

---

Z Zakładu Geografii Wydziału Przyrodniczego U. M. C. S.  
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Włodzimierz ZINKIEWICZ

**Badania nad wartością przyrostu rocznego drzew  
dla studiów nad wahaniami klimatycznymi.**

**Researches on the value of the annual increase  
of trees for studies of climatic oscillations.**

W s t ę p.

Rozpatrując zagadnienie klimatu, pewnego określonego punktu globu ziemskiego w przebiegu czasowym, musimy uwzględnić zarówno z m i e n n o ś ć czasową klimatu, jak i jego w a h a n i a .

Zmienność klimatu dotyczy jednokierunkowych przeobrażeń w przebiegu elementów meteorologicznych, prowadzących bądź do przemian długotrwałych, takich, które poznane zostały przede wszystkim na podstawie materiału paleontologicznego, bądź, w znaczeniu ściślejszym, do przemian stałych i nieodwracalnych.

Pod pojęciem wahań klimatycznych rozumie się ogólnie czasowe zmiany różnokierunkowe, zachodzące w przebiegu elementów meteorologicznych, przy czym odróżnia się wahania o k r e s o w e od wahań n i e o k r e s o w y c h zwanych niekiedy zmianami wiekowymi.

Na oznaczenie okresowych wahań klimatycznych t. zn. regularnie powtarzających się w czasie zmian, niektórzy z klimatologów wprowadzają pojęcie klimatycznego cyklu. w przeciwieństwie do wahań nieokresowych, a więc nieregularnych, które nazywane są fluktuacjami klimatycznymi <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> D. Brun t: Climatic cycles, London. Geographical Journal. 1937.

Badania wahań klimatycznych, o ile mają dać wyniki pewne i zgodne z rzeczywistością, oparte być powinny wyłącznie na meteorologicznym materiale obserwacyjnym.

Jednakże najdłuższe serie obserwacji meteorologicznych obejmują niewiele ponad 100 lat, przy czym te wyjątkowo długie okresy spostrzeżeń dotyczą jedynie małej liczby stacji meteorologicznych globu ziemskiego.

Stuletnia seria obserwacji meteorologicznych jest niestety niewystarczająca dla studiów wahań klimatycznych i z tej właśnie okoliczności wynika konieczność poszukiwania innej jeszcze podstawy, pozwalającej określać wahania klimatyczne, szczególnie gdy idzie o długofalowe wahania, względnie o badanie wahań dla takich obszarów na powierzchni ziemi i takich okresów czasowych, dla których brak obserwacji meteorologicznych.

### Przegląd literatury.

Geolog szwedzki Gerard De Geer jeszcze w 1897 r. zwrócił uwagę na ily wstęgowe, zwane pod nazwą warw rocznych, które stanowią, według określenia De Geera, pewnego rodzaju samopiszący termograf.

Ily wstęgowe występują obficie na półwyspie Skandynawskim, w krajach nadbałtyckich, w północno-wschodnich Niemczech, wschodniej Danii i w Polsce, a poza Europą, w Ameryce Północnej i w Azji, w obszarach, gdzie miało miejsce pleistoceniowe zlodowacenie.

Niezależnie od tego, znajdujemy warwy roczne okresu pluwialnego w Brytyjskiej Afryce Wschodniej, względnie warwy pochodzące z dawniejszych okresów geologicznych, szczególnie z ery paleozoicznej, wykształcone jako łupki warwowe w Południowej Afryce, w Australii oraz w Środkowej Azji.

Warwy pleistoceniowe powstały w jeziorach względnie w zastoiskach, jako osady fluwioglacjalne, przy czym w ciepłym okresie roku osadzały się ily złożone z cząstek większych, układające się we wstęgi jaśniejsze o większej miąższości, zimą natomiast ily drobnoziarniste, ciemniejsze o miąższości niewielkiej. Tego rodzaju rytmicznie powtarzający się proces musiał doprowadzić w konsekwencji do wytworzenia budowy warstwowej. Ponieważ miąższość poszczególnych warstw nie jest jednakowa, przeto warstwa ily o większej miąższości oznacza, że powstała pod wpływem stopienia większej masy lodu, co jest równoznaczne z większym dopływem energii promienistej, czyli z cieplejszym latem. Tę prostą zależność komplikują w pewnym stopniu opady tak, że miąższość warstw iłów wstęgowych nie jest wyłącznie tylko funkcją temperatury powietrza.



W badaniach tych widzi De Geer metodę, pozwalającą wnioskować o wahanach klimatu i to zarówno dla pleistocenu, jak i dla starszych okresów geologicznych, o ile tylko dla tych okresów są zachowane iły względnie łupki warwowe <sup>2)</sup>).

