Charakterystyka mikroklimatu głównych zespołów lasu „Ruda” w Puławach

*Zur mikroklimatischen Charakteristik der wichtigsten
Waldassoziationen des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy (Polen)*

A. SOKOŁOWSKI

WSTĘP

Praca niniejsza stanowi wynik obserwacji nad mikroklimatem głównych zespołów lasu „Ruda” w Puławach, wykonanych w ciągu lat 1954—1955. Obserwacje te prowadzone były przy użyciu ograniczonych środków i dlatego nie dają one precyzyjnego i pełnego obrazu stosunków klimatycznych w obrębie oddziaływania roślinności leśnej, pozwalają jednak na dokonanie charakterystyki mikroklimatu sąsiadujących ze sobą fitocenoz reprezentujących różne zespoły leśne i na wykazanie jakościowych różnic między nimi. Fakt, że obserwacje obejmowały tylko małą, przyziemną warstwę powietrza do 50 cm wskazuje na fragmentaryczność obserwacji. Roślinność drzewiasta bowiem, będąca głównym składnikiem zbiorowisk leśnych, a równocześnie i głównym edyfikatorem stosunków klimatycznych, dochodzi w danym przypadku do 20—25 m, dlatego też przyziemna warstwa powietrza jest tylko małą częścią ogólnej przestrzeni objętej modyfikującym wpływem roślinności. Z tego powodu będę używał za Sapoznikową (1953) określenia „mikroklimat”. Jednak znaczenie danych otrzymanych z obserwacji podnosi fakt, że przyziemna warstwa powietrza w lesie jest strefą bytowania składników runa występujących zarówno w dużej liczebności, jak i masie, zależnie od zbiorowiska. Warstwa ta ma również decydujące znaczenie dla wspomnianych już głównych edyfikatorów klimatu — drzew, gdyż jest ona środowiskiem bytowania roślin drzewiastych w stanie juwenilnym. Wreszcie w tej najbardziej przyziemnej warstwie powietrza zaznacza się oddziaływanie drugiej powierzchni czynnej, którą stanowi obok koron drzew powierzchnia ściółki i runo (Pietrow 1954) oraz oddziaływanie gleby, która wywiera bardzo znaczny wpływ na stosunki mikroklimatyczne (Ermich

1953, Gumiński 1951, Sapożnikowa 1953, Tomanek 1952, 1953). W warstwie tej koncentruje się więc wpływ struktury całego zbiorowiska roślinnego i gleby.

Wybór odpowiednich punktów reprezentatywnych dla poszczególnych zespołów ułatwiło w znacznym stopniu zbadanie omawianego terenu pod względem fitosocjologicznym przez A. i Wł. Matuszkiewiczów (1954, 1956).

Składam w tym miejscu wyrazy głębokiej wdzięczności prof. drowi Wł. Matuszkiewiczowi za koncepcję pracy i stałą pomoc w jej wykonaniu oraz doc. drowi K. Kuźniarowi za ułatwienie mi pracy w terenie.

TEREN BADAŃ

W kompleksie lasu „Ruda“ wybrane zostały cztery punkty reprezentujące trzy zespoły. Odnośne zespoły nazywam zgodnie z nomenklaturą użytą przez A. i Wł. Matuszkiewiczów (1956). Układ przestrzenny punktów podaje załączona na ryc. 1 mapka. Punkty A, B i C leżą w oddziale 1, punkt D w oddziale 8 w/w kompleksu.

Ryc. 1. Układ przestrzenny punktów (A, B, C, D) na terenie lasu „Ruda“ w Puławach

Punkt A reprezentuje zespół łągu *Fraxino-Ulmetum* (Tx. ap. Lohm. 1952) Oberdorfer 1953, występujący na aluwialach i wykształcony dość fragmentarycznie. Punkty B i C reprezentują dwie odmiany grądu *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* Tx. 1937, punkt B odmianę wilgotniejszą typową z *Galeobdolon luteum*, punkt C odmianę suchszą, mniej typową z *Vaccinium myrtillus*. Wreszcie punkt D repre-

zentuje zespół boru mieszanego *Pineto-Quercetum berberidetosum* M a t. 1955. Dokładny opis i charakterystykę wymienionych zespołów podają w swej pracy A. i Wł. Matuszkiewiczowie (1954, 1956).

Ryc. 2. Schemat układu przestrzennego zespołów leśnych oraz punktów A, B, C, D w zależności od stosunków topograficznych i geologicznych na terenie lasu „Ruda“ w Puławach (wg W. i A. Matuszkiewiczów)

Występujące na badanym terenie zbiorowiska są zbiorowiskami naturalnymi, zostały one jednak znacznie zniekształcone gospodarką przez protegowanie na całym terenie sosny, co dotyczy głównie grądu, oraz przez wyrąb, który dotknął najbardziej zespół boru mieszanego. Z tego powodu drzewostan w punkcie D jest silnie przerzedzony i stąd pewne zjawiska mikroklimatyczne w tym punkcie są przejaskrawione.

OPIS PUNKTÓW OBSERWACYJNYCH

Punkt A położony jest na terenie łągu występującego wąskim pasem wśród grądu. Szerokość tego pasa w punkcie A nie przekracza 20 m, dlatego też wpływ grądu na kształtowanie się elementów mikroklimatycznych w tym punkcie zdaje się nie ulegać wątpliwości. Drzewostan o zwarcu około 85—90% zbudowany jest z olszy czarnej. Wysokość olsz oceniana na oko wynosi około 25 m. Warstwa krzewów jest dość silnie rozwinięta i składają się na nią w głównej mierze *Padus avium*, w mniejszym stopniu *Cornus sanguinea* i rzadko *Ribes nigrum*. Runo jest bardzo bogate i daje wyraźnie zaznaczające się aspekty: w okresie pierwiosnia (początek maja) budującymi składnikami runa są *Chrysosplenium alternifolium* i *Ficaria verna* występujące w znacznym zwarcu. Następnie rozwijają się gatunki charakteryzujące się większym wzrostem, jak *Urtica dioica*, *Impatiens noli-tangere*, *Humulus lupulus*, *Festuca gigantea*

i inne. Utrzymują się one z wyjątkiem *Impatiens* do końca lata, po czym zamierają i aspekt nadają znów *Chrysosplenium alternifolium* i *Glechoma hederacea*.

Gleba należy do rodzaju aluwialnych i wykazuje w ciągu całego roku dużą wilgotność, a w okresie przedwiośnia i pierwiośnia woda wychodzi nawet na powierzchnię. Ściółka na skutek intensywnego rozkładu występuje tylko na jesieni po opadnięciu liści i na wiosnę. W tym czasie osiąga grubość 1—2 cm. Latem i wczesną jesienią brak jej niemal zupełnie.

W punkcie B drzewostan zbudowany jest z dębu bezszypułkowego, sosny i graba o zwarcu około 75%. Na obficie rozwiniętą warstwę krzewów składają się głównie leszczyna, lipa drobnolistna i grab. Łączne ich zwarcie wynosi około 70%. Runo daje wyraźne aspekty: w okresie przedwiośnia aspekt nadają *Hepatica nobilis* i *Anemone nemorosa*. W okresie pierwiośnia fioletowo-biała barwa przylaszczek i zawilców zastąpiona zostaje barwnym kobiercem *Corydalis solida* i *Pulmonaria obscura*. Wreszcie w okresie wiosny rozwijają się *Convallaria maialis*, *Galeobdolon luteum*, *Galium verum*, *G. Schultesii*, *Stellaria holostea* i inne. W tym składzie runo utrzymuje się do końca lata. Zwarcie runa w okresie lata wynosi do 40%. Ściółka ulega rozkładowi w znacznie słabszym stopniu niż w punkcie A i dlatego utrzymuje się w ciągu całego roku, wykazując grubość około 2 cm.

W punkcie C struktura i zwarcie drzewostanu i krzewów podobne jak w punkcie B. Różnice zaznaczają się głównie w warstwie runa, którego zwarcie jest bardzo małe i nie wykazuje aspektów. Głównymi jego składnikami są *Luzula pilosa*, *Carex digitata*, *Veronica officinalis*, *Vaccinium myrtillus*. Ściółka wykazuje słabszy rozkład niż w punkcie B.

W punkcie D drzewostan jest silnie przerzedzony i składają się nań dęby i sosny. Zwarcie jego wynosi około 50%. Warstwa krzewów zbudowana głównie z dębów, leszczyny i kruszyny wykazuje zwarcie wynoszące również około 50%. Runo o zwarcu do 70% zbudowane jest głównie z *Vaccinium myrtillus*, *Convallaria maialis* oraz w mniejszym stopniu z *Carex digitata*, *Luzula pilosa* i innych. Ściółka wykazuje tu słaby rozkład, a jej grubość razem z butwiną dochodzi do około 4—6 cm.

CEL I METODA BADAŃ

Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie mikroklimatu głównych zespołów lasu „Ruda“ w Puławach oraz wykazanie, w jakim stopniu oddziaływanie położonych blisko siebie fitocenoz reprezentujących różne zespoły roślinne jest specyficzne, w wypadku zaś istnienia tej specyfiki wyjaśnienie, jakimi czynnikami jest ona uwarunkowana.

Obserwacji dokonywałem seriami obejmującymi w roku 1954 okresy 4—11 dniowe w typowych fenologicznych porach roku, a więc w okresie zimy (8—17.II), pierwiosnia (1—9.V), przy końcu wiosny (26—30.VI), w okresie letnim (31.VII— 8.VIII), wczesną jesienią (24.IX—5.X) i w okresie jesieni (10—20.XII). W roku 1955 obserwacje prowadzone były seriami obejmującymi okresy 3—7 dniowe regularnie co miesiąc (wyjątek stanowi lipiec), niezależnie od fenologicznych pór roku i stanu pogody. Dzięki tej różnicy w sposobie obserwacji mogłem porównać wyniki dwóch aspektów tej samej metody, co stwarza w niniejszej pracy dodatkowe zagadnienie natury metodycznej.

