studia IG UW, III Polsko-Czeskie Seminarium Geograficzne, Warszawa 1968.
- Okołowicz W., Pełko I., Temperatury minimalne w Polsce w latach 1951-1960, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 3, Warszawa 1968.
- Okołowicz W., Climate classification and regionalization, "Geographia Polonica" nr 14, 1968; sum. Abstracts of paper, Calcutta 1968; National Committee of Geography, International Geographical Congress, India 1968.
- Stopa M., Temperatura powietrza w Polsce, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 1, 1968.
- Okołowicz W., Pełko I., Liczba dni z niskim minimum temperatury w najcieplejszych miesiącach w Polsce, "Czasopismo Geograficzne", t. XXXIX, z. 3, 1969.
- Pełko-Bednarek I., Średnie najniższe temperatury minimalne w Polsce w latach 1951-1960, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 4, 1969.
- Okołowicz W., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Nowacka M., Charakterystyka klimatu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich z punktu widzenia czasów i turystyki, Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 4, Warszawa 1970.
- Okołowicz W., Kaczorowska Z., Stopa-Boryczka M., Przybylska G., Martyn D., Nowacka M., Cechy charakterystyczne klimatu zachodniej części Pojezierza Mazurskiego, ze szczególnym uwzględnieniem sezonu letniego, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 5, Warszawa 1970.
- Pełko-Bednarek I., Przymrozki w Polsce w dziesięcioleciu 1951-1960, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 5, Warszawa 1970.
- Stopa-Boryczka M., Prawdopodobieństwo występowania określonych wartości temperatur ekstremalnych oraz amplitud dobowych w różnych masach powietrza, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 4, Warszawa 1970.
- Stopa-Boryczka M., Okresy burzowe w Polsce, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 4, Warszawa 1970.

- Bednarek J., Noce pogodne w Polsce, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 7, Warszawa 1973.
- Boryczka J., Badania współzależności parametrów meteorologicznych metodą płaszczyzn głównych, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 7, Warszawa 1973.
- Lenart W., Wpływ podłoża na rozwój chmur Cumulus nad wybranymi terenami Niżu Polskiego, skrót w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 9, Warszawa 1976.
- Okołowicz W., Martyn D., Mapy temperatury powietrza na poziomie rzeczywistym w Polsce, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1973.
- Okołowicz W., Mapy zachmurzenia w Polsce: liczba dni pogodnych, liczba dni dość pogodnych, liczba dni pogodnych z zachmurzeniem konwekcyjnym, liczba dni chmurnych, liczba dni pochmurnych, liczba dni pochmurnych z zachmurzeniem warstwowym, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1973.
- Olszewski K., Transformacja pary wodnej w dolnej troposferze nad wybranymi obszarami Polski, skrót w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 9, Warszawa 1976.
- Stopa-Boryczka M., Mapy dotyczące burz w Polsce: średnia liczba dni z burzą, średnie daty występowania najwcześniejszych burz, średni okres potencjalny występowania burz, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1973.
- Stopa-Boryczka M., Cechy termiczne klimatu Polski, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego nr 72, Warszawa 1973.
- Okołowicz W., Mapy dotyczące szaty śnieżnej w Polsce: średnia liczba dni z opadem śnieżnym, okres potencjalny występowania opadów śnieżnych, średnia liczba dni z szatą śnieżną, okres potencjalny zalegania szaty śnieżnej, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1974.
- Olszewski K., Transformacja pary wodnej w dolnej troposferze nad wybranymi obszarami Polski, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 6, 1974.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. I, Warszawa 1974.
- Boryczka J., Prognoza geograficznego rozkładu parametrów meteorologicznych na obszarze Polski, "Przegląd Geofizyczny", R. XX /XXVIII/, z. 4, 1975.