W pewnym stopniu analogiczną metodę do badania wahań klimatu dla okresów nie posiadających spostrzeżeń meteorologicznych, a więc okresów wczesnohistorycznych zastosował jeszcze w 1901 r. Douglas, opierając się na badaniach pierścieni rocznych drzew. Pierwsze tego rodzaju badania przeprowadzone zostały przez Douglasa, w Arizonie w 1904 r. na 6 przekrojach sosny arizońskiej. W latach późniejszych pomiary czynione na przekrojach sosen arizońskich były przez Douglasa kilkakrotnie ponawiane, a następnie rozciągnięte zostały na sekwoję kalifornijską <sup>3)</sup>).

Douglas wybierał drzewa o wieku 200—3200 lat z obszarów wyżynnych i suchych. Ponieważ Arizona posiada dwa okresy deszczowe, z których jeden przypada na zimę, a drugi na lato; natomiast wiosna i jesień są porami suchymi, Douglas uważa, że w związku z takim rozkładem rocznym opadów, główny przyrost drzewny powstaje dzięki opadom zimowym.

Głównym celem poszukiwań Douglasa było wykrycie w przyroście rocznym drzew okresowych wahań klimatycznych, szczególnie okresów, odpowiadających 11-letniemu cyklowi słonecznemu. Wynik badań Douglasa był pozytywny; stwierdził on zaznaczanie się 11-letniego cyklu słonecznego w przyroście rocznym drzew, a ponadto wykrył cykl, równający się połowie długości cyklu poprzedniego t. j. długi 5,7 lat, a nadto cykl 14-to, 21,2 oraz 32,8-letni. Na podstawie pomiarów grubości pierścieni rocznych drzew w Ameryce na przestrzeni 500 lat stwierdził Douglas istnienie 11-letniego cyklu w wieloletnim przebiegu opadów. U sekwoi poddanych badaniom przez Douglasa częstszy jest cykl 22, względnie 23-letni, aniżeli 11-letni <sup>4)</sup>).

<sup>2)</sup> D. Brunt: Climatic cycles. London, Geographical Journal 1937.

Gerard De Geer, Om rullstensåsarernas bildningssätt. Geol. Fören. Förhandl. T. XIX. 1897.

B. P. Alisow, B. I. Izwekow, T. W. Pokrowskaja, J. S. Rubinsztejn: Kurs klimatologii, Lenigrad — Moskwa 1940.

<sup>3)</sup> Douglas oparł swe badania nie tylko na drzewach współcześnie ściętych, ale i na materiale drzewnym, budulcowym starych domów, znajdujących się w stanie ruin, a niejednokrotnie na materiale drzewnym, wydobywanym z ziemi, pochodzącym z bardzo starych, zagrzebanych drzew.

<sup>4)</sup> A. E. Douglas: Evidences of cycles in tree ring records. Arizona 1933.

A. E. Douglas: Tree rings and chronology. Arizona 1937.

Powyższe wyniki dotyczą jednak wyłącznie kontynentu Ameryki Północnej. Wprawdzie *Douglas*s twierdzi, że w Europie północnej niektóre drzewa odbijają w swym przyroście roczny cykl słoneczny, w szczególności zjawisko to ma mieć miejsce w północnej Szwecji. Natomiast w obszarach, położonych nad Bałtykiem wg tego autora, przyrost roczny zwiększa się w okresach maksimum plam słonecznych.

Jednakże *Brunt* nie znajduje potwierdzenia wykrytej przez *Douglas*s'a okresowości w wieloletnich wahaniach opadów atmosferycznych w Europie na podstawie własnych studiów przeprowadzonych dla wieloletniego przebiegu opadów w Mediolanie, Padwie, Edynburgu i Londynie <sup>5)</sup>).

Zagadnieniem okresowości w przyroście rocznym drzew i związkiem przyrostu drzewnego ze zjawiskami meteorologicznymi zajmowali się również *C. Abbot* i *Charles Lyon*.

*Abbot* znajduje 23-letni cykl, który jego zdaniem zaznacza się w przebiegu zjawisk pogody, w zmiennej miąższości warw epoki lodowej, w szerokości pierścieni drzewnych w Kalifornii i w zachodnich stanach U. S. A., wreszcie w wahaniach poziomu jezior i stanu wód na rzekach w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. W zmianach poziomu Wielkich Jezior, oraz w okresach suszy w północno-zachodnich obszarach U. S. A. zauważył *Abbot* cykl 46-letni. Autor ten wyraża w swej pracy przypuszczenie, że zasadniczym okresem jest nie 23-letni cykl, ale 46,92, względnie okres, którego długość jest wielokrotnością liczby 23. W długości wydzielonych cykli widzi *Abbot* odpowiednik okresowej działalności słońca <sup>6)</sup>).

Studia *Charles Lyon*'a przeprowadzone również nad przyrostem rocznym drzew w NE stanach U. S. A. w Vermont i Nev Hampshire potwierdzają 23-letni, 46 i 92-letni okres w zmiennej grubości pierścieni rocznych <sup>7)</sup>).