Obserwacje obejmowały okres całego roku, a więc zarówno okres wegetacyjny, jak i okres spoczynku. Pozwoliło to na powiązanie zjawisk klimatycznych z dynamiką fenologicznych zmian zachodzących w zbiorowiskach roślinnych. Ogółem obserwacją zostały objęte w 1954 roku 52 dni, w roku 1955 — 64 dni.

Badalem zmienność następujących elementów mikroklimatycznych: w roku 1954 temperatury i wilgotności powietrza oraz szybkości wiatru, w roku 1955 mierzyłem ponadto temperaturę gleby. Obserwacje wymienionych elementów wykonywałem na następujących poziomach: temperatury minimalne na powierzchni ściółki lub śniegu (zimą) i na 20 cm, temperatury i wilgotności powietrza na 20 i 50 cm, pomiaru temperatury gleby dokonywałem począwszy od lutego 1955 r. na głębokości około 5 cm pod ściółką, nie licząc jej grubości. Szybkość wiatru mierzyłem na 50 cm.

Pomiary temperatury minimalnej dokonywałem toluenowymi termometrami minimalnymi. Wykładałem je codziennie o godz. 20, jeden bezpośrednio na ściółce lub śniegu, drugi na patyczkach na odpowiedniej wysokości. Rano o godzinie 7 notowałem wskazania i zabierałem je. Temperaturę i wilgotność powietrza mierzyłem psychrometrem aspiracyjnym *Assmann*, szybkość wiatru anemometrem wiatraczkowym *Robinson*. Temperaturę gleby termometrami glebowymi. Zakładałem je na początku każdej serii w ten sposób, że cienkim patyczkiem robiłem w ściółce i glebie otworek odpowiedniej głębokości, a następnie wkładałem weń termometr. W ten sposób struktura ściółki i gleby nie była naruszana. Obserwacje powyższe wykonywałem metodą patrolową. Obchodziłem według ustalonej kolejności wszystkie punkty zaczynając stale od A, poprzez B, C do D, a następnie wracałem do punktu B, gdzie dokonywałem pomiaru ponownie. Z różnicy otrzymanej z dwóch pomiarów w tym punkcie obliczałem dla każdego punktu poprawkę na zmienność temperatury w czasie, którą dodawałem do otrzymanej wartości w czasie pomiaru lub odejmowałem, w zależności od kierunku zmiany temperatury. Należy podkreślić przy tym, że wartość tej poprawki ma charakter wartości śred-

niej, nie uwzględnia bowiem specyfiki zmienności temperatury w poszczególnych punktach. Różnice w czasie między pierwszym a czwartym pomiarem wynosiły 25—30 min. W tym czasie temperatura ulegała zmianie. Wielkość tej zmiany zależna jest od pory roku, pory dnia, stanu pogody i od samego mikroklimatu danego punktu. Na różnice wartości temperatur zredukowanych i niezredukowanych w zależności od pory dnia wskazują tabele 1 i 2.

T a b e l a 1

Wartości temperatur zredukowane i niezredukowane przy pogodzie bezchmurne o godz 13 w dniu 5.VIII.1954.

Poziom obserwacji	Wartości zredukowane					Wartości niezredukowane			
	Punkt	A	B	C	D	A	B	C	D
50 cm	Termometr suchy	25,5	27,0	27,5	31,0	25,5	27,0	27,4	30,8
	Termometr wilgotny	21,0	20,7	22,3	21,5	21,0	20,7	22,2	21,3
20 cm	Termometr suchy	24,7	26,3	26,2	31,0	24,7	26,3	26,3	31,2
	Termometr wilgotny	22,0	20,8	22,1	20,4	22,0	20,8	22,0	20,2

T a b e l a 2

Wartości temperatur zredukowane i niezredukowane przy pogodzie bezchmurnej o godz. 7 w dniu 7.VIII.1954.

Poziom obserwacji	Wartości zredukowane					Wartości niezredukowane			
	Punkt	A	B	C	D	A	B	C	D
50 cm	Termometr suchy	18,5	19,0	19,8	20,5	18,5	19,7	21,3	22,5
	Termometr wilgotny	18,1	18,5	19,1	18,2	18,1	19,0	19,9	19,4
20 cm	Termometr suchy	18,4	19,4	20,5	21,5	18,4	19,9	21,3	22,8
	Termometr wilgotny	18,1	18,6	19,3	18,6	18,1	19,0	20,0	19,7

Za podstawę rozważań nad temperaturą powietrza służą temperatury zredukowane.

Obserwacji dokonywałem trzy razy dziennie: o godz. 7, 13 i 20 czasu miejscowego. Czas pomiaru trzeciego odbiega od przyjętego w meteorologii, co zmniejsza porównywalność wyników, lecz nieznacznie, gdyż po godz. 20 temperatura zmienia się powoli.

KSZTAŁTOWANIE SIĘ ELEMENTÓW MIKROKLIMATU

W rozważaniach operuję nie poszczególnymi miesiącami, lecz porami fenologicznymi. Kształtowanie się bowiem elementów mikroklimatycznych jest wyrazem modyfikującego wpływu roślinności, a ich dynamika jest ściśle związana z dynamiką fenologicznych zmian zachodzących w zbiorowiskach roślinnych.

TEMPERATURA POWIETRZA

Kształtowanie się temperatury w poszczególnych okresach fenologicznych ilustruję wykresami z najbardziej dla danego okresu typowych serii lub dni, biorąc za kryterium typowości pogodę bezchmurną, pozbawioną pewnych zakłóceń, jak np. nagły napływ ciepłego powietrza w czasie dokonywania pomiarów, zimą ponadto występowanie stałej pokrywy śnieżnej. Za podstawę rozważań i wysnuwanych wniosków służą wyniki otrzymane w ciągu wszystkich serii wykonanych w czasie trwania danej fenologicznej pory roku, tj. tak w roku 1954, jak i 1955.

Na wykresach przedstawiłem przebieg temperatury w punkcie A na 20 cm oraz zachodzące różnice temperatur między punktem A, którego wartości przyjąłem za zero, a punktami pozostałymi na obu poziomach, tj. na 50 i 20 cm. Za zero przyjąłem temperaturę punktu A dlatego, że w punkcie tym wykazuje ona najbardziej wyrównany przebieg.

Okres zimy reprezentują cztery serie pomiarów: dziewięciodniowa seria wykonana w lutym 1954 r. (8—16.II) oraz jedna cztero- i dwie siedmiodniowe wykonane w styczniu (12—15.I), lutym (15—21.II) i marcu (13—19.III) 1955 roku. W styczniu 1955 r. stałej pokrywy śnieżnej było brak, w marcu natomiast występowały już płyty pozbawione śniegu zupełnie. W lutym tak w roku 1954, jak 1955 pokrywa śnieżna wynosiła około 15—25 cm. Zasadniczych jednak różnic w przebiegu temperatury w ciągu stycznia, lutego i marca nie daje się zauważyć.

Różnice między punktami w tym okresie są na ogół małe (ryc. 3), a w ich ogólnym przebiegu występuje duża zależność ich wielkości od stanu pogody. Przy pogodzie słonecznej (tj. gdy zachmurzenie waha się w granicach 0—7) osiągają one wielkości znaczne pomimo małej izolacji dna lasu spowodowanej brakiem ulistnienia (8—9.II.1954 i 19.II.1955). Przy pogodzie pochmurnej (gdy zachmurzenie przekracza 7) różnice między punktami są znikome.

Okres przedwiośnia reprezentuje jedna sześciiodniowa seria wykonana w dniach 1—7.IV.1955. Punkt A wykazuje w ciągu całej serii dość znaczne podtopienie, miejscami zaś zwierciadło wody wychodzi na powierzchnię. Ściółka, której grubość nie przekracza nigdzie 2 cm, wykazuje znaczny rozkład, miejscami brak jej jest zupełnie. W punktach B, C i D

dno lasu pokryte jest grubą warstwą ściółki, wykazującej dołem słaby, na powierzchni zupełny brak rozkładu. Ponieważ w dniach 3—6.IV była ona zupełnie sucha, stanowiła w punktach B, C i D izolację od oddziaływania gleby.

Ryc. 3. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie zimy

W przebiegu temperatury (ryc. 4) zwracają uwagę duże wahania dobowe. Różnice między punktami są na ogół nieduże i w swoim przebiegu nie wykazują jakiegoś regularnego układu, czym upodabniają się do przebiegu różnic w okresie zimy.

Okres pierwiosnia reprezentują dwie serie (1—9.V.1954 i 30.IV—6.V.1955).

Ściółka, jak w okresie przedwiosnia. W punkcie A gleba jest silnie przewodniona, woda jednak na powierzchnię nie wychodzi.

Temperaturę charakteryzują duże wahania dobowe (ryc. 5), znacznie większe niż w okresie przedwiosnia. Jest to zrozumiałe uwzględniając małą izolację dna lasu spowodowaną brakiem ulistnienia drzew. Różnice między punktami wykazują wartości większe niż w okresie poprzednim.

Można się w tym dopatrywać oddziaływania runa, które wykazuje dość znaczne zwarcie, szczególnie w punktach A i B. W przebiegu różnic zaznacza się pewna regularność, która jednak występuje tylko przy pogodzie słonecznej. I tak o godz. 7 i 13 najchłodniejszy jest punkt A, najwyż-

Ryc. 4. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie przedwiośnia. (Oznaczenia jak wyżej)

sze zaś wartości temperatur wykazuje dość często punkt D. O godz. 20 w typowych przypadkach układ ten zostaje odwrócony: punkt A jest najcieplejszy, najchłodniejszy punkt D, punkty B i C wykazują temperatury pośrednie.

