

BOGUMIŁA KOTONSKA

## STOSUNKI TERMICZNE PRZYGRUNTOWEJ WARSTWY POWIETRZA W RÓŻNYCH UPRAWACH POLOWYCH W REJONIE TURWI

### ZARYS TREŚCI

Przedmiotem badań są stosunki termiczne przygruntowej warstwy powietrza w różnych uprawach polowych w rejonie Turwi. W opracowaniu szczególną uwagę zwrócono na dobowy przebieg oraz na typy pionowej stratyfikacji temperatury powietrza zróżnicowane w zależności od gatunku i fazy rozwojowej roślin polowych.

### WSTĘP

Pionowe zmiany temperatury powietrza w najniższej warstwie atmosfery zależą bezpośrednio od wymiany ciepłej między powierzchnią czynną i powietrzem. Pewne zmiany w kształtowaniu warunków termicznych warstwy przygruntowej zauważa się nad glebą pokrytą roślinnością. W miarę wzrostu, rośliny warunkując przenikanie promieni słonecznych w głąb łąnu, wymianę turbulencyjną i stratę ciepła na parowanie, wpływają na warunki termiczne.

W literaturze spotyka się wiele prac (m.in. K. Hermana 1965, J. Jurzeckiego 1969, C. Radomskiego 1969, K. Paneckiej 1973, S. Baca 1982) poruszających zagadnienie zmian temperatury w przygruntowej warstwie powietrza. Zaczerpnięto z nich pewne wskazania metodyczne, jednak niecelowe wydaje się tu porównywanie wyników. W prezentowanym opracowaniu podjęto bowiem próbę określenia zmian temperatury zachodzących w przygruntowej warstwie powietrza, w różnych uprawach, na stosunkowo niewielkim obszarze i w pewnych wybranych okresach wegetacji.

Obserwacje w okolicach Truwi, położonej na Nizinie Wielkopolskiej, zostały przeprowadzone przez Barbarę Jędrzejczak w okresie od czerwca do grudnia 1981 roku na sześciu stanowiskach zlokalizowanych w różnych uprawach polowych. Punkty obserwacyjne położone były na polu kukurydzy, lucerny i na łące w odległości około 30 m od niewielkiego cieką wodnego. Dalsze trzy punkty obserwacyjne zlokalizowano po przeciwnej stronie tegoż cieką w burakach, ziemniakach i życie.

Pomiary temperatury powietrza wykonywano co miesiąc, w seriach trzydobowych, w godzinach 8<sup>00</sup>, 14<sup>00</sup>, 20<sup>00</sup> i 2<sup>00</sup> dla wysokości 5, 50 i 150 cm nad powierzchnią gruntu (n.p.g.), za pomocą psychometru aspiracyjnego Assmanna. Jednocześnie prowadzono obserwacje wizualne zachmurzenia ogólnego nieba oraz innych zjawisk meteorologicznych (mgła, rosa, szron, opad).

W opracowaniu szczególny nacisk położono na różnice w typach krzywej pionowej stratyfikacji termicznej pomiędzy poszczególnymi stanowiskami reprezentującymi odmienne pokrycie terenu. W tym celu dla każdej uprawy polowej i poszczególnych cykli obserwacyjnych wykreślono krzywe pionowe stratyfikacji temperatury powietrza.

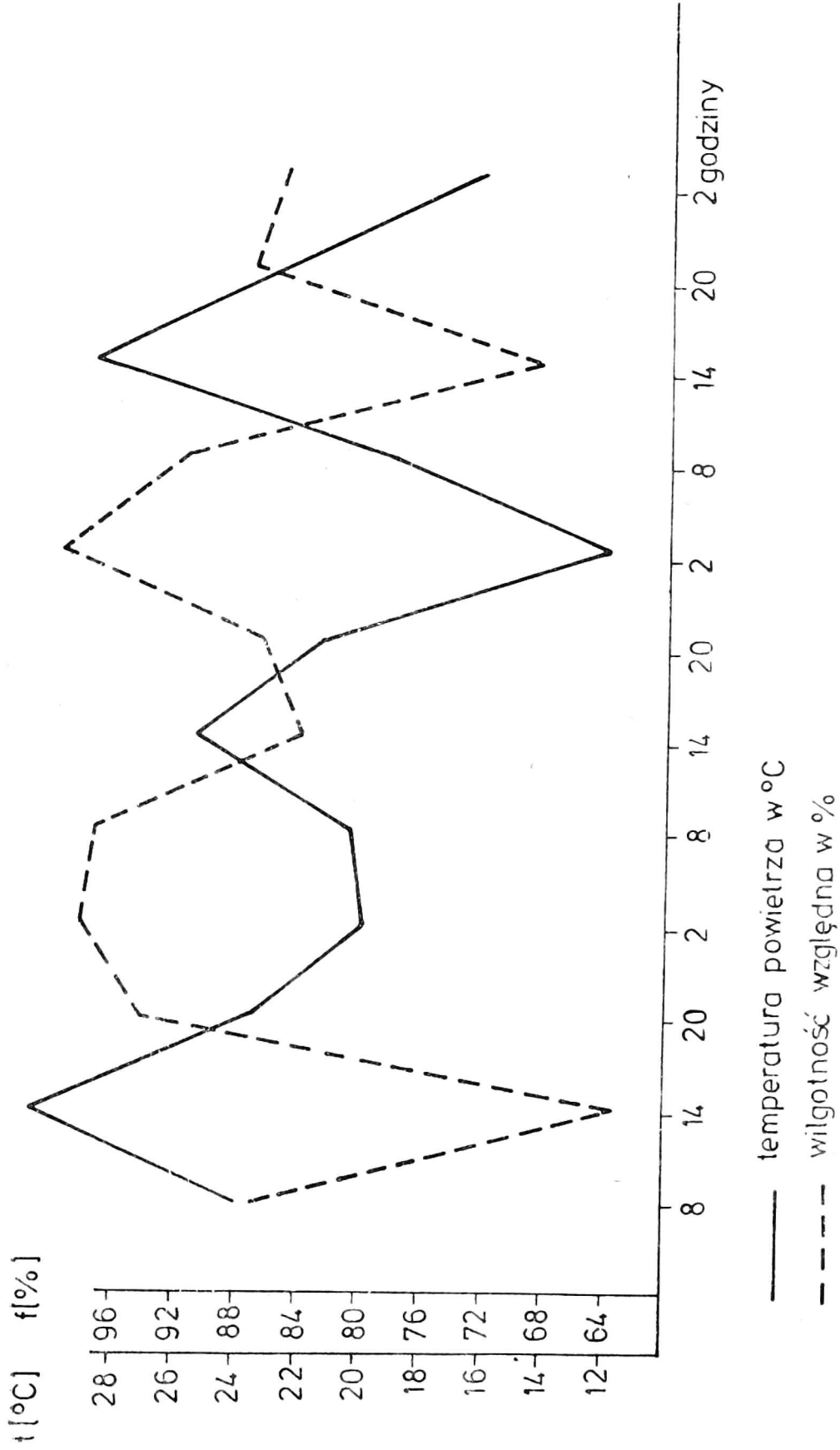
#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEBIEGU DOBOWEGO TEMPERATURY POWIETRZA W RÓŻNYCH UPRAWACH POLOWYCH

W przygruntowej warstwie temperatura powietrza pozostaje w ścisłej zależności od powierzchni czynnej i jej niejednorodności. Analizy dobowego przebiegu temperatury powietrza w przygruntowej warstwie na sześciu stanowiskach w rejonie Turwi dokonano na podstawie wyników badań terenowych.