Metodę *Douglas*s'a zastosował w 1911 r. *Ellsworth Huntington* do badań nad sekwoją w Sierra Nevada, nad zachodnią żółtą sosną w Nev Mexico oraz nad czerwoną jodłą w Górach Nadbrzeżnych. *Huntington* mierzył grubość pierścieni drzewnych na przekrojach wzdłuż średnicy pnia, w dwóch przeciwległych kierunkach, idąc od zewnętrznych części pnia ku środkowi. Ponieważ rozpiętość wieku bada-

<sup>5)</sup> *D. Brunt*: Climatic cycles. London. Geographical Journal 1937.

<sup>6)</sup> *C. G. Abbot*: Cycles in tree-ring widths. Washington. Smithsonian Miscellaneous Collections, vol. 95. XII.1936.

<sup>7)</sup> *Charles J. Lyon*: Tree ring width as an index of physiological dryness in New England. Hanover. New Hampshire. Ecology, vol. 17.VII.1936.



nych drzew była bardzo duża, od 200 do 2000 lat, wprowadzał H u n t i n g t o n odpowiednie poprawki dla wyeliminowania różnic wieku oraz różnic wynikających z niejednakowej szybkości wzrostu w różnych okresach życia drzewa. W obliczeniach H u n t i n g t o n a przyjęty był system dekadowy, a zatem nie mierzono grubości poszczególnych pierścieni rocznych, ale grubość słoje w grupach po 10 słoje rocznych.

Grubość pierścieni rocznych, według D o u g l a s s ' a i H u n t i n g t o n ' a, jest przeciętnie, proporcjonalna do ilości opadu. Niestety, nie popierają oni powyższego twierdzenia żadnym materiałem dowodowym.

H u n t i n g t o n dopatruje się zgodności wieloletniego przebiegu przyrostu rocznego drzew nie tylko ze zjawiskami klimatycznymi, ale ponadto z wielkimi wydarzeniami w historii ludzkości. Konkluzje oparte na badaniach archeologicznych zgadzają się, według opinii H u n t i n g t o n ' a, z wyliczeniami otrzymanymi na podstawie badań pierścieni drzewnych. Autor ten sądzi, że klimat reguluje rozwój historii i jest przyczyną wzrostu i upadku narodów. Zdaniem tego badacza — „wahania klimatyczne odbywały się w dużej skali w czasach historycznych i najważniejsze zmiany występowały równocześnie na całym świecie, a przynajmniej w strefie umiarkowanej“.

Badania H u n t i n g t o n ' a potwierdzają, jego zdaniem, fluktuacje klimatu, trwające przez kilka stuleci oraz wykazują, na podstawie stopnia przyrostu drzew, że w czasach historycznych, począwszy od najdawniejszych okresów, w kierunku czasów współczesnych, klimat Ziemi ulega progresywnemu osuszaniu<sup>8)</sup>.

W Polsce nie zajmowano się dotąd, o ile mi wiadomo, badaniami wahań klimatycznych w oparciu o studia nad przyrostem rocznym drzew, jakkolwiek w naszej literaturze naukowej nie brak studiów specjalnych nad wahaniami klimatu jako takimi<sup>9)</sup>.

---

<sup>8)</sup> H u n t i n g t o n E l l s w o r t h: The fluctuating climate of North America. London Geographical Journal. IX i X.1912.

H u n t i n g t o n E l l s w o r t h: The secret of the big trees. New York 1913.

<sup>9)</sup> G o r c z y ń s k i W ł a d y s ł a w: O zmianach długoletnich temperatury powietrza w Polsce i w Eurazji. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. t. 8. Warszawa 1915.

G o r c z y ń s k i W ł a d y s ł a w: O ciśnieniu powietrza w Polsce i w Europie. Pam. Fizjogr. t. 24. Warszawa 1917.

P o ł a c z k ó w n a M a r i a: Wahania klimatyczne w Polsce w wiekach średnich. Prace Geogr. wyd. p. E. Romera, Lwów 1925.

S e m k o w i c z W ł a d y s ł a w: Zagadnienie klimatu w czasach historycznych. Przeg. Geogr. t. 3. Warszawa 1923.

We wszystkich dotychczasowych studiach nad tym zagadnieniem, nigdzie nie spotkałem się z opracowaniem opartym na analizie konkretnego materiału meteorologicznego z dłuższej serii spostrzeżeń, w zestawieniu z wieloletnimi zmianami przyrostu rocznego drzew w badanym punkcie globu ziemskiego. W cytowanych wyżej pracach nie uwzględniano w należyтым stopniu warunków siedliskowych, nie zwracano uwagi na geologiczną budowę podłoża, na stosunki morfologiczne powierzchni terenu, na rodzaj występującej gleby, stosunki hydrologiczne w glebie, a w pomiarach przeprowadzanych na przekrojach pni nie uwzględniano w ścisłym stopniu jednolitości warunków badania i w związku z tym wszystkim, problematyczną staje się przede wszystkim kwestia p o r ó w n y w a l n o ś c i wyników.