Podkreślić należy, że największe dzienne amplitudy temperatury występują w punkcie D, najsłabiej izolowanym od wpływu makroklimatu na skutek małego zwarcia drzewostanu i raczej skąpej warstwy krzewów. Najbardziej wyrównane temperatury wykazuje punkt A. Krzewy wykazują tu silniejszy rozwój liści. Główny ich składnik czeremcha rozwinęła w tym czasie liście w znacznym stopniu. Na przebieg temperatury w tym punkcie wywiera duży wpływ gleba. Brak ściółki powoduje bezpośrednie jej oddziaływanie. Na skutek silnego jej uwilgotnienia ma ona dużą pojemność cieplną (T o m a n e k 1953), dzięki czemu łagodzony jest nocny spadek temperatury, w dzień zaś na skutek wzmożonego parowania z wilgotnej powierzchni gleby następuje znaczne obniżenie tempe-

ratury. Punkt D posiadający grubą warstwę ściółki, która w tym czasie była sucha, wykazuje znaczne wahania temperatury. Punkty B i C zajmują pod tym względem stanowisko pośrednie.

Na okres pełnej wiosny przypadają trzy serie: pięciodniowa seria wykonana w dniach 26.VI—1.VII.1954 oraz pięciodniowa (3—8.VI) i trzydniowa (26—29.VI) wykonane w roku 1955.

Ryc. 5. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie pierwiośnia. (Oznaczenia jak wyżej)

Roślinność w tym czasie jest w pełnym rozwoju. W punkcie A warstwie runa nadaje swoisty aspekt *Impatiens noli-tangere*, który w roku 1955 na początku czerwca tworzył niemal lity kobierzec o wysokości około 20 cm. Przy końcu czerwca osiągnął on wysokość 60 cm.

W przebiegu temperatur (ryc. 6) zwracają uwagę mniejsze jej wahania w porównaniu z pierwiosniem. Różnice temperatur natomiast mają

wartości znacznie większe w porównaniu z seriami poprzednimi, a w swoim przebiegu wykazują dużą regularność i powtarzającą się z dużą konsekwencją cykliczność dzienną. Mianowicie w typowych przypadkach o godz. 7 i 13 punkt A jest najchłodniejszy, najcieplejszy zaś jest

Ryc. 6. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie wiosny. (Oznaczenia jak wyżej)

punkt D, przy czym wartości jego temperatur odbiegają w znacznym stopniu od temperatur punktów B i C, których temperatura jest zbliżona do punktu A. O godz. 20 natomiast układ temperatur ulega odwróce-

niu: najcieplejszy jest punkt A, lub też wykazuje wartości zbliżone do punktu B. Najchłodniejszym punktem zaś jest punkt D, przy czym różnice między punktami o tej godzinie są znacznie mniejsze niż w ciągu dnia.

Na podkreślenie zasługują bardzo małe różnice między punktami B i C, co jest zrozumiałe zważywszy, że reprezentują one dwie odmiany tego samego zespołu roślinnego. Olbrzymie wartości różnic w punkcie D o godz. 13 spowodowane są silnym przersedzeniem drzewostanu. Pozwala to przy wysokim położeniu słońca na przenikanie promieni słonecznych do wnętrza lasu. Temperatura w punkcie A charakteryzująca się małymi wahaniami w ciągu doby uwarunkowana jest wpływem silnie przewilgoczonej gleby mającej dzięki temu dużą pojemność cieplną.

Daje się ponadto zauważyć, że wartości różnic są większe na 20 cm, a ich układ na tym poziomie jest bardziej regularny niż na 50 cm.

Okres lata (dla wczesnego lata brak obserwacji) reprezentują trzy serie: ośmiodniowa seria wykonana w dniach 31.VII—8.VIII.1954 oraz dwie sześciodniowe wykonane w dniach 1—7.VIII i 29.VIII—4.IX.1955 r.

Roślinność w tym okresie była w pełni rozwoju, jedynie w punkcie A już na początku sierpnia *Impatiens* zakończył wegetację pozostawiając po sobie nieliczne suche szczątki. Na runo składają się więc nieliczne tylko okazy *Urtica dioica*, *Circaea lutetiana*, *Geum rivale*, *G. urbanum* i inne. Korony olch dość azurowe w okresie wiosny osiągnęły obecnie dość znaczne zwarcie (ok. 90—95%). W pozostałych punktach runo i warstwy wyższe od wiosny nie uległy zmianie.

Wahania temperatury pozostały na poziomie wiosennym (ryc. 7). Różnice zaś osiągnęły w okresie 31.VII—8.VIII.1954 maksymalne wielkości. Obie serie z roku 1955 wykazują wartości różnic nieco mniejsze w porównaniu z seriami wiosennymi, co spowodowane było występowaniem w ciągu większości dni pogody pochmurnej. Różnice w swoim przebiegu wykazują dużą regularność oraz dość dobrze zaznaczoną cykliczność dzienną, zupełnie podobnie jak w okresie wiosny.

Okres wczesnej jesieni reprezentują dwie serie pomiarów: dwunastodniowa wykonana w okresie 24.IX—5.X.1954 i sześciodniowa wykonana w dniach 29.IX—5.X.1955 roku.

Roślinność, jak w okresie lata, niektóre tylko elementy runa nieco zżółkły.

Wahania temperatury w dni słoneczne wzrosły w porównaniu z okresem letnim (ryc. 8), wartości różnic natomiast wydatnie zmalały. Wskazuje to na osłabienie modyfikującego oddziaływania roślinności na makroklimat, związane z hamowaniem procesów życiowych. W przebiegu różnic uwidacznia się zależność ich wielkości od stanu pogody (2.X.1954), podkreślone to jest szczególnie w punkcie D. Cykliczność dzienna jest słabiej wyrażona, w roku 1954 brak jej niemal zupełnie, z wyjątkiem punk-

tu D, w którym w dniu pogodnie występuje dość wyraźnie. Układ różnic, który nie wykazuje żadnej regularności w roku 1954, w roku 1955 jest wyraźny i podobny zupełnie do układu z okresu wiosny i lata.

Ryc. 8. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie wczesnej jesieni. (Oznaczenia jak wyżej)

Okres jesieni reprezentują trzy serie: dziesięciodniowa seria wykonana w dniach 10—20.XII.1954 oraz pięciodniowa (1—6.XI) i czterodniowa (2—6.XII) wykonane w roku 1955.

W listopadzie liście z drzew prawie opadły. Pozostało ich nieco na olchach (punkt A), grabach (B i C) oraz na dębach (punkty B, C i D). Dno lasu zasłane jest świeżo spadłymi liśćmi. Promienie słońca na skutek jego niskiego położenia prawie nie dochodzą do dna lasu. W grudniu drzewa pozbawione są liści zupełnie.

Różnice w tym czasie wykazują wartości małe (ryc. 9), a w dniu pochmurne i dżdżyste zanikają niemal zupełnie. Dotyczy to głównie serii

grudniowych (17—19.XII.1954, ryc. 9). W dnie pogodne lub o małym tylko zachmurzeniu różnice wykazują wartości znaczne, regularny układ oraz dość dobrze zaznaczoną cykliczność dzienną, jak na tak małą izolację

Ryc. 9. Przebieg temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie jesieni. (Oznaczenia jak wyżej)

dna lasu spowodowaną brakiem ulistnienia. Układ temperatur o godz. 7 jest inny niż w okresach poprzednich. Różnice między punktami są bardzo nieznaczne lub też punkt A jest cieplejszy. O godz. 13 i 20 układ się nie zmienił.

Podsumowując powyższe rozważania należy podkreślić występowanie cykliczności rocznej temperatury. Zimą, przy zahamowaniu czynności życiowych roślin, oddziaływanie ich na makroklimat jest słabe. Słabo więc zaznacza się w tym czasie specyfika mikroklimatyczna poszczególnych zbiorowisk wyrażająca się w małych różnicach temperatury między punktami. Zaznacza się jednak w tym czasie oddziaływanie drzew na stosunki termiczne, które stanowią tu niejako trzecią powierzchnię czynną. Jak podaje P i e t r o w (1954), w dojrzałym lesie średnio zwartym powierzchnia pni drzew stanowi 30—40% powierzchni gleby zajmowanej przez ten las, tak że wielkie znaczenie tego czynnika w znacznym stopniu regulującego mikroklimat lasu zdaje się nie ulegać wątpliwości. Wyniki moje

T a b e l a 3

Wartości średnie z poszczególnych serii temperatury powietrza za rok 1954 i 1955

Poziom obserwacji		R o k 1 9 5 4						1 9 5 5											
		Nr sepii						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		I	II	III	IV	V	VI												
50 cm	A	-5,22	16,60	17,65	18,54	6,56	3,40	-1,03	-4,03	0,12	3,31	14,91	14,14	15,25	17,23	16,54	8,65	3,00	3,30
	B	-5,50	17,00	18,10	18,95	6,80	3,30	-0,86	-4,03	0,20	3,50	15,56	14,32	15,52	17,70	16,70	8,84	2,90	3,60
	C	-5,53	17,10	18,10	19,30	6,80	3,40	-0,88	-3,90	0,10	3,60	15,80	14,35	15,32	17,69	16,70	9,04	2,90	3,78
	D	-5,49	17,00	18,40	20,20	6,85	3,30	-0,82	-4,00	0,30	3,56	15,59	14,76	15,41	18,23	17,00	9,17	2,66	3,85
20 cm	A	-5,32	16,30	17,40	18,40	6,60	3,40	-1,03	-4,10	0,00	3,41	14,93	13,80	15,12	17,24	16,50	8,71	3,04	3,30
	B	-5,62	16,90	18,00	18,50	6,80	3,20	-0,90	-4,16	0,03	3,43	15,31	14,10	15,21	17,71	16,60	8,87	3,00	3,60
	C	-5,65	17,00	18,10	19,40	6,90	3,30	-0,90	-4,05	0,10	3,63	15,94	14,20	15,39	17,76	16,80	9,17	2,90	3,70
	D	-5,48	17,00	18,50	20,20	6,90	3,30	-0,82	-4,02	0,20	3,50	15,69	15,07	15,63	18,31	16,90	9,26	2,70	4,00
		-5,72	17,62	18,75	20,30	7,40	3,40	-1,00	-3,73	0,28	3,70	15,60	16,10	16,40	18,60	17,80	10,50	3,60	3,80

otrzymane w okresie zimowym potwierdzają te dane. Mianowicie w dnie słoneczne o godz. 7 temperaturę wyższą wykazuje poziom 20 cm. O godz. 13 gradienty niemal zanikają, co wydaje się dziwne, gdyż o tej godzinie są one największe. Powierzchnia drzew mająca znacznie mniejsze albedo w porównaniu ze śniegiem, dzięki czemu w ciągu słonecznego dnia ogrzewa się znacznie intensywniej, intensywniej niż śnieg ogrzewa powietrze znajdujące się w jej otoczeniu. O godz. 20 gradienty wzrastają, a temperaturę wyższą wykazuje poziom 50 cm, na skutek silniejszego rozgrzania drzew w ciągu dnia. Latem oddziaływanie pni drzew zanika niemal zupełnie na skutek ich zacielenia przez ulistnione korony. Oddziaływanie pni jesienią po zrzućeniu liści przez drzewa nie ujawniło się na skutek braku słonecznej pogody, jak również braku pokrywy śnieżnej powodującej większe nagrzewanie się na skutek wspomnianej różnicy albedo.