Dobowy przebieg temperatury powietrza jest w zasadzie zgodny z ogólnie znanym schematem: minimum przypada przed lub w czasie wschodu słońca, maksimum pomiędzy godziną 13<sup>00</sup> a 16<sup>00</sup>. W godzinach rannych następuje szybki wzrost temperatury aż do osiągnięcia maksimum. W godzinach popołudniowych rozpoczyna się powolny spadek temperatury powietrza i trwa do minimum porannego w dniu następnym. Taki przebieg dobowy wykazuje temperatura powietrza w czerwcu, lipcu, sierpniu i wrześniu, natomiast w listopadzie i grudniu jest on nieco inny.

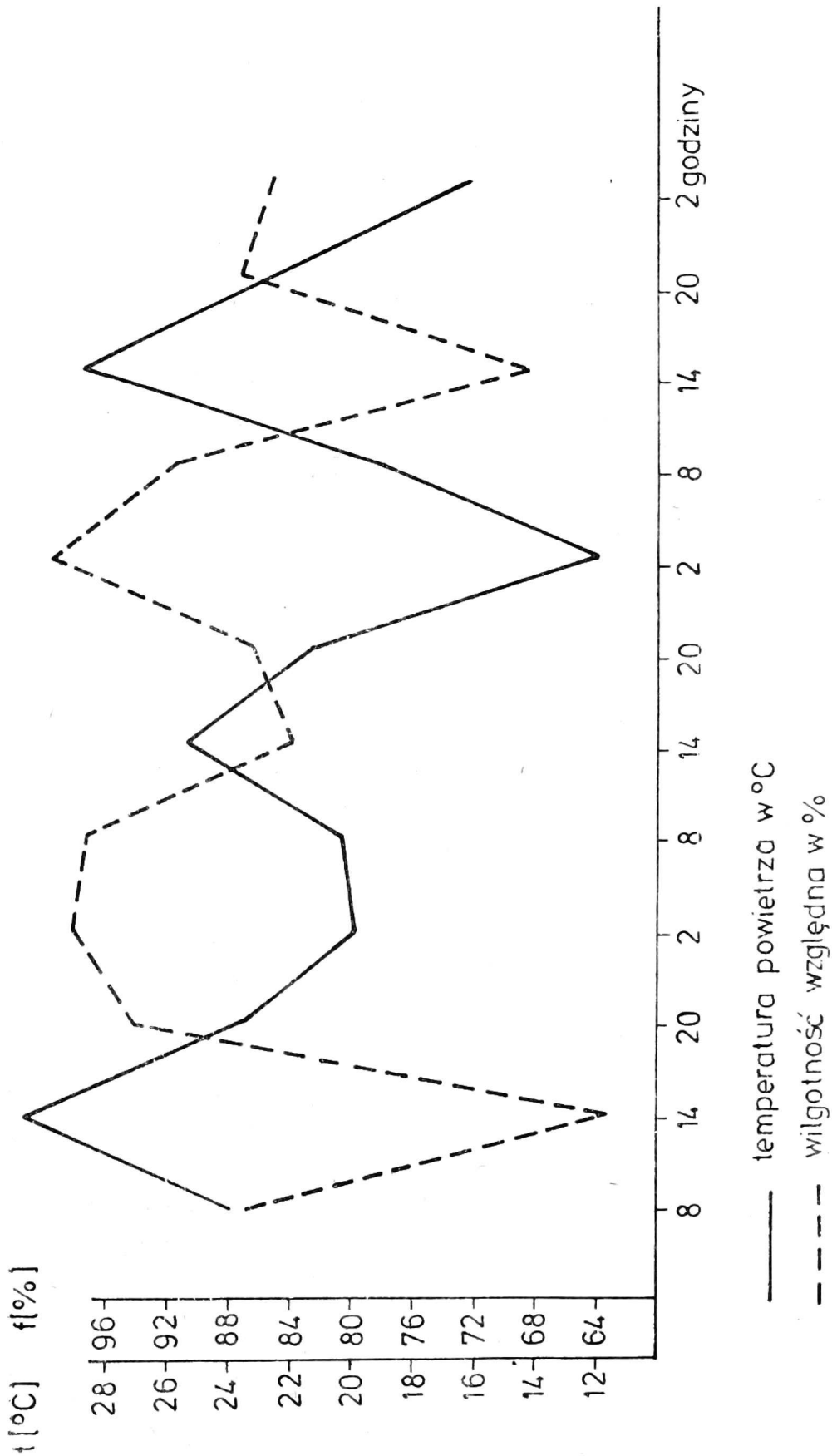
W poszczególnych uprawach polowych zaznaczają się pewne różnicowania w przebiegu dobowym temperatury powietrza związane z występującą tam odmienną szatą roślinną. Dają się zauważyć pewne prawidłowości, iż niska, a także niezbyt zwarta pokrywa roślinna, nie hamuje dopływu promieniowania słonecznego do najniższych warstw. W związku z tym najwyższe temperatury powietrza występują podczas dnia przy powierzchni gleby. Podobnie, z uwagi na silne wypromieniowanie w ciągu nocy, notuje się najniższe temperatury w warstwie przyziemnej. Jako przykład może posłużyć tu łąka (rys. 1). Stwierdzono tam zarówno w czerwcu, jak i w lipcu największe amplitudy dobowe temperatury powietrza na wys. 5 cm n.p.g. W czerwcu najwyższa temperatura na wymienionej wysokości o godz. 14<sup>00</sup> wynosiła na łące 28,6°C, a najniższa w nocy 9,8°C. Również wysokie temperatury powietrza w czerwcu i w lipcu notowano w południe w życie (odpowiednio 28,2°C i 29,6°C).