### Cel i teren pracy.

Praca niniejsza jest próbą zbadania korelacji opadów atmosferycznych i temperatury powietrza z przyrostem rocznym drzew oraz zanalizowanie wartości metody Douglass'a dla studiów wahań klimatycznych. Nie jest więc celem tej pracy, kwestia wykrycia okresów klimatycznych, co było głównym przedmiotem poszukiwań przeprowadzonych dotąd nad tym zagadnieniem studiów, ale stwierdzenia czy i o ile zachodzą związki między przebiegiem wieloletnim elementów meteorologicznych a przyrostem rocznym drzew.

Praca oparta została na materiale meteorologicznym stacji w Puławach<sup>10)</sup>, oraz na materiale drzewnym wybranym z lasu sosnowego porastającego obszar położony na N i NE od Puław, zamknięty od północy doliną rzeki Kurówki, od zachodu doliną Wisły, a od południa, względnie południowego-wschodu — szosą Puławy—Wronów—Osiny. (Rys. i).

### Fizjograficzne cechy terenu.

Puławy leżą na granicy utworów kredowych i paleoceńskich, oraz płaskowyżu zbudowanego przeważnie z utworów denno-morenowych.

Na południe od Puław, na obszarze warstw okresu kredowego, występują utwory starszego zlodowacenia.

Na N od dolnej Kurówki, pomiędzy dolnym Wieprzem, Wisłą i odcinkiem linii kolejowej Puławy—Dęblin, występuje obszar piasków i wydm<sup>11)</sup>.

<sup>10)</sup> Współrzędne geograficzne stacji meteorologicznej w Puławach wynoszą:  $\varphi$  51° 25',  $\lambda$  21° 57'; H — 140 m n. p. m.

<sup>11)</sup> Mapa geologiczna Rzeczypospolitej Polskiej. Podz. 1 : 750.000. Warszawa P. I. C.



Omawiany teren położony jest po północnej stronie charakterystycznego pogranicza geologicznego, rozgraniczającego wychodzące na powierzchnię utwory kredowe, leżące na południu, od dyluwialnych, rozciągających się ku północy.



Rys. 1. Wycinek z mapy 1 : 25.000 okolic Puław. Odcinek L—M oznacza kierunek i długość wydmy, z której głównie brano przekroje drzew. Linia kreskowana wydziela wybraną do badań partię kompleksu leśnego.

Fig. 1. The line L—M marks the longitudinal axis of the sand-dune of which the pine-trees for the studies were chosen. The environment of Puławy - town. The scale: 1 : 25.000.

Pogranicze to, dokładnie znaczy krawędź geologiczna, biegnąca wzdłuż linii Puławy—Kurów—Garbów i stanowiąca uskoki względnie może fleksurę warstw opoki kredowej.

Z powyższego wynika, że interesujący nas obszar znajduje się na nizinie dyluwialnej, zamkniętej od wschodu dwiema morenami czołowymi, mocno już rozmytymi, z których jedna występuje w pobliżu szosy Puławy—Lublin, na odcinku między Końskowolą a Kurowem, a druga, nieco dalej ku północy, zalega pomiędzy wioskami Bronisławką i Choszczowem<sup>12)</sup>. W spągu rozmytych utworów morenowych zalegają skały piętra senońskiego, zaliczane przez Pożaryskiego do górnego danu. Odkrytki geologiczne w Puławach na eksponowanym ku południowemu-zachodowi zbocz doliny Wisły oraz na zwróconym ku północnemu-wschodowi zbocz dolinnemu w Górze Puławskiej, wskazują, że te wykształcone są jako siwak, który K o n g i e l dzieli na dolny, środkowy i górny. Warstwy tego siwaka położone są w tym obszarze ukośnie i zapadają wszędzie ku NNE. Nachylenie górnej powierzchni kredowej jest jednak słabe; upad tych warstw określa P o ż a r y s k i na 7<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Górna powierzchnia kredowa jest dość znacznie zniszczona i zerodowana przez lodowiec, względnie przez erozję przeddyluwialną, dowodem czego są znajdujące w nadległych utworach morenowych przy wierceniach, względnie przy wykonywaniu utworów studziennych, wtrącenia pod postacią luźnych brył skał wapiennych, lub margli.

Opierając się na mapie Z i e r h o f f e r a rozmieszczenia miąższości utworów dyluwialnych, można stwierdzić, że miąższość utworów dyluwialnych w regionie Puław waha się w granicach 0—50 m<sup>13)</sup>. Otwory studienne wykopane w pobliżu określonego wyżej kompleksu leśnego, stanowiącego teren studiów niniejszej pracy, wskazuje, że miąższość materiału dyluwialnego osiąga ok. 30 m, natomiast otwór świdrowy wykonany w Puławach na terenie gimnazjum państwowego, którego profil omawiany jest przez P o ż a r y s k i e g o, na określenie grubości aluwium i dyluwium daje liczbę 36 m. Na podstawie tego profilu można również wyliczyć miąższość warstw siwaka, którą P o ż a r y s k i określa liczbą 54 m.