Maksimum specyfiki mikroklimatu poszczególnych zbiorowisk występuje latem w okresie pełnego rozwoju roślinności. Wyraża się ono w maksymalnych różnicach wartości temperatury między punktami.

Cykliczność roczną wykazują również wielkości amplitud dziennych temperatury powietrza. Mianowicie w okresie zimowym nawet przy pogodzie słonecznej są one małe, a maksimum osiągają w okresie pierwonienia, a więc przed rozwojem liści.

Znaczący wpływ na amplitudy dzienne, jak i na wielkość różnic między punktami wywiera ogólny stan pogody. W dnie pochmurne są one nieduże, przy pogodzie słonecznej osiągają wartości znaczne. Spowodowane to jest tym, że chmury zatrzymują większą część promieniowania słonecznego. Znaczenie zachmurzenia jako czynnika osłabiającego natężenie promieniowania jest tym większe, że działanie wszystkich innych czynników jest o wiele słabsze (S z y m k i e w i c z 1928).

TEMPERATURA MINIMALNA

Temperatury minimalne, jako wartości ekstremalne pozbawione są tych błędów, jakie wynikają z metody patrolowej pomiaru. Są więc one bardziej reprezentatywne i mają wartości bardziej bezwzględne.

Podobnie jak w przypadku temperatury powietrza i tu przedstawiłem na wykresach przebieg minimów w punkcie A na 20 cm oraz przebieg różnic temperatur minimalnych między punktem A, którego wartości przyjąłem za zero, a punktami pozostałymi.

W okresie zimy w ogólnym przebiegu temperatur minimalnych (ryc. 11) zwracają uwagę duże wahania dochodzące do 8—9°, różnice natomiast między punktami nie są duże, co jest zrozumiałe zważywszy małą izolację poszczególnych punktów. W przebiegu różnic brak jest wyraźnego układu charakteryzującego okresy całych serii. Dość wyraźnie jednak wyróż-

Ryc. 10. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii temperatury powietrza w punkcie A na 20 cm oraz różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D. (Oznaczenia jak wyżej)

Ryc. 11. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie zimy

nia się punkt D, jako najchłodniejszy. W noc o małym zachmurzeniu punkty przedstawiają od najcieplejszego do najchłodniejszego następujący szereg A—C—B—D. Przy dużym zachmurzeniu punkt C, a czasem nawet B wykazują wartości minimów wyższe od punktu A.

Porównując wartości minimów na obu poziomach dają się zauważyć w większości wypadków niższe ich wartości na powierzchni śniegu, chociaż układ odwrotny występuje również dość często. Wskazuje to na oddziaływanie powierzchni śniegu, jako powierzchni czynnej.

Ryc. 12. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie przedwiośnia. (Oznaczenia jak wyżej)

Ryc. 13. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie pierwowiośnia. (Oznaczenia jak wyżej)

W okresie przedwiośnia wahania temperatur minimalnych zmniejszają się nieco w porównaniu z zimą (ryc. 12), natomiast różnice między punktami są znacznie większe. Szczególnie duże różnice zaznaczają się między punktem A, który w tym okresie zdecydowanie góruje, a punktami pozostałymi, których wartości są do siebie zbliżone. Szczególnie jaskrawo występuje to na powierzchni ściółki.

Układ punktów od najcieplejszego do najchłodniejszego na 20 cm nie uległ zmianie i przedstawia się tak, jak w okresie zimy, a więc A—C—B—D. Na powierzchni ściółki natomiast w bezchmurne noce lub przy małym zachmurzeniu punkt B jest nieco cieplejszy od punktu C. W ogół-

nym przebiegu różnic zwracają uwagę zbliżone wartości punktów B i C tak na 20 cm, jak i na powierzchni ściółki.

Jeżeli chodzi o układ pionowy minimów, to w punkcie A wyższe ich wartości występują na powierzchni ściółki. Zaznacza się więc tu oddziaływanie gleby charakteryzującej się dużą pojemnością cieplną, a cienka warstwa silnie przewilgoconej ściółki nie stanowi izolacji dla wspomnianego wpływu gleby. W punktach B, C i D, gdzie ściółka wykazuje większą grubość, dość często na jej powierzchni występują niższe wartości minimów.

W okresie pierwiosnia wahania temperatur minimalnych maleją jeszcze bardziej, zaś wartości różnic między punktami wzrastają (ryc. 13). W przebiegu różnic występuje duża regularność, a układ punktów od najcieplejszego do najchłodniejszego przedstawia się następująco: w 1954 r. A—C—B—D, w roku 1955 A—C—B—D. Na podkreślenie zasługuje również fakt, że różnice na powierzchni ściółki są znacznie większe niż na 20 cm.

W punkcie A wartości wyższe występują prawie zawsze na powierzchni ściółki, w czym zaznacza się wyraźnie wpływ gleby charakteryzującej się dużą pojemnością cieplną. Układ pionowy minimów w punkcie B jest różny w różnych dniach, w punkcie C jest on podobny do układu punktu A. Punkt D wykazuje układ odwrotny do układu punktów A i C, tj. niższe minima na powierzchni ściółki. Wskazuje to na oddziaływanie powierzchni ściółki, jako powierzchni czynnej. Ściółka w punktach A, B i C oddziaływała niewątpliwie podobnie, oddziaływanie to jednak było tłumione w punkcie A bezpośrednim ocieplającym wpływem gleby, gdyż ściółka wykazywała w tym czasie znikomą grubość. W punktach B i C w podobny sposób oddziaływała ściółka podlegająca intensywnemu rozkładowi. W punkcie D ściółka mająca dużą grubość izolowała wpływ gleby, sama zaś na skutek słabego uwilgotnienia ocieplającego wpływu nie wykazała.

Wiosną na kształtowanie się temperatur minimalnych wywierało znaczny wpływ runo, które w tym czasie było w pełni rozwoju. Szczególnie bujnie rozwinięte ono było w punkcie A, gdzie *Impatiens noli-tangere* tworzył lity kobierzec.

W tym okresie różnice wykazują w bezchmurne noce wartości dość znaczne, choć nie tak duże, jak w okresie pierwiosnia (ryc. 14). Wyraźnie zaznacza się wpływ zachmurzenia na wspomniany wyżej układ punktów, jak i na wielkość różnic. W nocy o dużym zachmurzeniu następowało znaczne zmniejszenie różnic (28—30.VI.1954) lub wręcz zniekształcenie układu (7, 8 i 27.VI.1955). Zwraca również uwagę fakt, że różnice na powierzchni ściółki są znacznie większe niż na 20 cm.

Gradienty pionowe minimów wykazują różną wielkość w różnych punktach. Największe są one w punkcie A, najmniejsze zaś w D, w czym wyraża się wpływ gleby (największy w punkcie A). Jeżeli chodzi o układ pionowy minimów, to wyższe ich wartości występują we wszystkich punktach na powierzchni ściółki. Spowodowane to jest intensywnym wypromieniowywaniem przez korony. Rola ściółki jako powierzchni czynnej jest więc w tym czasie nieznaczna.

Ryc. 14. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie wiosny. (Oznaczenia jak wyżej)

W okresie lata wartości minimów w punktach A, B i C są bardzo zbliżone do siebie i trudno zdecydować, który z nich jest cieplejszy. Jedynie punkt D odbiega znacznie wykazując wartości zdecydowanie niższe (ryc. 15). Tak więc układ punktów od najcieplejszego do najchłodniejszego przedstawia się następująco: ABC — D. Jedynie na powierzchni ściółki w roku 1954 A — BC — D. Silne zakłócenie przebiegu minimów w dniu 4.VIII.1954 r. spowodowane zostało napływem ciepłego powietrza wieczorem dnia poprzedniego. Niższe wartości różnic w roku 1955 pozostają w związku z dużym zachmurzeniem, jakie panowało niemal bez przerwy w ciągu obu serii pomiarów. Wpływ zachmurzenia na wielkość różnic występuje wyraźnie w roku 1954 (1 i 7.VIII).

W okresie wczesnej jesieni w związku z brakiem zachmurzenia wystąpiły różnice znacznie większe niż w okresie lata. Dotyczy to szczególnie roku 1955 (ryc. 16). Wyraźne są również różnice między punktami A, B i C, czego prawie nie było latem. Zaznaczyć również należy, że różnice na

Ryc. 15. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie lata. (Oznaczenia jak wyżej)

Ryc. 16. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie wczesnej jesieni. (Oznaczenia jak wyżej)

powierzchni ściółki są znacznie większe niż na 20 cm, a przebieg ich jest bardziej regularny. Układ punktów od najcieplejszego do najchłodniejszego przedstawia się następująco: na 20 cm ABC—D, na powierzchni ściółki A—B—C—D, przy czym punkty B i C wykazują wartości bardzo zbliżone do siebie. Wpływ zachmurzenia na zmniejszenie różnic zaznacza się wyraźnie (26, 27.IX.1954 oraz 1, 2 i 5.X.1955).