- Martyn D., Mapy dotyczące wskaźników temperatury w Polsce: liczba dni bardzo mroźnych, liczba dni upalnych, absolutne temperatury maksymalne, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1975.
- Okołowicz W., Mapy temperatur maksymalnych, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1975.
- Okołowicz W., Mapy temperatur minimalnych, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1975.
- Pełko-Bednarek I., Mapy dotyczące temperatury: liczba dni z temperaturą minimalną $< 0^{\circ}\text{C}$ i $> 15^{\circ}\text{C}$ oraz absolutne temperatury minimalne w Polsce, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1975.
- Stopa-Boryczka M., Geographical gradients of air temperature in Poland, "Geographia Polonica" nr 31, 1975.
- Boryczka J., Dwuwymiarowy rozkład prawdopodobieństwa elementów i zjawisk meteorologicznych, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 8, Warszawa 1976.
- Stopa-Boryczka M., Cechy termiczne klimatu Polski, "Dokumentacja Geograficzna IG PAN", z. 1, 1976.
- Stopa-Boryczka M., Cechy termiczne klimatu Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 8, Warszawa 1976.
- Stopa-Boryczka M., Związki korelacyjne między składowymi obiegu wody na obszarze Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 8, Warszawa 1976.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. II, Warszawa 1976.
- Szwed-Ilnicka C., Leśko R., Usłonecznienie wybrzeża polskiego w okresie letnim w porównaniu z usłonecznieniem wybrzeży rumuńskiego, szwedzkiego i jugosłowiańskiego, "Ozasopismo Geograficzne", t. XLVII, z. 2.
- Boryczka J., Empiryczne równania klimatu Polski, Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego nr 86, Warszawa 1977.
- Boryczka J., Zależność wilgotności powietrza od współrzędnych geograficznych, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 9, Warszawa 1977.
- Boryczka J., Empiryczne równania klimatu Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 10, Warszawa 1977.
- Kaczorowska Z., Klimat Polski, w: Pogoda i klimat, WSiP, Warszawa 1977.

- Okołowicz W., The Climate of Poland, Czechoslovakia and Hungary - World Survey of Climatology, vol.6 - Climates of Central and Southern Europe, Amsterdam - Oxford - New York 1977.
- Olszewski K., Zmiany ilości pary wodnej w dolnej troposferze nad wybranymi obszarami Polski, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 9, Warszawa 1977.
- Stopa-Boryczka M., Zależność temperatury powietrza od współrzędnych geograficznych, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 9, Warszawa 1977.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Zależność parametrów meteorologicznych od wysokości nad poziomem morza w Polsce, "Przegląd Geograficzny", R. XXII, z. 2, Warszawa 1977.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Zależność parametrów meteorologicznych od temperatury powietrza w Polsce, w: Prace i Studia IG UW - Klimatologia, z. 11, Warszawa 1978.
- Okołowicz W., Mapa podziału klimatu Polski, w: Narodowy Atlas Polski, Warszawa 1978.
- Okołowicz W., Martyn D., Regiony klimatyczne Polski, w: Atlas Geograficzny Polski, PPWK, Warszawa-Wrocław 1979.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. III, Warszawa 1980.
- Kossowska-Cezak U., Duże zmiany temperatury z dnia na dzień w Polsce, "Przegląd Geofizyczny", z. 3-4, 1982.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Styś K., Aproksymacja pola opadów atmosferycznych w Polsce, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 288, 1984.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Wawer J., Aproksymacja pola temperatury powietrza w Polsce, Symposium Naukowe "Udział nauki polskiej w światowym programie klimatycznym", Skierniewice, 1984.
- Martyn D., Klimat Polski, w: Klimaty kuli ziemskiej, PWN, Warszawa 1985.
- Stopa-Boryczka M., Martyn D., Klimat, w: Województwo suwalskie - studia i materiały, t. 1, Ośrodek Badań Naukowych w Białymstoku, IGiPZ PAN w Warszawie, Białystok 1985.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., A mathematical model of Poland's climate, "Miscellanea Geographica", 1985.
- Stopa-Boryczka M., Martyn D., Boryczka J., Wawer J., Ryczywolska E., Kopacz-Lembowicz M., Kossowska-Cezak U., Lenart.W., Danie-

- lak D., Stys K., Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, cz. IV, - Klimat północno-wschodniej Polski, Warszawa 1986.
- Kossowska-Cezak U., Duże zmiany temperatury z dnia na dzień a cyrkulacja atmosferyczna, "Przegląd Geofizyczny", z. 3, 1987.
- Kossowska-Cezak U., Warunki występowania dużych zmian temperatury z dnia na dzień w Polsce w okresie zimowym, Ogólnopolska Sesja Naukowa "Ekstremalne zjawiska hydrologiczno-meteorologiczne i możliwości ich prognozowania", Kraków 1987.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Deformacja pola temperatury powietrza w Polsce przez ukształtowanie powierzchni Ziemi, "Miscellanea Geographica", 1988.
- Boryczka J., Wicik B., Gutry-Korycka M., Próba określenia noloceńskich cykli klimatu na podstawie analizy osadów jeziornych, "Miscellanea Geographica", 1988.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Deformacja pól temperatury i opadów w Polsce pod wpływem rzeźby terenu, IX Seminarium Polski-Czeskie, Słupsk, IX 1986 /w druku/.
- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., Mapy gradientów temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w Polsce, Sympozjum "Współczesne badania topoklimatyczne", Wrocław, X 1986 /w druku/.
- Kicińska B., Żmudzka E., Wpływ gór na pole temperatury powietrza w Karpatach Polskich, Sympozjum "Współczesne badania topoklimatyczne", Wrocław, X 1986 /w druku/.
- Kossowska-Cezak U., Olszewski K., Przybylska G., Klimat Kotliny Biebrzańskiej /w druku/.