Pod względem morfologicznym teren przedstawia falisty i pagórkowaty krajobraz wydmy. Akumulacyjny materiał glacialny, składający się ze żwirów, gliny oraz piasków, został wymodelowany erozją wód pły-

<sup>12)</sup> P o ż a r y s k i W ł a d y s ł a w : Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami. Warszawa 1938.

<sup>13)</sup> A u g u s t Z i e r h o f f e r : Zagadnienie powierzchni poddyluwialnej na ziemiach polskich. (z 4 mapkami, profilami i wykresami). Pokłosie geograficzne. Lwów—Warszawa 1925.



nących, a następnie erozją eoliczną. Począwszy od wyraźnie zaznaczającej się w terenie krawędzi morfologicznej, przebiegającej wzdłuż linii Mokradki—Skowieszyn—Pożóg, a zamykającej omawiany teren od południa i południowego wschodu, oraz od położonych na wschodzie<sup>14)</sup> dwóch płaskowyżów morenowych, obserwuje się stopniowe obniżanie się całego obszaru, zgodnie z ogólnym nachyleniem doliny Wisły, ku NW, co odpowiada na ogół nachyleniu powierzchni poddyluwialnej. Wspomniana krawędź morfologiczna, to północna krawędź wyżyny Lubelskiej. Rozgranicza ona dwie krainy geograficzne o zgoła różnym charakterze morfologicznym, a przede wszystkim o zasadniczo różnych wysokościach bezwzględnych. Wysokości bezwzględne na naszym terenie wahają się w granicach 125—150 m. Różnice wysokości względnych wynoszą tu od ok. 2—5 m.

Z obszaru pokrytego pasem wydm piaszczystych, ciągnącego się od doliny Kurówki ku północy, wysuwają się ku wyżynie Lubelskiej nieliczne już pagórki wydmore, przeważnie pokryte sosnowym lasem. Pod Puławami, te formy eolicznej akumulacji, jakimi są wydmy, przylegają do wyżyny loessowej. Wynika z tego, zgodnie z opinią L e n c e w i c z a<sup>15)</sup>, że te dwa zjawiska eoliczne nie są równoczesne. Czas powstania wydm w Polsce przypada na okres postglacjalny. Ściśle biorąc należy za L e n c e w i c z e m powiedzieć, że krajobraz wydmore w Polsce środkowej wytworzył się w okresie *Littorina littorea*.

Jeden z owych pagórków wydmore, wznoszący się na S od koty 133 m w odległości ok. 270 m od niej, o zasadniczym kierunku WNW—ESE, został wybrany jako główny teren niniejszej pracy (zob. rys. 1). Górna powierzchnia tej wydmy, z której głównie brano przekroje drzew do opracowania, znajduje się na wysokości ok. 140 m n. p. m. Wysokość względna wydmy waha się w granicach 3—5 m. Relief powierzchni omawianej wydmy przedstawia łagodny skłon eksponowany w stronę południowo-zachodnią, o nachyleniu ok. 8°. Skłon stromy o kacie nachylenia ok. 20°, zwraca się ku północnemu-wschodowi. Powyższy pagórek wydmore ciągnie się w wymienionym wyżej kierunku na długości ok. 1,5 km.

Dalsze wydmy, zbliżające się bardziej ku dolinie Kurówki, przyjmują kierunek NW—SE.

<sup>14)</sup> Mowa o płaskowyżu morenowym między Bronisławką i Choszczowem oraz o pagórkach morenowych między Końskowolą a Kurowem.

Mapa Geologiczna R. P. Podz. 1 : 750.000. Warszawa P. I. G.

B o g d a n Z a b o r s k i: Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. Przegląd Geograficzny. T. VII. Warszawa 1927.

<sup>15)</sup> S t a n i s ł a w L e n c e w i c z: Wydmy śródlądowe Polski. Przegląd Geograficzny, t. II. Warszawa 1922.

Tego rodzaju kierunek wydm oraz ich relief, podyktowane zostały niewątpliwie większą częstotliwością wiatrów zachodnich, w stosunku do innych kierunków. Nie jesteśmy wprawdzie w stanie określić kierunkową częstotliwość wiatrów w okresie *Littorina littorea*, kiedy się nasze wydmy tworzyły, niemniej jednak asymetria stoków tych wydm, mianowicie bardziej strome stoki skierowane w stronę wschodnią, każą się domyślać, że zostały usypane przez wiatry, wiejące od zachodu. Kierunek interesującej nas wydmy, oznaczony na mapie (rys. 1) odcinkiem L—M jak i kierunki dalszych wydm, ciągnących się w stronę doliny Kurówki, wskazują, że formującymi je wiatrami musiały być wiatry SW. Gdy oprzemy się na współczesnym materiale meteorologicznym, możemy się przekonać, że i obecnie wiatry SW należą w Puławach do jednych z najczęstszych.