W układzie pionowym minimów występują duże gradienty, szczególnie w punkcie A, a wyższe wartości, podobnie jak w okresie wiosny i lata występują na powierzchni ściółki.

W okresie jesieni pomimo opadnięcia większości liści z drzew i krzewów oraz zaniku runa, jak również pochmurnej i dżdżystej pogody różnice między punktami są dość znaczne i wykazują regularny układ, chociaż czasem różny niż w okresach poprzednich (ryc. 17). Można powiedzieć

Ryc. 17. Przebieg temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic między punktem A a punktami B, C i D w okresie jesieni. (Oznaczenia jak wyżej)

ogólnie, że punkty A, B i C wykazują minima wyższe od punktu D. Wyjątek stanowią dni 3 i 4.XII.1955 tak na 20 cm, jak na powierzchni ściółki, kiedy to miał miejsce napływ ciepłego powietrza wieczorem dni poprzednich, na co wskazuje również układ pionowy minimów. Mianowicie niższe ich wartości w tych dniach na powierzchni ściółki w punkcie A przy dużej pojemności cieplnej gleby oraz przy całkowitym zachmurzeniu nie

mogły być wywołane wypromieniowywaniem. Przypuszczenie to potwierdzają znacznie mniejsze gradienty w punkcie D, gdzie wpływ gleby na stosunki termiczne powietrza niemal się nie zaznacza ze względu na dużą grubość ściółki. Na powierzchni ściółki w ciągu wszystkich serii najwyższe minima wykazuje punkt A. Punkty B, C i D zachowują się różnie, w zależności od czasu dokonywania obserwacji. Mianowicie na początku listopada (2—5.XI.1955) zostaje zachowany układ z okresów poprzednich, a więc idąc od punktu najcieplejszego do najchłodniejszego przedstawia się on następująco: A—B—C—D. Natomiast w grudniu punkty B, C i D wykazują wartości minimów podobne.

W układzie pionowym temperatur brak jest w tym okresie jakiejś regularności ogólnej dla całej serii i dla wszystkich punktów. Tylko w punkcie A z reguły wyższe minima występują na powierzchni ściółki.

Ryc. 18. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii temperatur minimalnych w punkcie A na 20 cm oraz różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D w okresie 1954—1955 r. (Oznaczenia jak wyżej)

Podsumowując rozważania nad temperaturą minimalną należy podkreślić, że największe różnice między punktami występują w okresie pierwsiośnia, następnie wraz z rozwojem roślinności maleją nieco i utrzymują się na mniej więcej jednakowym poziomie przez cały okres wegetacyjny i zimą (ryc. 18). Znaczny wpływ na wielkość różnic wywiera stan pogody, co szczególnie jaskrawo wystąpiło w okresie letnim w 1955 r. (serie VII, VIII, IX na ryc. 18). Zaznacza się również zależność wielkości różnic od wysokości nad powierzchnią gleby. Na powierzchni ściółki są one znacz-

T a b e l a 4

Wartości średnie z poszczególnych serii temperatur minimalnych za rok 1954 i 1955

Poziom obserwacji		R o k 1 9 5 4						1 9 5 5											
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20 cm	A	-7,04	7,48	11,98	12,70	2,93	1,38	-3,00	-8,70	-4,80	-2,00	7,70	8,00	11,95	13,23	13,50	3,80	-1,34	2,00
	B	-7,82	7,00	12,12	12,69	3,18	1,20	-3,10	-8,80	-4,70	-2,40	—	—	—	—	—	—	—	—
	C	-7,77	7,36	11,95	12,56	2,88	1,31	-2,90	-8,40	-4,60	-2,23	—	—	—	—	—	—	—	—
	D	-7,23	6,54	11,80	12,12	2,10	1,01	-3,30	-9,20	-5,10	-2,70	7,13	7,68	11,57	12,72	13,35	3,30	-2,17	2,35
0 cm	A	-7,84	7,70	12,70	13,74	4,19	1,29	-2,60	-8,40	-4,70	-1,40	8,35	8,90	12,90	13,95	14,15	5,00	-0,97	1,65
	B	-8,20	6,88	12,35	13,03	3,54	0,83	-3,50	-8,90	-4,60	-2,70	6,61	9,08	12,57	13,92	14,20	4,80	-1,10	1,80
	C	-7,83	7,73	12,22	12,94	3,29	1,04	-3,10	-8,40	-4,60	-2,80	7,17	8,78	12,20	13,90	14,10	4,70	-1,37	2,05
	D	-8,34	5,97	11,95	12,62	2,74	1,01	-3,05	-9,00	-4,60	-3,00	6,28	8,24	12,07	13,33	13,85	4,00	-1,80	2,22

nie większe niż na 20 cm i wykazują bardziej uporządkowany przebieg. Zdecydowanie najniższe minima w ciągu całego roku na obu poziomach występują w punkcie D. Punkty A, B i C na 20 cm wykazują na ogół wartości zbliżone do siebie, na powierzchni ściółki natomiast punkt A jest najcieplejszy. Punkty B i C w ogólnym przebiegu rocznym zajmują stanowisko pośrednie między punktami A i D, a ich wartości są do siebie zbliżone. Poza tym na przełomie pierwiosnia i wiosny występuje ciekawe odwrócenie układu punktów B i C. Mianowicie do pierwiosnia (maj) punkt C wykazuje wartości wyższe od punktu B, od wiosny natomiast odwrotnie. Spowodowane to jest prawdopodobnie tym, że przed rozwinięciem się roślinności punkt B nie posiada dostatecznej izolacji od ochładzającego nocą wpływu łąki (patrz ryc. 1). Zimne powietrze znad łąki napływa swobodnie do lasu, do punktu C jednak nie dochodzi, gdyż położony on jest na wzniesieniu (ryc. 2). Po rozwinięciu się roślinności utrudniona jest cyrkulacja powietrza, toteż wpływ łąki nie zaznacza się i ustala się mikroklimat typowy dla danego zbiorowiska.

Cechą różniącą przebieg temperatur minimalnych od innych elementów mikroklimatycznych jest utrzymywanie się znacznych różnic między punktami w ciągu całego roku. Jakkolwiek wielkość tych różnic zmienia się w swoim przebiegu rocznym, to jednak nie w tym stopniu, co inne elementy.

TEMPERATURA GLEBY

Pomiar temperatury gleby, którego dokonywałem na głębokości około 5 cm pod ściółką nie uwzględniając jej grubości, pozwalał na uwidocznienie wielkości izolującego wpływu tej ostatniej. Zaznacza się to szczególnie wyraźnie w okresie pierwiosnia i wiosny (ryc. 19).

W okresie zimy temperatura gleby wykazuje przebieg bardzo wyrównany. Wielkie wahania temperatury powietrza dochodzące niekiedy do 10° nie zaznaczają się tu niemal zupełnie. Jest to wyrazem izolującego wpływu pokrywy śnieżnej, która w tym czasie miała grubość 15—20 cm. Wpływ zaś ściółki w tym okresie nie zaznacza się. Najwyższe temperatury wykazuje punkt A, najniższe D, punkt C zaś zajmuje położenie pośrednie zbliżając się bardziej do punktu D.

Ryc. 19. Przebieg temperatury gleby w punktach A, B, C i D na głębokości ok. 5 cm pod ściółką

Tabela 5
Temperatury gleby średnie z poszczególnych serii za rok 1955
na głębokości około 5 cm pod ściółką

Nr serii	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A	1,30	0,87	3,40	12,00	11,35	14,00	15,40	15,80	9,50	5,10	3,60
B	—	—	—	9,80	10,35	14,70	16,40	16,10	10,30	5,50	3,70
C	0,70	0,59	3,20	9,70	—	—	—	—	—	—	—
D	0,40	0,16	2,80	10,10	11,60	15,10	17,00	16,90	10,90	6,10	4,20

W okresie przedwiośnia wahania temperatury są już znaczne i zaznacza się wyraźnie cykl dzienny. Punkt A wykazuje w dalszym ciągu temperatury najwyższe, choć bardzo zbliżone do temperatur punktu C, który w kilku przypadkach wykazał nawet wyższe wartości temperatur od punktu A. Najchłodniejszy jest nadal punkt D. W tym czasie intensywnie oddziałuje ściółka, jako powierzchnia czynna, pomimo tego jednak punkt A mający bardzo cienką warstwę ściółki o godz. 7 nie wykazuje większego obniżenia temperatury niż punkty pozostałe, w czym wyraża się wpływ dużej w tym punkcie pojemności cieplnej gleby.

Okres pierwiosnia charakteryzuje się znacznym zwiększeniem wahań w punkcie A w porównaniu z przedwiosniem oraz jeszcze bardziej podkreślonym cyklem dziennym. Punkt A jest zdecydowanie najcieplejszy. Różnice między nim a punktami pozostałymi dochodzą o godz. 13 i 20 do 3,5°, zaś o godz. 7 spadają do 1,5° i niżej. Punkty B i C wykazują temperatury prawie jednakowe, a równocześnie najniższe. Tak duże wahania temperatury w punkcie A w porównaniu z innymi spowodowane były bardzo skąpą ściółką, miejscami bowiem występowała naga gleba. W punktach B, C i D ściółka o dużej miąższości była w tym czasie dość sucha, stąd jej silne izolujące działanie, powodujące łagodzenie dobowych skoków temperatury. Wyższe temperatury w punkcie D niż w B i C spowodowane były mniejszym zwarcie roślinności w punkcie D.