WYKAZ PRAC MAGISTERSKICH DOTYCZĄCYCH KLIMATU POLSKI WYKONANYCH
W ZAKŁADZIE KLIMATOLOGII UW W LATACH 1952-1987

- Haberko Z., 1952, Wpływ rzeźby terenu na kierunek wiatru /1929-1938/.
- Łapińska M., 1952, Częstotliwość gradów w centralnej, wschodniej i południowo-wschodniej Polsce.
- Marczewski T., 1952, Wilgotność gruntu w Polsce.
- Pątkiewicz-Roman A., 1952, Niebezpieczeństwo przymrozków wiosennych w Polsce /1929-1938/.
- Pulczyńska I., 1952, Klimat Gór Świętokrzyskich.
- Wyganowski R., 1952, Przejawianie się kontynentalizmu w rocznym przebiegu elementów klimatologicznych na ziemiach polskich.
- Gogol W., 1954, Klimat środkowej części Wielkopolski na przykładzie stacji Poznań-Lawica w przekroju pięciolecia /1947-1951/.
- Jaśniewicz W., 1954, Klimat północnej części Wyżyny Łódzkiej na przykładzie stacji Łódź-Lublinek w przekroju pięciolecia /1947-1951/.
- Koziłowska-Szczęśna T., 1954, Zima roku 1951/52 w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem opadów.
- Kuziński J., 1954, Pogoda o silnych wiatrach, jej cechy i występowanie na przykładzie Koszalin, Szczecinka i Poznania za okres 1947-1951.
- Marzec Z., 1954, Klimat Pojezierza Suwalskiego na przykładzie stacji Suwałki w przekroju pięciolecia 1947-1951.
- Okuniewicz H., 1954, Klimat środkowej części Pojezierza Pomorskiego na przykładzie stacji Szczecinek w przekroju pięciolecia 1947-1951.
- Przedpeńska W., 1954, Pogoda z tendencją do burz i warunki jej

- występowania na przykładzie wybranych stacji w przekroju pięciolecia 1947-1951.
- Skoczek J., 1954, Klimat Wyżyny Lubelskiej na przykładzie stacji Lublin w przekroju pięciolecia 1947-1951.
- Wieczorek J., 1954, Klimat środkowego Mazowsza na przykładzie stacji Warszawa-Okecie w przekroju pięciolecia 1947-1951.
- Schmidt M., 1955, Częstotliwość występowania zachmurzenia konwekcyjnego zanikającego wieczorem w Polsce za okres 1950-1954.
- Krawczyk B., 1958, Opady śnieżne oraz szata i pokrywa śnieżna na Pojezierzu Mazurskim /1951-1955/.
- Krystek J., 1958, Opady i szata śnieżna na Śląsku i w Sudetach.
- Kwiatkowska K., 1958, Opady śnieżne i szata śnieżna na Wyżynie Lubelskiej w pięcioleciu 1951-1955.
- Madany R., 1958, Opady śnieżne i szata śnieżna na obszarze Karpat Polskich za okres 1951-1955.
- Ozińska H., 1958, Opady śnieżne i szata śnieżna na obszarze Wielkopolski.
- Pietrukowicz M., 1958, Opady śnieżne i szata śnieżna na obszarze Niziny Mazowiecko-Podlaskiej.
- Podrazka A., 1958, Opady śnieżne i pokrywa śnieżna na Wyżynie Małopolskiej.
- Stępniewska M., 1958, Opady śnieżne, szata i pokrywa śnieżna na Pojezierzu Pomorskim.
- Toczko H., 1961, Rozkład temperatur maksymalnych w Polsce północnej za okres 1951-1960.
- Fełko I., 1961, Rozkład temperatur minimalnych w Polsce północnej w okresie 1951-1960.
- Paradowski W., 1962, Rozkład temperatur minimalnych w Polsce południowej za okres 1951-1960.
- Bednarek J., 1963, Najmniejsze zachmurzenie nocne w Polsce.
- Mycielski S., 1966, Rozkład temperatur maksymalnych powietrza w Polsce południowej za okres 1951-1960.
- Boniewska M., 1968, Charakterystyka stosunków opadowych w Polsce za szczególnym uwzględnieniem przebiegu dobowego za pięciolecie 1956-1960 na podstawie wybranych 10 stacji meteorologicznych.
- Wrotek E., 1968, Przebieg dobowy temperatury powietrza w roku 1960 w Polsce na przykładzie wybranych stacji.
- Salwowska A., 1970, Przebieg dobowy niedosytu wilgotności powietrza na 16 stacjach w Polsce za rok 1960.