Częstotliwość wiatrów południowo-zachodnich, według danych *Mereckiego* <sup>16)</sup>, osiąga w Puławach 17%, natomiast według źródeł *J. Grabowskiego* <sup>17)</sup> częstość wiatru w Puławach z kierunku SW wynosi 13%.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Częstość kierunków wiatru w Puławach w % wg <i>Mereckiego</i> . . . . .	4	8	6	11	13	17	8	16	17
Częstość kierunków wiatru w Puławach w % wg <i>J. Grabowskiego</i> . . . . .	7	10	10	10	9	13	10	16	15

Jeszcze ważniejsze jest zbadanie częstości kierunków wiatru w Puławach w przebiegu miesięcznym, a szczególnie dla miesięcy letnich, kiedy materiał stanowiący tworzywo wydm, t. zn. lotny piasek, jest suchy i może być przez wiatr przesypany.

Częstość kierunków wiatru w Puławach w przebiegu miesięcznym w % wg <i>Mereckiego</i>	Mie- siąc	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
	IV	5	10	10	14	11	14	6	13	17
V	4	11	8	13	11	13	6	16	18	
VI	5	8	6	11	11	14	7	22	16	
VII	6	4	1	7	11	21	8	19	23	
VIII	6	5	4	9	11	18	8	18	21	
IX	6	6	6	10	11	13	7	18	23	
X	3	9	6	12	15	18	8	14	15	

<sup>16)</sup> *Romuald Merecki*: Klimatologia ziem polskich. Warszawa 1915.

<sup>17)</sup> *Jan Grabowski*: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi klimatycznymi stosunkami Polski. Pamiętnik Państw. Inst. Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego, t. 7. Kraków 1926.



Przegląd tych liczb wskazuje, że obecnie w cieplej połowie roku przeważają w Puławach raczej wiatry NW, ale w okresie postglacialnym największą częstotliwość mogły mieć wiatry SW w letniej części roku.

Las sosnowy, z którego brano przekroje pni drzewnych, rośnie na glebach piaszczystych, suchych, zalegających na pagórkach wydmych. Gleby te odznaczają się słabą próchniczością. Ilość próchnicy waha się w granicach od 0,2--0,8%. Gleby te cechuje brak części koloidalnych, natomiast mają one dość znaczną ilość skaleni. Pod względem stopnia wykształcenia poszczególnych ziarn tej gleby, należy powiedzieć, że nie ma tu jednolitości, a przeciwnie są to piaski różnoziarniste<sup>18)</sup>. Piaski wydmy na omawianym terenie występują w tak grubych pokładach, że roślinność nie może tu korzystać z wody gruntowej. Poziom wód gruntowych znajduje się w tym obszarze na głębokości ok. 20 m, a wody zaskórnej brak zupełnie<sup>19)</sup>. Sosny rosnące na omawianej wydmi nie dosięgają więc swymi korzeniami do pokładu wody gruntowej<sup>20)</sup>. Jeśli uwzględnimy ponadto małą higroskopijność tych gleb, która według M i e c z y ń s k i e g o<sup>21)</sup> wynosi ok. 0,16%, stanie się zrozumiałe, że roślinność tu występująca, to — poza rzadkim lasem sosnowym — przeważnie formy kserofilne i psammofity. Cechą charakterystyczną tych roślin, obok ich niewielkiego wzrostu i drobnego ulistnienia, jest przede wszystkim silnie rozwinięty system korzeniowy, który występuje nie tylko u typowych kserofitów, ale cechuje również rosnące tu drzewa sosnowe. Ten ostatni szczegół wskazuje, że dla wszystkich roślin, występujących na owych suchych piaskach wydmych, kwestia zdobycia dostatecznej ilości wody, jest sprawą zasadniczej wagi. W tych warunkach, sprawa zdobycia wilgoci, może być dla sosen ważniejsza, aniżeli kwestia ciepła.

### Roślinne pokrycie badanego terenu.

Począwszy od równoleżnika 51° 25' 30", pomiędzy doliną Wisły i południkowym odcinkiem doliny Kurówki, ciągnie się ku N zwarty na ogół kompleks lasu sosnowego (5--6 km szeroki i około 9 km długi), należący

---

<sup>18)</sup> J a n T o m a s z e w s k i: Gleby powiatu puławskiego (z mapą w podz. 1 : 100.000). Puławy 1929.

<sup>19)</sup> Stwierdzono na kilku otworach studziennych, znajdujących się na badanej wydmi, względnie w jej najbliższym sąsiedztwie.