Na początku wiosny obraz się zmienia. Wahania temperatury maleją, co pozostaje w związku z rozwojem roślinności. Punkt A o godz. 13 i 20 wykazuje temperatury zbliżone do temperatur punktu D, o godz. 7 natomiast temperatura jego jest najniższa. Słabsze ogrzanie gleby w punkcie A w ciągu dnia spowodowane jest przez dość bujnie rozwiniętą tu roślinność runa, nocne intensywne ochładzanie spowodowane jest wspomnianym wyżej brakiem ściółki i niezupełnym ulistnieniem drzew (olch), co umożliwia dość intensywne wypromieniowywanie.

Latem przebieg temperatury we wszystkich punktach jest jednakowy. Temperatura w punkcie A nie wykazuje już większych w porównaniu z innymi punktami wahań dobowych i jest ona w tym czasie zawsze

najniższa. Najcieplejszy jest bowiem punkt D, zaś punkt B zajmuje miejsce pośrednie. Wyrównanie temperatury w punkcie A nastąpiło na skutek zupełnego ulistnienia drzew. Występowanie zaś najniższych temperatur o godz. 13 i 20 spowodowane jest słabym ogrzaniem gleby, o godz. 7 zaś intensywnym wypromieniowywaniem przez powierzchnię gleby w ciągu nocy.

Jesienią układ punktów pozostaje taki sam, jak w okresie lata z tym, że różnice między punktami maleją znacznie, szczególnie między A i B. Przebieg temperatury jest jeszcze bardziej wyrównany niż latem, nie występują tu nawet wahania dobowe. Punkt A pozostaje jeszcze wciąż najchłodniejszy.

Ryc. 20. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii temperatury gleby w punkcie A na głębokości ok. 5 cm pod ściółką i różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D w roku 1955

W przebiegu rocznym (ryc. 20) najbardziej wyrównane wartości wykazuje punkt A, w czym wyraża się największa w tym punkcie pojemność cieplna gleby.

WILGOTNOŚĆ POWIETRZA

Wilgotność powietrza przedstawiłem w postaci wilgotności bezwzględnej i niedosytu wilgotności wyrażonych w milibarach oraz wilgotności względnej wyrażonej w procentach. Wartości tych elementów podaję według tablic psychrometrycznych Sawicza (Psychrometriczeskije tablicy. Leningrad 1952). Rozpatruję dokładniej kształtowanie się dwóch pierwszych elementów, tj. wilgotności bezwzględnej i niedosytu. Wilgotność względną traktuję podrzędnie, gdyż jest ona, jak wyraża się

S z y m k i e w i c z, „...nic nie mówiącą abstrakcją matematyczną“, a dalej: „Szybkość parowania może być najróżniejsza przy tej samej wilgotności względnej“ (S z y m k i e w i c z 1932, 1935).

A. Wilgotność bezwzględna

W okresie zimy wilgotność bezwzględna wykazuje we wszystkich punktach wartości niemal jednakowe. Różnice między punktami osiągają wartości 0,1—0,2 mb, co leży w granicach błędu obserwacji. Daje się jednak zauważyć w większości wypadków górowanie pod względem wartości punktu A nad pozostałymi.

Na przedwiośniu różnice są nieco większe, jednak nie przekraczają one wielkości 0,3 mb. Wyraźniej jednak zaznacza się górowanie punktu A w stosunku do pozostałych, które nie wykazują jakiegoś regularnego uszeregowania.

W okresie pierwiosnia różnice między punktami są dość duże i osiągają wartości do 0,8 mb w 1955 roku i do 1,4 mb w 1954. Punkt A wykazuje największą wilgotność bezwzględną, punkt D najmniejszą, punkty zaś B i C zajmują stanowisko pośrednie. Na 20 cm układ ten występuje znacznie wyraźniej i z większą prawidłowością niż na 50 cm.

Wiosną 1955 r. różnice między punktami osiągają wartości maksymalne dochodzące do 2,0 mb. W roku 1954 maksimum różnic wystąpiło dopiero latem, co spowodowane było pochmurną pogodą w czasie trwania letnich serii 1955. Układ punktów od najwilgotniejszego do najsuchszego jest zdecydowany i przedstawia się następująco: A—B—C—D, przy czym układ ten na 20 cm jest regularniejszy niż na 50 cm.

Latem 1954 r. różnice między punktami wykazują wielkości maksymalne. W roku 1955 różnice są nieznaczne, co, jak już wspomniałem, pozostaje w związku z dużym w tym czasie zachmurzeniem. Układ punktów w zależności od wartości wilgotności bezwzględnej pozostał taki, jak w okresie wiosny.

Wczesną jesienią różnice między punktami maleją bardzo znacznie, jednak można się dopatrzeć regularności w układzie punktów, który jest podobny, jak w okresie lata z tym, że punkty B i C wykazują wartości bardzo podobne i trudno jest ustalić, który z nich jest wilgotniejszy. Tak wydatne zmniejszenie się różnic między punktami w tym czasie wydaje się dziwne, gdyż drzewa i krzewy były jeszcze w pełni ulistnione, jedynie niektóre elementy runa zakończyły wegetację. Szybkość wiatru również nie uległa zwiększeniu w porównaniu z poprzednimi miesiącami. Stan ten można by tłumaczyć zahamowaniem procesów życiowych roślinności.

Jesienią różnice między punktami ulegają zupełnemu zatarciu.

T a b e l a 6

Wartości średnie z poszczególnych serii wilgotności bezwzględnej za rok 1954 i 1955, wyrażone w milibarach

Poziom obserwacji	R o k 1 9 5 4						1 9 5 5												
	N ^o scii	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50 cm	A	3,4	12,5	17,6	18,6	8,9	7,1	4,9	3,7	5,0	6,2	11,7	14,3	16,4	18,4	18,2	10,3	6,8	7,1
	B	3,4	11,8	17,1	18,6	8,6	7,0	4,9	3,7	5,0	6,0	11,5	13,6	15,2	18,4	18,0	10,2	6,7	7,0
	C	3,3	11,9	17,1	18,4	8,7	7,0	4,7	3,6	4,9	5,9	11,5	13,2	14,8	18,4	17,8	10,9	6,7	7,0
	D	3,4	11,8	16,9	17,9	8,5	7,1	4,8	3,7	5,0	5,8	11,2	12,7	15,1	18,4	17,4	9,8	6,2	6,9
20 cm	A	3,5	12,9	18,1	19,5	9,0	7,1	4,9	3,7	5,0	6,2	11,7	14,7	16,6	18,8	18,2	10,5	6,9	7,1
	B	3,4	11,9	17,8	18,4	8,9	7,0	4,9	3,7	5,0	6,1	11,4	13,9	15,8	18,6	18,3	10,5	6,8	7,1
	C	3,1	12,0	17,1	18,3	8,8	7,1	4,9	3,8	4,9	6,0	11,4	13,3	15,6	18,6	18,0	10,2	6,7	7,0
	D	3,4	11,6	16,8	17,5	8,6	7,1	4,8	3,7	5,0	5,9	10,7	13,0	15,5	18,6	17,7	9,9	6,6	6,9
P	3,2	12,4	16,2	17,0	8,5	7,0	4,5	3,9	5,2	6,4	11,9	12,5	14,8	17,5	17,8	10,3	7,0	5,9	

Podsumowując powyższe dane, jak i rozpatrując przebieg wartości średnich z poszczególnych serii należy stwierdzić, że minimum wilgotności bezwzględnej wystąpiło w lutym, następnie wzrastała ona bardzo znacznie osiągając maksimum latem w sierpniu (ryc. 21). Potem nastąpił

Ryc. 21. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii wilgotności bezwzględnej w punkcie A na 20 cm oraz różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D.

szybki spadek. W grudniu jednak wartości jej były znaczne. W ramach poszczególnych serii pomiarów zależność wilgotności bezwzględnej od temperatury powietrza przedstawiała się różnie. W ciągu pewnych serii występuje wyraźnie nawet w szczegółach zależność prostej proporcjonalności, czasem jej brak. Zdarzały się również przypadki, kiedy przebieg temperatury powietrza i wilgotności bezwzględnej był odwrotny.

Różnice między punktami, których w okresie zimy i jesieni było prawie zupełnie brak, osiągają swoje maksimum wiosną i latem, a więc równocześnie z maksimum wilgotności bezwzględnej i temperatury powietrza.

Podkreślić również należy, że przebieg wilgotności bezwzględnej na 20 cm jest w wielu wypadkach regularniejszy, a różnice między punktami są większe niż na 50 cm, co spowodowane jest mniejszą turbulencją powietrza przy powierzchni gleby, jak i bliższym sąsiedztwem z powierzchnią czynną, jaką jest powierzchnia ściółki. Zależność ta wystąpiła bardzo wyraźnie w roku 1954.

Układ punktów od najwilgotniejszego do najsuchszego przedstawia się następująco: A—B—C—D.

B. Niedosyt wilgotności

W okresie zimy niedosyt wilgotności wykazuje wartości bardzo niskie. Różnice między punktami są znikome, a ich wielkości leżą w granicach błędu obserwacji.

Na przedwiośniu niedosyt ulega pewnemu, choć nieznacznemu wzrostowi. Również wielkości różnic między punktami wzrastają nieznacznie, wyróżnia się już jednak punkt A charakteryzujący się najniższymi wartościami. O uszeregowaniu pozostałych punktów trudno jest coś powiedzieć.

W okresie pierwiośnia niedosyt osiąga najwyższe wartości (ryc. 22). Różnice między punktami są znaczne. Punkt A wykazuje wartości zdecydowanie najniższe, najwyższe zaś punkt D. Punkty B i C zajmują stanowisko pośrednie.