Łąka 9-11 VI



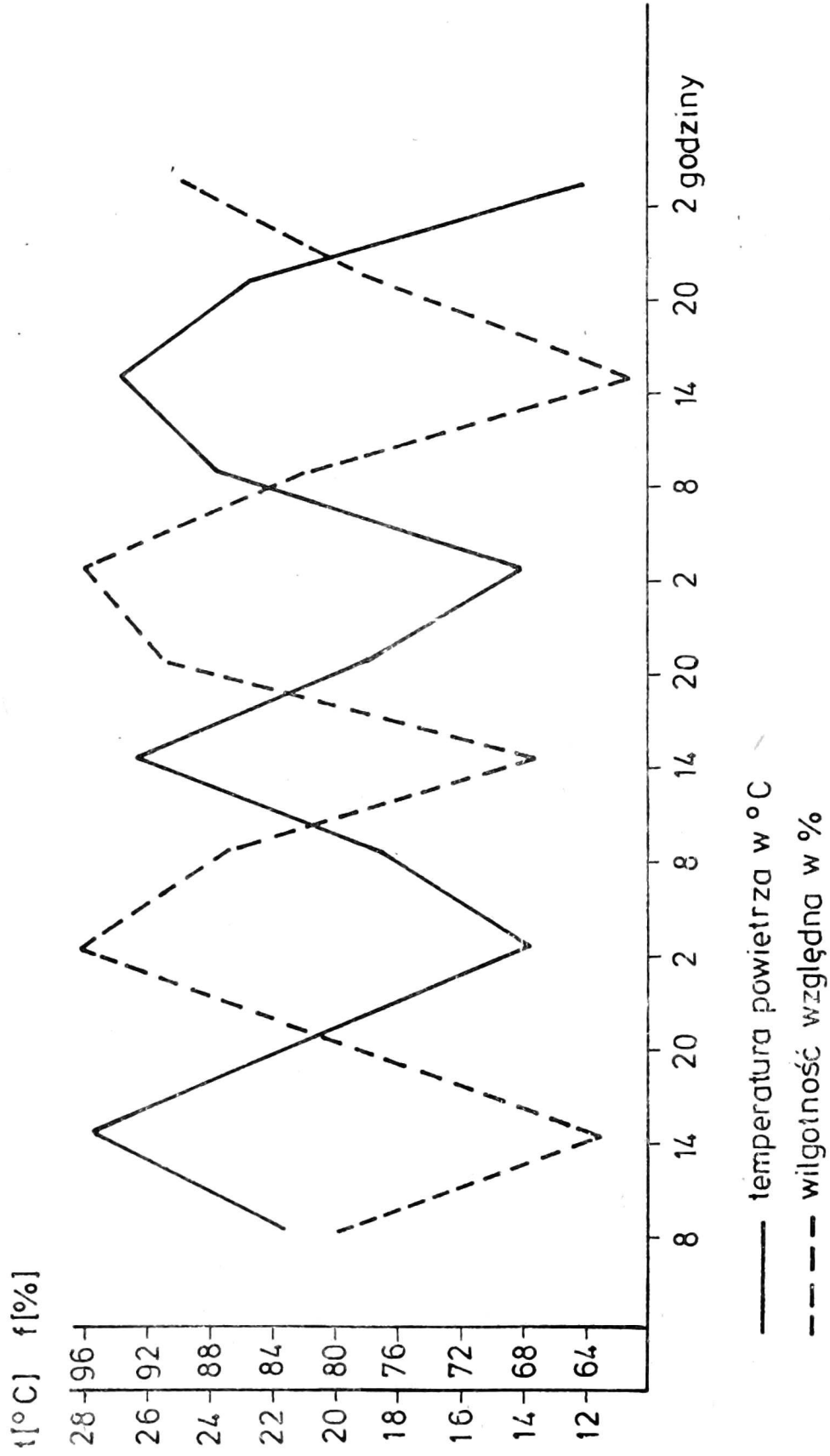
Rys. 1. Dobowy przebieg temperatury i wilgotności względnej powietrza na łące (wys. 5 cm n.p.g.)

Łąka 9-11 VI



Rys. 1. Dobowy przebieg temperatury i wilgotności względnej powietrza na łące (wys. 5 cm n.p.g.)

Buraki 8 - 10 VII



Rys. 2. Dobowy przebieg temperatury i wilgotności względnej powietrza w burakach ,wys. 5 cm n.p.g.)

Natomiast charakterystyczne są stosunkowo niskie temperatury na wys. 5 cm n.p.g. notowane w południe w lipcu, sierpniu i wrześniu w burakach cukrowych (rys. 2), gdyż promienie słoneczne pochłaniane były przez liście.

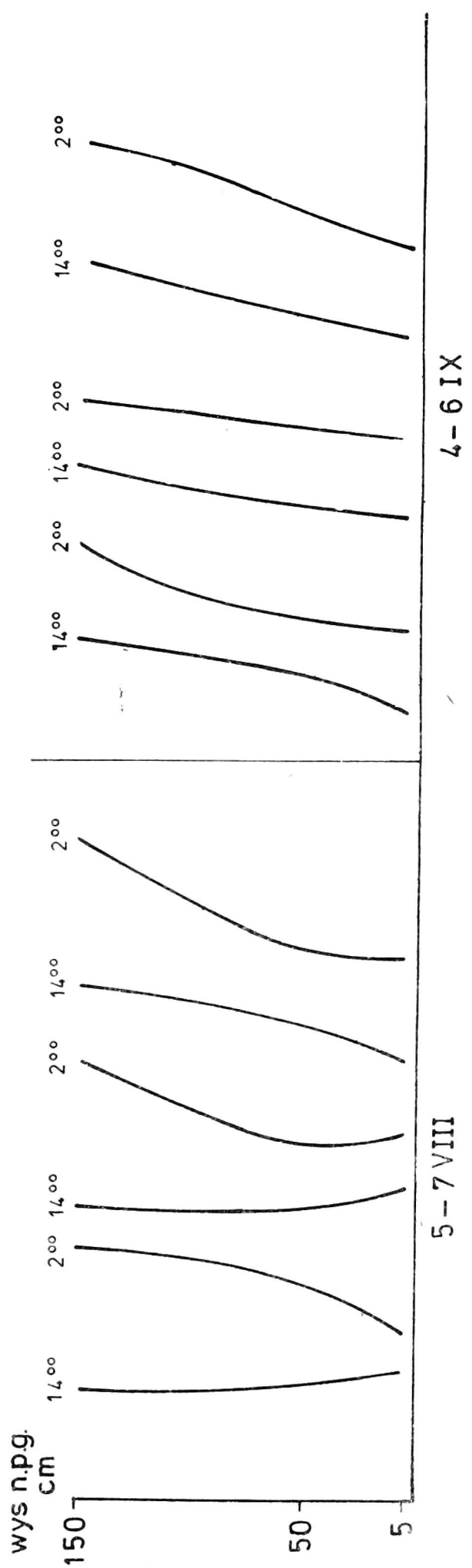
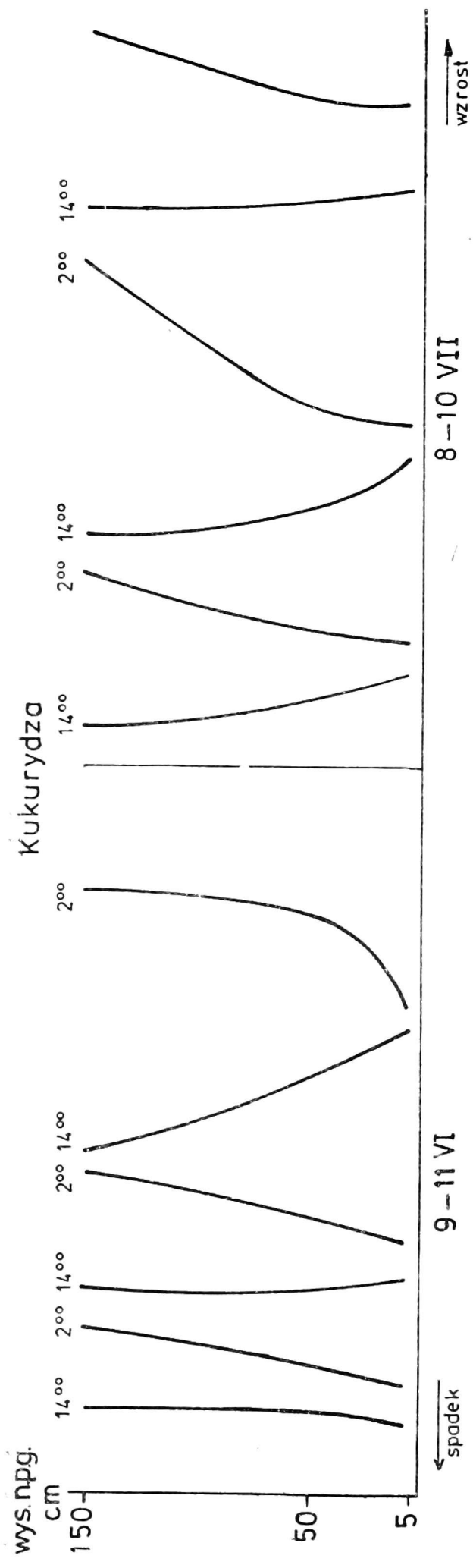
Po sprzęcie zboża, na ściernisku, notuje się w sierpniu podczas dnia najwyższą temperaturę dochodzącą do  $32,4^{\circ}\text{C}$ . Wystąpiły tam wówczas największe amplitudy dobowe temperatury powietrza, co pozwala stwierdzić, że zwiększał je brak szaty roślinnej.