<sup>20)</sup> Sąsiadujący z wydmy teren na którym występuje woda zaskórna na głębokości 1--2 m, położony jest na SW od wydmy, w odległości 200 m.

<sup>21)</sup> T a d e u s z M i e c z y ń s k i: Gleboznawstwo terenowe. Bibl. Puławska Nr 16. Puławy 1938.

do Państwowego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach.

Gęstość zadrzewienia jest tu niewielka i wyraża się liczbą 12 na 1 ar. Wynika z tego, że jest to las rzadki, o małym zwarciu, stosunkowo dobrze prześwietlony.

W latach ostatniej wojny, szczególnie w okresie 6-cio miesięcznych działań wojennych nad Wisłą w 1944/45, las został mocno przetrzebiony.

Drzewostan tego lasu składa się z osobników w wieku od 70 do 120 lat. W związku z omówionym wyżej rodzajem gleby, przewagę ma sosna zwyczajna (*Pinus silvestris*), która jest tu drzewem panującym, ale pojedynczo występuje tu również świerk (*Picea excelsa*) lub dąb (*Quercus*).

Podszybie lasu stanowi jałowiec (*Juniperus communis*), a na lepszych glebach, na szczyrkach, miejscami występuje leszczyna (*Corylus*), kwasnica (*Berberis*), jeżyna (*Rubus fruticosus*), a czasem i jarzębina (*Sorbus aucuparia*).

W najniższym piętrze roślinności znajdujemy: zanokcicę (*Aspidium filix mas*) borówkę (*Vaccinium myrtillus*), poziomkę (*Fragaria vesca*), brusznicę (*Vaccinium vitis idaea*), wawrzynek wilcze łyko (*Daphne*), zawilec (*Anemone*), konwalię (*Convallaria majalis*), przyłuszczkę (*Hepatica triloba*), a przede wszystkim wrzosa (*Calluna vulgaris*), trawy (*Gramineae*) i mchy (*Musci*).

Przeciętna wysokość drzew sosnowych wynosi ok. 18 m. Średni obwód pni drzewnych, w części odziomkowej, na wysokości ok. 20 cm nad powierzchnią gruntu, liczy średnio 110 cm, obwód pierśnicy natomiast wyraża się przeciętną liczbą 95 cm.

Ogół warunków siedliskowych dla drzew rosnących w południowej partii lasu, w szczególności warunki ekologiczne i biologiczne, są do siebie w znacznym stopniu zbliżone, jakkolwiek dla poszczególnych osobników—sosen zachodzą niekiedy nawet dość poważne różnice mikrosiedliskowe.

Wysokość bezwzględna omawianej części terenu pokrytego przez las osiąga najwyższe wartości w południowo-wschodniej partii kompleksu leśnego, gdzie wynosi ok. 145 m i obniża się ku NW do ok. 128 m.

Dolina Kurówki, przebiegająca w swym dolnym biegu niemal równoleżnikowo, dzieli las na dwie części, z których część zwrócona w stronę Puław, posiada dobrą ekspozycję południową.



### Lignogram<sup>22)</sup> „Pinus silvestris“.

Ogólnie znana jest rzecz, że tkanka drzewna u roślin drzewiastych, rosnących w naszym klimacie, wykazuje na przekroju poprzecznym pnia — wyraźny przyrost roczny. Zjawisko tego przyrostu, który wytwarza oddzielające się od siebie współśrodkowe pierścienie lub inaczej słoje drzewne, spowodowane zimowym zastojem działalności twórczej drzewa, najwybitniej występuje u drzew szpilkowych.

Miazga, stanowiąca tkankę twórczą pnia sosny, każdego roku na wiosnę, pod wpływem obficie doprowadzanego wówczas pokarmu, buduje zarówno pewną część tkanki okrywającej t. zw. kory, jak i nową warstwę drewna. Działalność tkanki twórczej ogranicza się jednak wyłącznie tylko do okresu wegetacyjnego, to znaczy do okresu od marca do około połowy sierpnia.

Inaczej jednak narastają nowe komórki drewna w okresie wiosny, a inaczej w lecie. Warstwa komórek, powstających w ciągu wiosny przy dużej ilości doprowadzanych przez korzenie roztworów soli mineralnych, narasta szybko i w związku z tym, ta część pierścienia jest szersza, posiada nieznaczną zwartość i w kolorze jest jaśniejsza. Z nadejściem lata, szybki przyrost tkanki drzewnej zostaje nieco zahamowany, tworzą się mniejsze komórki, o grubszych ścianach i dlatego ta część pierścienia jest znacznie twardsza, posiada zbitą budowę i jest barwy ciemniejszej.

Każdy pierścień roczny zróżnicowany jest więc na takie dwie zasadnicze części, stanowiące jednakże przyrost jednego okresu wegetacyjnego.