Ryc. 22. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii niedosytu wilgotności w punkcie A na 20 cm oraz różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D. (Oznaczenia jak wyżej)

Wiosną wartości niedosytu są mniejsze niż na przedwiośniu, zaś różnice między punktami są dużo większe i w roku 1955 wykazują w tym czasie wielkości maksymalne. Jest to wyrazem oddziaływania roślinności na stosunki wilgotnościowe. Układ punktów w zależności od wartości niedosytu jest zdecydowany i przedstawia się następująco idąc od wartości najniższych ku najwyższym: A—B—C—D.

Latem wartości niedosytu pozostają na poziomie wartości wiosennych, zaś różnice między punktami w roku 1954 osiągają wartości maksymalne. W roku 1955 niższe wartości różnic pozostają w związku z pochmurną i dżdżystą pogodą. Należy podkreślić jednak, że pomimo tych niesprzyjających warunków atmosferycznych w roku 1955 układ punktów w zależności od wartości niedosytu jest zupełnie wyraźny. Przedstawia się on

T a b e l a 7

Wartości średnie z poszczególnych serii niedosytu wilgotności za rok 1954 i 1955, wyrażone w milibarach

Poziom obserwacji		Rok 1954						Rok 1955											
		N ^z _{scel}						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		I	II	III	IV	V	VI												
50 cm	A	0,8	6,6	2,7	2,7	0,8	0,7	0,8	0,8	1,2	1,5	5,3	1,8	1,0	1,2	0,6	0,9	0,8	0,6
	B	0,7	7,6	3,7	3,4	1,3	0,7	0,8	0,8	1,2	1,8	6,2	2,7	2,4	1,9	1,0	1,1	0,8	0,9
	C	0,8	7,6	3,7	4,0	1,2	0,8	1,0	1,0	1,3	2,0	6,5	3,2	2,6	1,9	1,2	1,4	0,8	1,0
	D	0,7	7,6	4,3	5,8	1,5	0,6	1,0	0,8	1,2	2,1	6,5	4,1	2,4	2,5	2,0	1,8	1,2	1,2
20 cm	A	0,6	5,6	1,8	1,7	0,7	0,7	0,8	0,8	1,1	1,6	5,3	1,1	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6
	B	0,6	7,4	2,8	3,3	1,0	0,7	0,8	0,8	1,1	1,7	6,0	2,2	1,5	1,7	0,6	0,9	0,8	0,8
	C	0,9	7,4	3,7	4,2	1,2	0,6	0,8	0,7	1,3	1,9	6,7	2,9	1,9	1,8	1,1	1,4	0,8	1,0
	D	0,7	7,8	4,5	6,2	1,4	0,6	1,0	0,8	1,2	1,9	7,1	4,2	2,2	2,4	1,6	1,7	0,8	1,2
	P	0,8	7,7	5,5	6,8	1,8	0,8	1,2	0,7	0,8	1,6	5,8	5,8	3,9	3,9	2,7	2,4	0,9	2,1

tak w roku 1954, jak i 1955 podobnie, jak w okresie wiosny z tym, że wartości punktów B i C są bardzo zbliżone do siebie. W przebiegu niedosytu zwracają uwagę największe wahania wartości w punkcie D. Najbardziej zaś wyrównany przebieg wykazuje punkt A. Punkty B i C zajmują stanowisko pośrednie i trudno jest zdecydować, który z nich jest wilgotniejszy.

Wczesną jesienią następuje zmniejszenie niedosytu, jak i różnic między poszczególnymi punktami. Dotyczy to szczególnie roku 1954, kiedy w czasie pomiarów panowała pogoda pochmurna. W roku 1955 przy towarzyszącej pomiarom pogodzie słonecznej układ punktów w zależności od wartości niedosytu jest zupełnie wyraźny i przedstawia się podobnie, jak w okresie wiosny i lata. W roku 1954 wyróżnia się jedynie punkt A wykazujący zdecydowanie najniższe wartości niedosytu.

Jesienią niedosyt spada do minimum osiągając w pewnych dniach wielkości rzędu 0,1—0,2 mb. Różnice między punktami w listopadzie 1955 i grudniu 1954 r. zaciera się zupełnie, w grudniu 1955 są dość wyraźne i wykazują układ podobny do układu w okresach poprzednich, tj. od wartości najniższych ku najwyższym A—B—C—D.

Podsumowując powyższe rozważania należy stwierdzić, że maksimum niedosytu wyprzedza wystąpienie maksimum wilgotności bezwzględnej. W miarę listnienia drzew i krzewów oraz rozwoju roślinności runa wartości niedosytu maleją i w okresie pełnego ich rozwoju utrzymują się mniej więcej na jednakowym poziomie wykazując wyraźną zależność od stanu pogody. Jednak w odróżnieniu od wilgotności bezwzględnej niedosyt wykazuje dość znaczne różnice wartości między poszczególnymi punktami nawet przy pogodzie dżdżystej, co szczególnie wyraźnie wystąpiło wiosną 1954 i latem 1955 r. Maksimum różnic niedosytu w roku 1954 wystąpiło w sierpniu, a więc podobnie, jak w przypadku wilgotności bezwzględnej. Brak tej zgodności w roku 1955 spowodowany został prawdopodobnie pochmurną i dżdżystą pogodą w okresie lata. Wczesną jesienią w odróżnieniu od wilgotności bezwzględnej różnice niedosytu wykazują wartości znaczne.

W kształtowaniu się niedosytu zaznacza się wyraźnie oddziaływanie struktury zbiorowiska. Występuje to szczególnie wyraźnie w punkcie A, gdzie wystąpił znaczny gradient pionowy niedosytu spowodowany dużym zwarcie runa. W pozostałych punktach jest on mniejszy, lub też ma znak przeciwny (wyższe wartości na 20 cm), jak np. na przedwiośniu i wiosną w punkcie D oraz na przedwiośniu roku 1955 i latem 1954 w punkcie C (patrz tabela 7). Jest to wyrazem oddziaływania gleby i ściółki na stosunki wilgotnościowe. Przebieg wartości niedosytu na 20 cm jest regularniejszy niż na 50, a różnice między punktami są znacznie większe.

Tabela 8

Wartości średnie z poszczególnych serii wilgotności względnej za rok 1954 i 1955, wyrażone w procentach

		Rok 1954						Rok 1955											
Poziom obserwacji	Nr serii	Rok 1954						Rok 1955											
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50 cm	A	82	65	87	87	91	91	86	81	82	79	69	89	95	94	97	92	90	91
	B	84	61	82	85	87	90	86	81	80	76	65	83	86	91	95	90	90	88
	C	82	61	82	82	88	90	82	79	80	75	64	80	85	91	94	88	90	87
	D	84	61	80	75	85	91	84	81	80	73	63	75	86	88	90	84	84	85
20 cm	A	84	70	91	92	93	91	86	81	82	80	69	93	97	96	97	93	91	91
	B	84	62	86	85	90	91	86	83	82	78	66	87	91	92	97	92	90	90
	C	78	62	82	81	88	91	86	84	80	77	63	82	89	91	94	88	90	88
	D	84	60	79	74	87	91	84	81	80	75	60	75	87	88	92	85	89	85
	P	81	62	74	71	83	90	80	84	87	80	67	68	79	82	87	81	88	73

C. Wilgotność względna

Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii wilgotności względnej w punkcie A na 20 cm oraz zachodzących różnic między punktem A a pozostałymi przedstawia ryc. 23.

Ryc. 23. Przebieg wartości średnich z poszczególnych serii wilgotności względnej w punkcie A na 20 cm oraz różnic tych wartości między punktem A a punktami B, C i D. (Oznaczenia jak wyżej)

WIATR

Wiatr jest jednym z najbardziej zmiennych elementów klimatycznych. Zmienia się on zarówno w czasie, jak i w przestrzeni (S z y m k i e w i c z 1920). Ponieważ przy tej wielkiej zmienności wiatru pomiaru jego szybkości dokonywałem tylko na jednym poziomie, dlatego otrzymane wyniki mają charakter jedynie danych orientacyjnych, co jednak przy dużej ilości pomiarów daje możliwość wystąpienia pewnym prawidłowościom. Wyniki najbardziej porównywalne otrzymywałem przy większych szybkościach wiatru, przy małych natomiast na wiatr składają się powiewy o różnej sile, czasem tak słabe, że nie poruszają wiatraczka anemometru, co szczególnie często występuje w okresie pełnego rozwoju roślinności. Do tych słabych powiewów stosowałem pierwsze cztery stopnie skali B e a u f o r t a, dzięki czemu mogłem obserwować różnice w szybkościach wiatru właśnie w okresie lata, kiedy to specyfika mikroklimatu osiąga swoje maksimum.

Ogólnie daje się zaobserwować zmienność dobową, wyrażającą się w występowaniu małych wartości o godz. 7 i 20, a dużych o godz. 13, oraz zmienność roczną wyrażającą się w dużych wartościach w czasie zimy, przedwiośnia, pierwiośnia i jesieni oraz małych wiosną, latem i wczesną jesienią, co pozostaje w prostym związku ze stanem roślinności. Różnice między punktami są słabo zaznaczone. Daje się zauważyć jedynie, że punkt A dość często wykazuje wartości najniższe, najwyższe zaś punkt D.