W listopadzie i grudniu rozkład temperatury powietrza w ciągu doby na wysokości 5 cm n.p.g. przedstawiał się nieco inaczej, aniżeli w poprzednim okresie. W dniach prowadzonych obserwacji panowała pogoda niżowa, z dużym zachmurzeniem nieba. Najwyższe temperatury zanotowano o godz.  $1^{00}$  (zmiana czasu letniego na zimowy) w nocy, co prawdopodobnie można wiązać z adwekcją cieplejszych mas powietrza. Wahły się one na wszystkich stanowiskach od  $13,2^{\circ}\text{C}$  do  $14,8^{\circ}\text{C}$ . Najniższe zaś wystąpiły o godz.  $7^{00}$  i wynosiły od  $0,6^{\circ}\text{C}$  do  $1,2^{\circ}\text{C}$ . W czasie panowania wspomnianego typu pogody różnicowanie temperatury powietrza, zarówno pomiędzy poszczególnymi stanowiskami, jak również w ciągu doby, było stosunkowo małe.

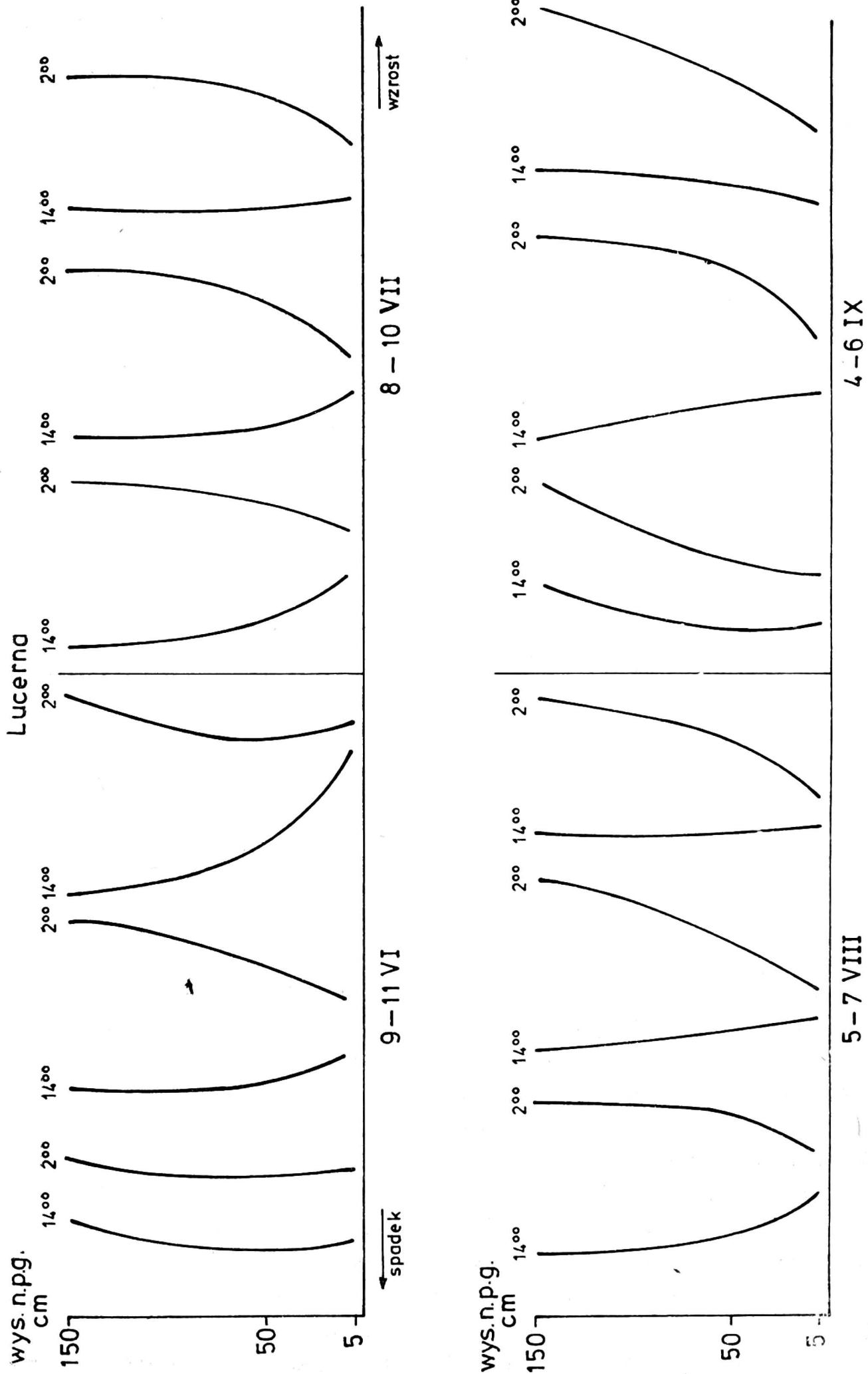
#### PIONOWA STRATYFIKACJA TEMPERATURY POWIETRZA W CIĄGU DOBY W RÓŻNYCH UPRAWACH POŁOWYCH

Jak już wspomniano, pionowe zmiany temperatury w przygruntowej warstwie powietrza zależą bezpośrednio od warunków wymiany cieplnej między powierzchnią czynną i atmosferą. Najwyraźniej zaznaczony, typowy profil pionowy temperatury w warstwie przygruntowej, można obserwować podczas ustalonej pogody wyżowej, przy stałym stanie równowagi w atmosferze i niewielkiej prędkości wiatru. Z podstawowych praw bilansu cieplnego powierzchni czynnej wynikają dwa główne typy pionowego rozkładu temperatury powietrza. Podczas dnia, gdy powietrze ogrzewa się od powierzchni czynnej, jego temperatura spada wraz ze wzrostem wysokości (typ insolacyjny). W nocy powierzchnia czynna wypromieniowując ciepło do atmosfery silnie się ochładza. Temperatura powietrza osiąga więc swoje minimum przy powierzchni ziemi, a w miarę oddalania się od niej temperatura powietrza wzrasta. Taki pionowy rozkład temperatury nazywamy typem radiacyjnym stratyfikacji termicznej (inwersja temperatury powietrza).

Przedstawione dwa zasadnicze typy rozkładu temperatury w warstwie przygruntowej ulegają pewnym zmianom w przypadku, gdy powierzchnia ziemi pokryta jest roślinnością. Zmiany w kształtowaniu warunków termicznych warstwy przygruntowej nad glebą pokrytą roślinnością wy-



Rys. 3. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w kukurydzy



Ryc. 4. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w lucernie



nikają z faktu, że oprócz czynników pochodzenia fizycznego oddziałują w silnym stopniu czynniki biologiczne takie jak: transpiracja i cechy morfologiczne roślin, wysokość i stopień pokrycia terenu roślinnością. Te zaś parametry są ściśle związane z fazą rozwojową rośliny. W miarę wzrostu rośliny wpływają w istotny sposób na kształtowanie fitoklimatu. Warunkując przenikanie promieni słonecznych w głąb łąnu, wymianę turbulencyjną i stratę ciepła na parowanie, wpływają przez to na warunki termiczne.