- Mierzejewska-Bielecka D., 1970, Przebieg dobowy prędkości wiatru w 1960 r. w Polsce na przykładzie wybranych stacji.
- Kopocińska A., 1970, Przebieg dobowy zachmurzenia w Polsce na przykładzie 16 stacji w roku 1960.
- Kalicińska E., 1976, Charakterystyka klimatu Polski według podziału Wincentego Okołowicza.
- Nowicka A., 1977, Charakterystyka bioklimatu północno-wschodniej części Polski w okresie letnim.
- Nowakowska G., 1977, Wilgotność powietrza w północno-wschodniej części Polski.
- Konończuk N., 1977, Zachmurzenie, mgły i burze w północno-wschodniej części Polski.
- Zalewska-Lącka B., 1977, Charakterystyka warunków termicznych północno-wschodniej części Polski /1951-1965/.
- Kondraciuk I., 1978, Charakterystyka kierunku i prędkości wiatru w północno-wschodniej części Polski.
- Pacholak J., 1981, Wstępna charakterystyka klimatu lokalnego Kotliny Biebrzańskiej.
- Żmudzka E., 1985, Hipsometryczne gradienty temperatury powietrza w Karpatach Polskich.
- Kicińska B., 1985, Wpływ wysokości nad poziomem morza na sumy opadów atmosferycznych w Karpatach Polskich.

Spis treści

Przedmowa	3
I. Z badań klimatu Polski Zakładu Klimatologii Uniwersy- tetu Warszawskiego	5
II. Zmiany roczne przeciętnego stanu atmosfery w Polsce na tle stref klimatycznych półkuli północnej	15
1. Przebieg roczny zmiennych meteorologicznych	16
1.1. Promieniowanie i usłonecznienie rzeczywiste	17
1.2. Temperatura powietrza	18
1.3. Wilgotność powietrza	20
1.4. Zachmurzenie	21
1.5. Opad atmosferyczny	22
1.6. Ciśnienie atmosferyczne i gęstość powietrza	23
1.7. Prędkość wiatru	23
2. Zależność zmiennych meteorologicznych od szerokości geograficznej na półkuli północnej	24
III. Trend czasowy pól zmiennych meteorologicznych w Polsce	50
1. Przebieg roczny zmiennych meteorologicznych w dzie- sięcioleciu 1951-1960 na tle trzydziestolecia 1951-1980	50
2. Pola zmiennych meteorologicznych w Polsce w latach 1951-1960 i 1951-1980	51
2.1. Pole temperatury powietrza	54
2.2. Pole wilgotności powietrza	56
2.3. Pole zachmurzenia	56
2.4. Pole opadów atmosferycznych	57
2.5. Pole prędkości wiatru	60

3. Wiekowe zmiany temperatury powietrza w latach 1779-1980 i opadów atmosferycznych w latach 1813-1980 w Warszawie 63

IV. Geograficzne gradienty pól zmiennych meteorologicznych w Polsce i innych szerokościach półkuli północnej 194

1. Sinusoidy roczne gradientów południkowych, równoleżnikowych i hipsometrycznych zmiennych meteorologicznych w latach 1951-1960 i 1951-1980 194

2. Zależność gradientów południkowych zmiennych meteorologicznych od szerokości geograficznej na półkuli północnej 212

V. Zakończenie 253

Summary 253

Literatura 270

Wykaz prac z zakresu klimatu Polski opublikowanych przez pracowników Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1952-1987. 273

Wykaz prac magisterskich dotyczących klimatu Polski wykonanych w Zakładzie Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego w latach 1952-1987 280