OCENA METODY

We wstępie wspomniałem o dwóch aspektach zastosowanej tu metody obserwacji, tj. stosowanie serii obserwacji co miesiąc niezależnie od fenologicznych pór roku i stanu pogody oraz serii w typowych fenologicznych porach roku. Otrzymane wyniki wskazują, że stanowczo lepsze jest to ostatnie. Dokonując bowiem serii obserwacji co miesiąc otrzymuje się materiał dublowany z okresów o bardzo słabym oddziaływaniu roślinności na makroklimat, jak np. w okresie zimy i jesieni, co miało miejsce w roku 1955, kiedy to na okres zimy przypadają aż trzy serie, a na jesień dwie. Serie te są mało reprezentatywne, a materiał z nich posłużył tylko w bardzo nieznacznym stopniu do charakterystyki mikroklimatu.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Praca niniejsza stanowi próbę charakterystyki mikroklimatu zespołów leśnych. Badania przeprowadzono na terenie lasu „Ruda“ w Puławach w następujących zespołach: w łągu *Fraxino-Ulmetum* (Tx. ap. Lohm. (1952) Oberdorfer 1953, w dwóch odmianach zespołu grądu *Querceto-Carpinetum medioeuropaeum* Tx. 1937: w odmianie z *Galeobdolon luteum* i w odmianie z *Vaccinium myrtillus* oraz w zespole boru mieszanego *Pineto-Quercetum berberidetosum* Mat. 1955. Badania przeprowadzano seriami 3—11 dniowymi w 1954 r. w typowych fenologicznych porach roku, zaś w 1955 r. co miesiąc. Badano następujące elementy mikroklimatyczne: temperaturę powietrza, gleby, temperaturę minimalną, niedosyt wilgotności, wilgotność bezwzględną i względną oraz szybkość wiatru.

Otrzymane w pracy wyniki pozwalają stwierdzić, że:

1. Największe amplitudy dzienne temperatury powietrza występują w okresie pierwiosnia, a więc przed rozwinięciem liści drzew.

2. Najwyższe wartości temperatur minimalnych, wilgotności bezwzględnej i najniższe niedosyty wilgotności wykazuje punkt A, biegunowo różny pod tym względem jest punkt D. Punkty B i C zajmują pod tym względem stanowisko pośrednie, a ich wartości są bliskie siebie.

3. Najbardziej wyrównane wartości elementów mikroklimatycznych wykazuje łąg (punkt A), największe zaś wahania tak w cyklu dziennym, jak i rocznym bór mieszany (punkt D). Obie odmiany grądu (punkty B i C) zajmują pod tym względem stanowisko pośrednie.

4. Zróżnicowanie między zbiorowiskami leśnymi pod względem stosunków wietrznych zaznacza się bardzo słabo.

5. Struktura fitocenozy oddziałuje na stosunki mikroklimatyczne dna lasu poprzez zacienianie przez warstwy wyższe, a tym samym przez pozbawianie ściółki roli powierzchni czynnej.

6. Znaczny wpływ wywiera pojemność cieplna gleby oraz grubość ściółki, która stanowi izolację od tego oddziaływania.

7. Maksimum specyfiki mikroklimatycznej badanych zbiorowisk leśnych wyrażającej się w największych różnicach wartości poszczególnych elementów mikroklimatycznych przypada na okres lata.

8. Oddziaływanie na stosunki termiczne pni drzew, jako trzeciej powierzchni czynnej, ujawnia się zimą, przy obecności pokrywy śnieżnej na skutek różnicy albedo pni i powierzchni śniegu.

9. Większe różnice między punktami w wartościach elementów mikroklimatycznych występują na 20 cm, co spowodowane jest zmniejszonymi przy powierzchni gleby ruchami turbulencyjnymi oraz bliższym sąsiedztwem z powierzchnią czynną, którą stanowi w lesie powierzchnia ściółki.

(Wpłynęło dn. 11.I.1957 r.)

*Instytut Botaniki PAN
Pracownia Fitosocjologii Leśnej
w Warszawie*

ZUSAMMENFASSUNG

In Anlehnung an die pflanzensoziologische Erforschung der Waldgesellschaften des Forstreviers „Ruda“ bei Puławy im Mittelpolen (s. Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz A., 1956) sind mikroklimatische Untersuchungen angestellt worden um auch eine Orientierung über die Klimaverhältnisse der einzelnen ausgeschiedenen Einheiten zu ermöglichen. Es wurden vier Gesellschaften, welche flächenmässig die wichtigste Rolle spielen, berücksichtigt. Es sind:

Fraxino-Ulmetum (Tx. ap. Lohm. 1952) Oberd. 1953. (Station „A“)

Querceto-Carpinetum Tx. 1937, *Galeobdolon luteum*-Variante (Station „B“)

Querceto-Carpinetum Tx. 1937, *Vaccinium myrtillus*-Variante (Station „C“)

Pineto-Quercetum berberidetosum Mat. 1955, *Festuca rubra*-Variante (Station „D“).

Eine genauere Beschreibung der untersuchten Gesellschaften in floristisch-struktureller und ökologisch-bodenkundlicher Hinsicht ist der oben zitierten Arbeit zu entnehmen.

Die Untersuchungen dauerten zwei Jahre. Im Jahre 1954 sind die Beobachtungen in 6 phänologisch typischen Jahreszeiten, und zwar Winter, Erstfrühling, Vollfrühling, Hochsommer, Herbst und Spätherbst durchgeführt worden, wobei jede Beobachtungsreihe 4 bis 11 Tage umfasst. Im Jahre 1955 haben wir die Beobachtungen jeden Monat in 3 bis 7 täglichen Serien fortgesetzt. Die Gesamtzahl der Beobachtungstage beträgt für das erste Jahr 52 und für das zweite 64.

Jedesmal wurden folgende Klimaelemente verfolgt:

- a) Lufttemperatur in der Höhe von 20 und 50 cm;
- b) Temperaturminimum an der Boden- bzw. Schnee-Oberfläche und in der Luft in der Höhe von 20 cm;
- c) absolute und relative Luftfeuchtigkeit sowie Sättigungsdefizit in der Höhe von 20 und 50 cm;
- d) Windgeschwindigkeit in der Höhe von 50 cm;
- e) Bodentemperatur in der Tiefe von ca 5 cm.

Bezüglich aller methodischen Einzelheiten wird es auf eine genauere Darstellung derselben im polnischen Text hingewiesen.

Auf Grund der ausgeführten Forschung lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Die grössten Tagesamplituden der Lufttemperatur wurden im Erstfrühling, also vor der Laubentfaltung der Bäume festgestellt.

2) Die Station „A“ zeichnet sich durch die höchsten Werte der Luftfeuchtigkeit und der Temperaturminima, sowie durch tiefste Werte des Sättigungsdefizits aus. Die entgegengesetzten Verhältnisse zeigt die Station „D“. Die Stationen „B“ und „C“ nehmen mit ihren gut übereinstimmenden Werten in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein.

3) Die Station „A“ wird durch verhältnismässig ausgeglichene Werte aller untersuchten Klimaelemente ausgezeichnet, während die Station „D“ sowohl im Tages-, als im Jahreslauf recht beträchtliche Schwankungen aufweist. Die beiden *Querceto-Carpinetum*-Stationen („B“ und „C“) nehmen ebenfalls auch eine Mittelstellung ein.

4) In Bezug auf die Windgeschwindigkeit zeigen alle untersuchten Gesellschaften nur unbedeutende Unterschiede.

5) Die mikroklimatischen Verhältnisse der bodennahen Luftschicht werden durch die Struktur der einzelnen Waldgesellschaften im wesentlichen beeinflusst, und zwar vor allem durch eine Hinaufverschiebung der tätigen Oberfläche infolge Beschattung des Waldbodens durch höhere Vegetationsschichten.

6) Ein durchaus wichtiger Einfluss wird auf die Wärmeverhältnisse in der bodennahen Luftschicht durch die Wärmekapazität und Wärmeleitung des Bodens ausgeübt. Eine sehr zu beachtende Rolle fällt dabei der schlecht leitenden Streu- und Rohhumusaufgabe zu.

7) Die mikroklimatischen Unterschiede der einzelnen Stationen, welche auf spezifische pflanzensoziologische Verhältnisse zurückzuführen sind, kommen besonders in der Sommerzeit zum Ausdruck. Zu dieser Jahreszeit wird auch das besondere Gesellschaftsklima am deutlichsten bestimmt.

8) Im Winter macht sich ein gewisser Einfluss der Baumstämme auf die Temperaturverhältnisse merkbar indem verschiedener Albedo von Stämmen und Schnee zufolge eine dritte tätige Oberfläche zu Tage kommt.

9) In allen untersuchten Gesellschaften verlaufen die einzelnen Klimaelemente in der Höhe von 20 cm weit extremer vor, als es in der Höhe von 50 cm der Fall ist. Auch die Unterschiede zwischen den Stationen kommen drastischer zum Ausdruck, wenn man die bodennäheren Werte vergleicht. Diese Erscheinung ist unter anderen auf die bodenwärts aufhörenden Luftbewegungen zurückzuführen.

LITERATURA

- Ermich K., 1953, Badania mikroklimatyczne w zespołach roślinnych Puszczy Niepołomickiej, *Acta Soc. Bot. Pol.* 22 (3).
- Gumiński R., 1951, Meteorologia i klimatologia dla rolników, PWRiL, Warszawa.
- Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz Wł., 1954, Wstępna charakterystyka fitosocjologiczna lasu „Ruda“ w Puławach, *Ekologia Polska* 2 (1): 5—22.
- Matuszkiewicz Wł., Matuszkiewicz A., 1956, Pflanzensoziologische Untersuchungen im Forstrevier „Ruda“ bei Puławy, *Acta Soc. Bot. Pol.* 25 (2): 322—400.
- Pietrow P., 1954, O temperaturach rzeźbie drzewnych stwołów, *Botanickieskij Żurnał* 40 (4).
- Sapożnikowa S., 1953, Mikroklimat i klimat lokalny.
- Szymkiewicz D., 1920, O niektórych zagadnieniach ekologii roślin, *Kosmos*.
- Szymkiewicz D., 1928, Zachmurzenie jako czynnik klimatyczny, *Przyroda i Technika* (1).
- Szymkiewicz D., 1932, *Ekologia roślin*, Lwów.
- Szymkiewicz D., 1935, W sprawie badań klimatologicznych, *Kosmos Seria B*, 60 (1).
- Tomanek J., 1952, Meteorologia i klimatologia dla leśników, PWRiL, Warszawa.
- Tomanek J., 1953, Badania nad przebiegiem temperatury gruntu i parowania w różnych biotopach leśnych BPN i WPN, *Prace IBL*, 91.