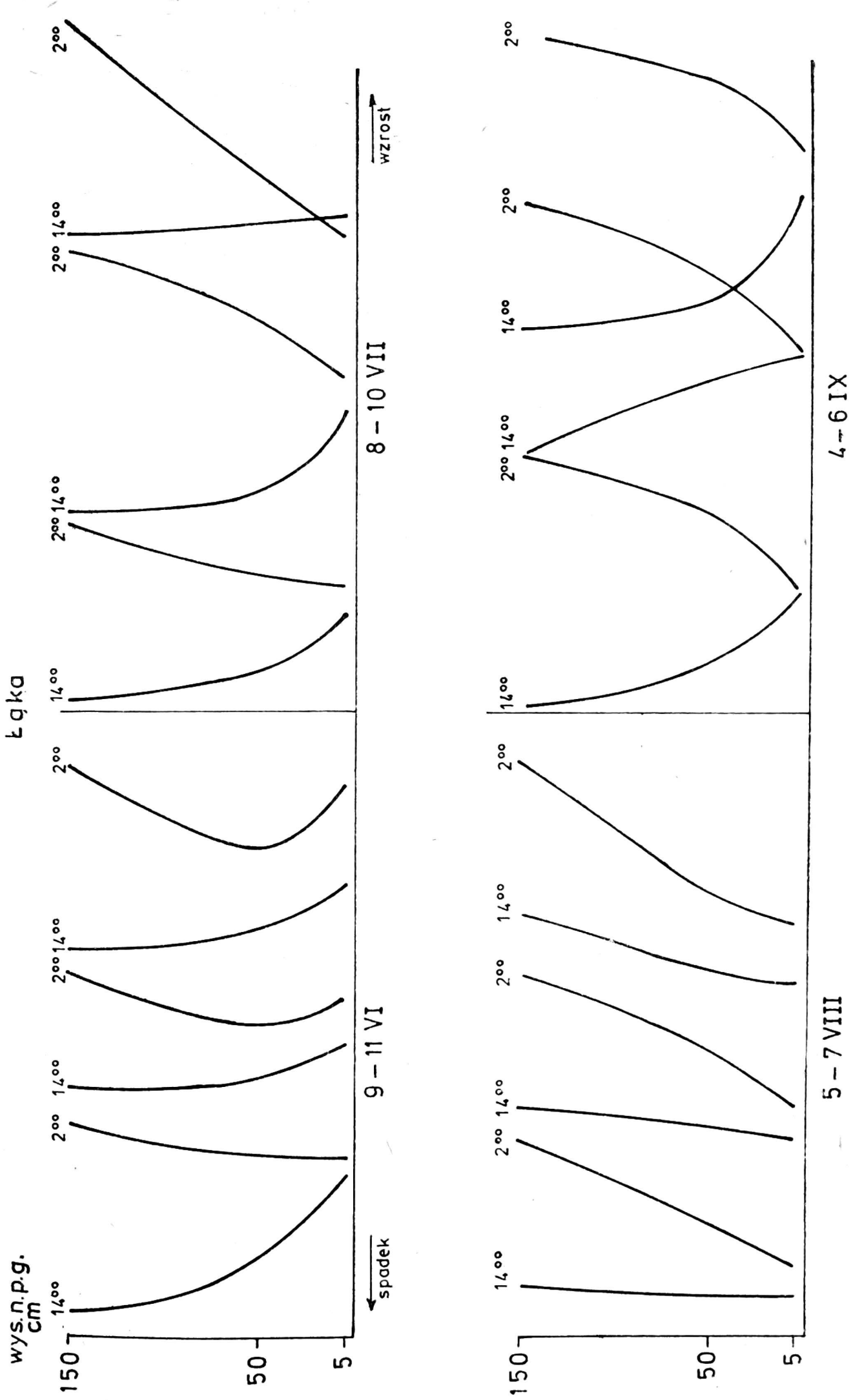
W celu ustalenia wpływu zróżnicowanej szaty roślinnej na kształtowanie się warunków termicznych dokonano analizy pionowej stratyfikacji powietrza na poszczególnych stanowiskach w kolejnych cyklach obserwacyjnych.

W kukurydzy (rys. 3) pionowy rozkład temperatury powietrza przedstawia się następująco: w południe w czerwcu, lipcu i sierpniu najwyższa temperatura występowała najczęściej na wys. 5 cm n.p.g. We wrześniu przy powierzchni ziemi obserwuje się najniższą temperaturę, natomiast na wysokości 150 cm najwyższą. W tym czasie kukurydza osiągnęła już wysokość około 240 cm i dobrze zacieniała glebę, stąd właśnie inwersyjny typ pionowej stratyfikacji temperatury powietrza. W nocy obserwuje się na ogół na badanym stanowisku wzrost temperatury ze wzrostem wysokości.

Na polu lucerny (rys. 4) o godz. 14<sup>00</sup> obserwuje się zbliżony do insolacyjnego typ pionowej stratyfikacji temperatury powietrza, w nocy zaś przeważa typ radiacyjny.

Na łące (rys. 5) podczas dnia najwyższe temperatury zanotowano na wys. 5 cm n.p.g. Krzywa pionowej stratyfikacji temperatury powietrza przedstawia więc typ insolacyjny. Jedynie w sierpniu, gdy wysokość trawy wynosiła ponad 30 cm, najniższą temperaturę zaobserwowano w południe przy powierzchni gruntu. W nocy, w czerwcu, widoczny jest spadek temperatury do wys. 50 cm n.p.g., zaś powyżej tej wysokości temperatura wzrasta. Dla lipca, sierpnia i września charakterystyczna jest inwersja temperatury powietrza. Zjawisko to na łące obserwowane jest najczęściej, zwłaszcza podczas nocy bezchmurnych, kiedy to małe zachmurzenie nieba sprzyja silnemu wypromieniowaniu ciepła z podłoża.

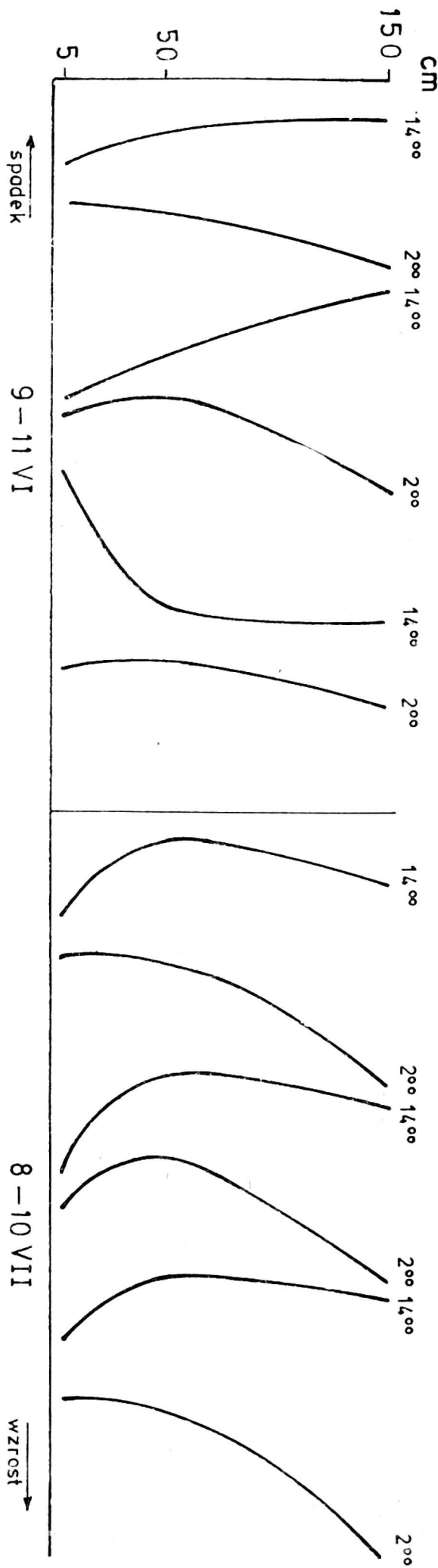
W burakach (rys. 6) na początku okresu obserwacji (w czerwcu i lipcu) najwyższa temperatura wystąpiła w południe przy powierzchni ziemi. Było to spowodowane zbyt niską jeszcze i słabo zagęszczoną pokrywą roślinną. Krzywa pionowego przebiegu temperatury powietrza wykazuje w tym okresie na ogół typ insolacyjny. Dalszy wzrost buraków (sierpień i wrzesień) spowodował większe zacienienie gleby i dlatego też najwyższe temperatury notowano niekiedy w południe na wys. 50 cm n.p.g., czyli w pobliżu górnej powierzchni łąnu. W nocy (godz. 2<sup>00</sup>) najniższe temperatury występowały przy powierzchni gruntu i wzrastały wraz ze wzrostem wysokości wykazując w pionowym profilu typ inwersyjny.



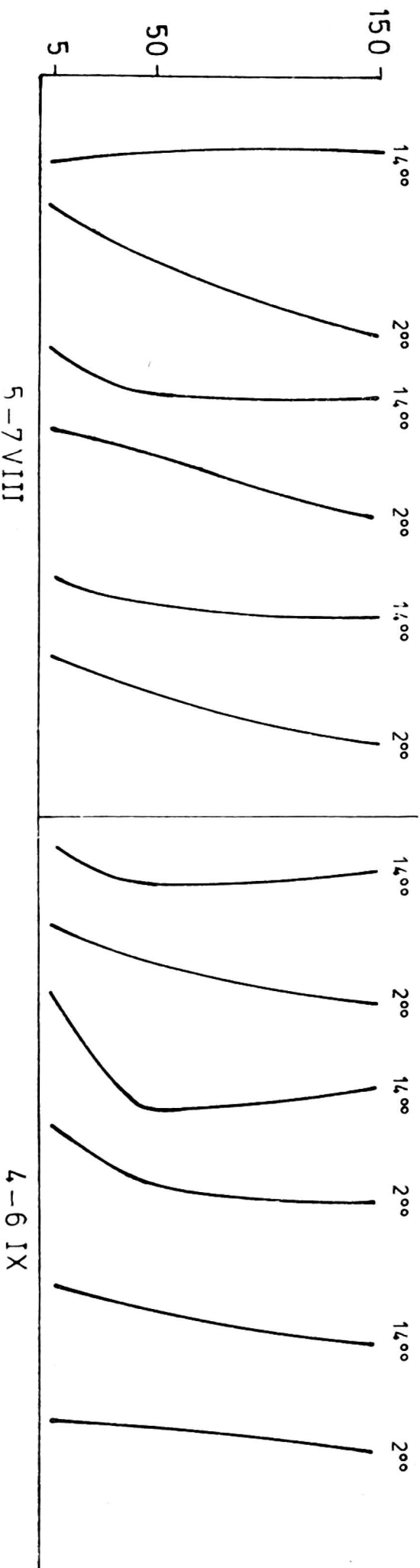
Rys. 5. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza na łące

wys.n.p.pg.

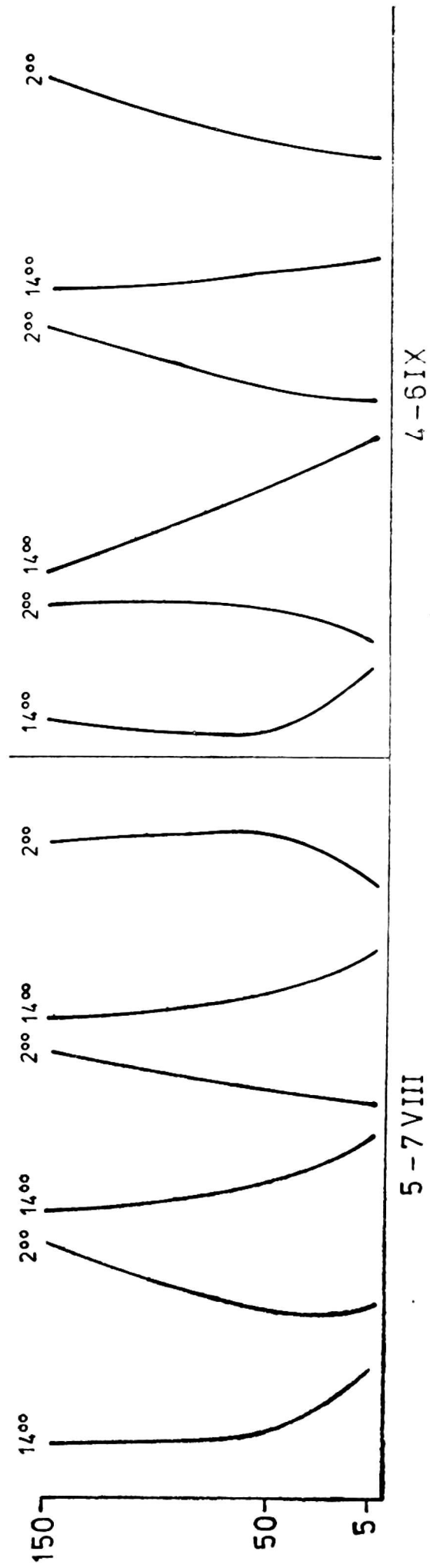
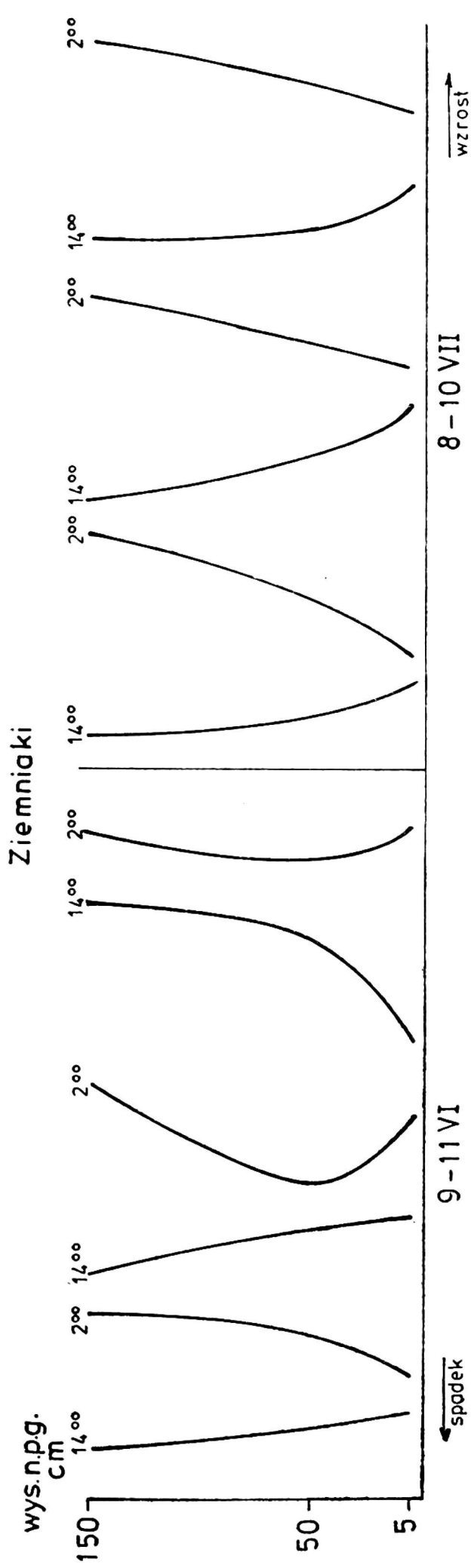
cm



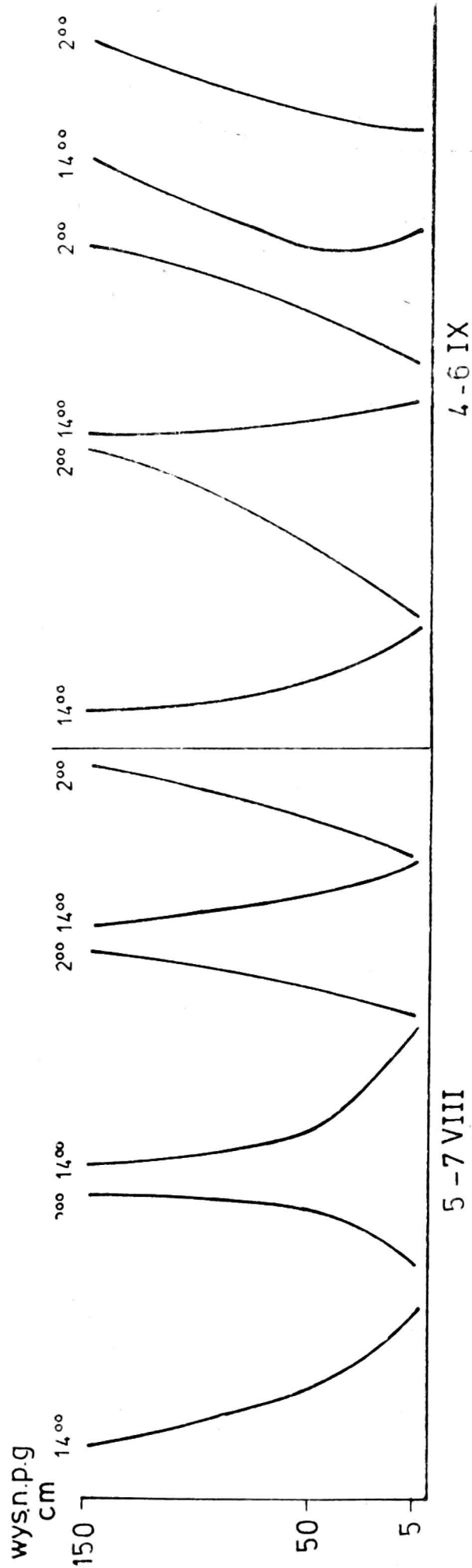
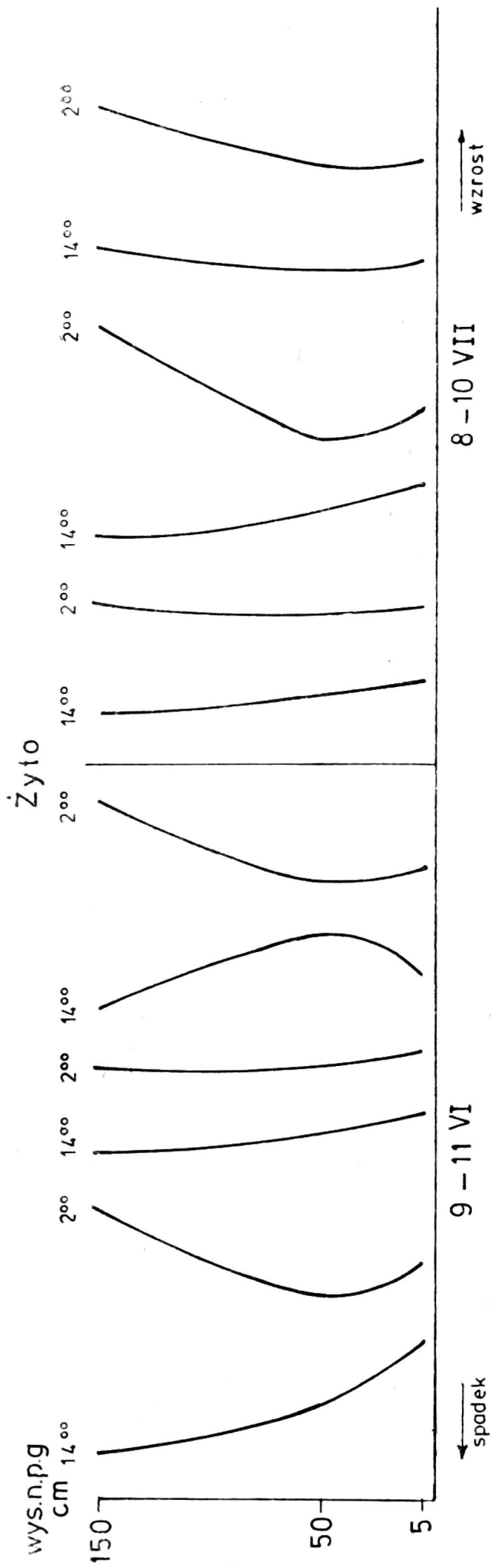
Buraki



Rys. 6. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w burakach



Rys. 7. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w ziemniakach



Rys. 8. Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w życie

W ziemniakach (rys. 7), w dzień, obserwuje się spadek temperatury wraz z wysokością, w nocy natomiast jej wzrost. Jedynie 10 i 11 czerwca w nocy zaznacza się odmienny charakter krzywej pionowego rozkładu temperatury powietrza. Do wysokości 50 cm n.p.g. wartości temperatury powietrza maleją, powyżej tej wysokości wzrastają.

Pionowa stratyfikacja temperatury powietrza w łanie żyta (rys. 8) przedstawia się następująco: początkowo krzywa przebiegu temperatury powietrza zachowuje na ogół typ krzywej zbliżony do typu insolacyjnego, ponieważ pionowo rosnące i nie rozkrzewione młode źdźbła zboża nie hamują promieniom słonecznym dostępu do powierzchni gruntu. Po wykłoszeniu maksimum temperatury podnosi się wyżej, na wysokość 50 cm n.p.g. Z chwilą zaś dojrzewania zboża i usychania jego liści promienie słoneczne znowu łatwiej przenikają w głąb łanu i dlatego poziom najwyższej temperatury przesuwają się w dół ku glebie. Na ściernisku i po orce (sierpień, wrzesień) krzywa powraca do typu insolacyjnego.

W nocy w życie, temperatury minimalne występują mniej więcej na połowie wysokości źdźbeł, tj. na około 50 cm od powierzchni gruntu (rys. 8 — czerwiec i lipiec). Po sprzęcie zboża, a więc na ściernisku (sierpień) i po orce (wrzesień) najniższe temperatury przypadają na wysokości 5 cm n.p.g.

W czasie trwania pogody z dużym zachmurzeniem ogólnym nieba (listopad i grudzień) zróżnicowanie temperatury powietrza na różnych wysokościach, a także na poszczególnych stanowiskach jest stosunkowo małe. Dla pionowej stratyfikacji charakterystyczny jest w tym czasie na ogół typ izotermiczny, odznaczający się brakiem wyraźnych zmian temperatury z wysokością.

#### UWAGI KOŃCOWE

Przeprowadzona analiza stosunków termicznych przygruntowej warstwy powietrza w różnych uprawach polowych, oparta na wynikach obserwacji prowadzonych w Turwi, pozwala na sformułowanie następujących wniosków końcowych.

W dobowym przebiegu temperatury powietrza nad powierzchnią gruntu w różnych uprawach polowych zaznaczają się pewne prawidłowości, do których należą przede wszystkim: występowanie temperatur maksymalnych w godzinach południowych, przy czym są one z reguły wyższe tam, gdzie uboższa lub mniej zwarta jest pokrywa roślinna oraz szczególnie duży spadek temperatury nocą na tych samych stanowiskach.

Badania potwierdziły wpływ roślin na kształtowanie się temperatury przygruntowej warstwy powietrza oraz zróżnicowania jej wartości na różnych stanowiskach w zależności od gatunku i fazy rozwojowej rośliny.

W przypadku niskiej lub niezbyt zwartej szaty roślinnej zaznaczają się tuż przy powierzchni gruntu, podczas dnia, wyższe temperatury powietrza, a w nocy niższe (łąka, żyto we wcześniejszej fazie). Podobny przebieg występuje tam, gdzie brak roślinności (ściernisko, orka).

W miarę wzrostu roślin i rozwoju liści ilość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi maleje, a pochłanianego rośnie, co różnicuje między innymi warunki termiczne występujące na tej samej wysokości nad glebą w różnych uprawach polowych (stosunkowo niskie temperatury powietrza w burakach i kukurydzy podczas dnia).

W warstwie przygruntowej powietrza, nad glebą pozbawioną roślinności, podczas dnia charakterystyczny jest typ insolacyjny, natomiast w nocy typ radiacyjny pionowej stratyfikacji termicznej. Badania w Turwi potwierdziły, że na obszarze pokrytym roślinnością w rozkładzie pionowym temperatury powietrza zachodzą pewne zmiany, zależne od gatunku roślinności, fazy rozwojowej oraz zwarcia pokrywy roślinnej.

W przypadku zwartej i dość wysokiej szaty roślinnej (np. buraki) najwyższa temperatura w dzień utrzymuje się niekiedy na pewnej wysokości nad powierzchnią gleby (ok. 50 cm n.p.g.). W nocy, wskutek wpływu poprzez łodygi chłodnego powietrza w dół, najniższe temperatury występują przy powierzchni gruntu.

Rzadsza szata roślinna (np. żyto) nie stanowi przeszkody dla promieniowania słonecznego. Podczas dnia najwyższe temperatury notowane są najczęściej na wys. 5 cm n.p.g. i spadają wraz ze wzrostem wysokości. Jedynie podczas najbujniejszego rozwoju powierzchnia czynna przemieszcza się na pewną wysokość w górę łanu.

W czasie trwania pogody wyżowej, w godzinach wieczornych i nocnych, bardzo częstym zjawiskiem w przygruntowej warstwie powietrza jest inwersja temperatury.

W okresie późnej jesieni i na początku zimy, w czasie trwania pogody z dużym zachmurzeniem ogólnym nieba, obserwuje się często izotermiczny typ pionowej stratyfikacji temperatury powietrza.

*Instytut Geografii Fizycznej  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Zakład Klimatologii*

#### LITERATURA

- B a c S., 1982: Agroklimatyczne podstawy melioracji wodnych w Polsce. PWRiL. Warszawa.
- H e r m a n K., 1965: Porównanie przebiegu zmian temperatury powierzchniowych warstw gleby i powietrza w różnych porach roku. Roczniki Nauk Rolniczych, Ser. A, t. 90, z. 2. Warszawa
- J u r z e c k i S., 1969: Wpływ pogody i klimatu na wegetację roślin uprawnych w pogórskim odcinku Raby. (Summary: Influence of weather and climate on

the vegetation of cultivated plants in the submontane section of the valley of Raba river). *Zeszyty Naukowe UJ. Tom CCXVIII. Prace Geograficzne*, z. 25. Kraków.

Panecka K., 1973: Z badań nad warunkami termicznymi uprawy roślin rolniczych na obszarze Polski. (Summary: From investigations on thermic conditions of cultivation of agricultural crops on the Poland's territory). *Wiadomości Służby Hydrologicznej*. T. 9, z. 2/3. Warszawa.

Radomski C., 1969: Badania nad mikroklimatem w Polsce na tle potrzeb rolnictwa. (Summary: Studies of microclimate in Poland with regard to agricultural needs). *Ekologia Polska. Seria B*. T. XV, z. 3. Warszawa.

## THERMAL PROPERTIES OF THE AIR LAYER IMMEDIATELY ABOVE THE GROUND SURFACE UNDER DIFFERENT AGRICULTURAL CROPS IN THE VICINITIES OF TUREW

### Summary

The present paper deals with thermal properties of the air layer immediately above the ground surface under different agricultural crops in the vicinities of Turew.

The study is based on the results of field observations carried out by Barbara Jędrzejczak at Turew, a locality lying in the Greater Poland Lowlands. The observations were carried out at six sites under different agricultural crops throughout a period between June and December of 1981. Such crops as corn, lucerne, grass, beetroot, potatoes and rye were subjected to observation. Measurement of air temperature was made at an altitude of 5, 50 and 150 cm above the ground surface at 8 a.m., 2 p.m., 8 p.m. and 2 a.m. during three-day cycles every month by the use of the Assmann psychrometer. Simultaneously, visual observations were made of cloudiness and other meteorological phenomena such as dew and hoar-frost.

This paper emphasizes differences in types of curves for vertical thermal stratification between particular sites with a different vegetation cover. For that purpose curves for vertical stratification of air temperature were constructed for each agricultural crop and for particular observation cycles.

The analysis of thermal properties of the air layer immediately above the ground surface under different agricultural crops permits the following final conclusions to be drawn.

Certain changes take place in the vertical distribution of air temperature above a vegetated surface, depending on species, developmental stage and the density of a vegetation cover.

In the case of a dense and rather high vegetation cover, e.g. beetroot, highest temperature during daylight is sometimes maintained at a certain altitude above the soil surface (about 50 cm above ground surface). Overnight lowest temperature is recorded at the ground surface because of downward movement of cooler air through stems.

A sparse vegetation cover, e.g. rye, does not represent an obstacle to solar radiation. During daylight the highest temperature is most frequently recorded at an altitude of 5 cm above ground surface and drops as the altitude increases (insolation type of vertical thermal stratification). The active surface moves upward to a certain altitude merely in the case of luxuriant rye.



In the evening and at night when high pressure prevails, temperature inversion (radiation type of vertical thermal stratification) is of frequent occurrence in the air layer immediately above the ground surface.

In late autumn and early winter when cloudiness is high, isothermal type of vertical temperature stratification is frequently observed. There exist no changes in it.

*Institute of Physical Geography  
Adam Mickiewicz University in Poznań  
Section of Climatology*

#### LIST OF FIGURES

- Fig. 1. Diurnal variations in air temperature and relative humidity for meadow (altitude of 5 cm above ground surface).  
Fig. 2. Diurnal variations in air temperature and relative humidity for beetroot (altitude of 5 cm above ground surface).  
Fig. 3. Vertical stratification of air temperature for corn.  
Fig. 4. Vertical stratification of air temperature for lucerne.  
Fig. 5. Vertical stratification of air temperature for meadow.  
Fig. 6. Vertical stratification of air temperature for beetroot.  
Fig. 7. Vertical stratification of air temperature for potatoes.  
Fig. 8. Vertical stratification of air temperature for rye.