Ponieważ suma czynników warunkujących powstanie owych różnorodnie wykształconych komórek tkanki drzewnej pierścienia zmienia się od wiosny do lata stosunkowo powoli i progresywnie, — stąd obie warstwy tkanki jednego słoja nie wykazują tak skokowego przejścia, jak w przypadku przejścia od jednego pierścienia do następnego. Należy tu bowiem zauważyć, że drzewo pracuje nad budową rocznego pierścienia, w czasie stosunkowo krótkim, ograniczającym się wyłącznie do wspomnianego wyżej okresu wegetacyjnego, a nawet nie obejmującym całego tego okresu, ale ściślej biorąc, w ciągu czasu, kiedy zaistnieją najbardziej optymalne warunki dla rozwoju drzewa.

W naszym klimacie, okres najbardziej optymalnych warunków dla rozwoju drzewa ogranicza się często jedynie do maja, czerwca i lipca, czasem obejmuje jeszcze sierpień. Owe optymalne warunki stwarza przede

---

<sup>22)</sup> Wprowadzam ten pewnego rodzaju nowotwór językowy na określenie rysunku pierścieni rocznych, zaznaczającego się na przekroju poprzecznym pnia sosny.

wszystkim odpowiednia ilość opadów atmosferycznych, oraz odpowiednia temperatura gleby i powietrza.

Po tym okresie czasu twórcza czynność drzewa, mająca na celu wytworzenie nowych komórek wzrostu, zamiera i stan ten trwa aż do następnej wiosny.

W ten sposób, w rozwoju drzewa, ściślej w rocznym narastaniu tkanki drzewnej w pniu, nie ma ciągłości w czasie, a przeciwnie rozwój ten odbywa się w sposób niejako skokowy. Jesienna i zimowa przerwa w narastaniu drewna, pociąga za sobą konieczność wyraźnego odgraniczenia już wytworzonego pierścienia, od nowego, mającego się dopiero wytworzyć.

Tak w zarysie przedstawia się roczny przebieg procesu, który ma miejsce w zjawisku przyrostu drzewnego.

Periodyczne narastanie tkanki drzewnej ma miejsce u pojedynczego drzewa każdego roku, w ciągu całego okresu życia drzewa. O wieku drzewa mówi, jak wiadomo, ilość pierścieni rocznych. Jakkolwiek jednak długość każdego roku jest wielkością stałą, szerokość pierścieni, odpowiadających przyrostowi tkanki drzewnej w ciągu roku, badana na przekroju poprzecznym pnia sosny, wykazuje zmiany z roku na rok, niekiedy nawet bardzo poważne.

W związku z tym, można tu rozpatrywać, — obok przebiegu rocznego — także przebieg wieloletni.

Nasuwa się zatem przypuszczenie, że istnieją jakieś czynniki, które niemal każdego roku inaczej oddziałują na pracę tkanki twórczej sosny.

Dzięki tej okoliczności, uzyskujemy *lignogram*, w którym każde drzewo, a w szczególności drzewo szpilkowe, zapisuje niejako historię swego życia. notuje swój wiek, a zarazem dostarcza niezmiernie cennych informacji o warunkach, jakie panowały każdego roku, który drzewo przeżyło.

Jednakże sprawa nie przedstawia się w sposób tak prosty, jakby się pozornie wydawało.

Ponieważ przyrost, jak sądzi *Jezierski*, jest rezultatem całego zespołu różnorodnych i skomplikowanych procesów fizjologicznych, które kształtują się pod wpływem wielorakich czynników, badania nad przyrostem rocznym pociągają za sobą szereg trudności<sup>23)</sup>.

Analogiczne stanowisko w tej sprawie zajmuje również *Jedliński*, który uważa, że przyczyną ogromnych trudności w tego rodzaju bada-

---

<sup>23)</sup> *Jezierski* *Feliks*: Struktura przyrostu pierścic w drzewostanie sosnowym i wpływ żywicowania na nią. Warszawa 1932. (Badania właściwości struktury rozwoju i przyrostu drzewostanów sosnowych w Polsce).



niach jest zbyt duża ilość czynników ekologicznych i biologicznych, które kierują się wielkością i jakością przyrostu<sup>24)</sup>.

Według Jedlińskiego, nie istnieją jednolite drzewostany, a drzewostany uważane za jednolite, są zdaniem tego autora, zespołem całego szeregu mikrosiedlisk, gdzie czynniki ekologiczne działają w różnym natężeniu i pozostają do siebie w niejednakowych stosunkach.

To ostatnie zjawisko występuje nie tylko w przestrzeni, ale i w czasie.

Czas jest jednym z czynników, który w bardzo poważnym stopniu wpływa na biologiczne różnicowanie się poszczególnych osobników w danym drzewostanie sosnowym. Jedliński wyraża opinię, że przyrost kształtuje się rozmaicie zależnie od wieku drzewa, a Paczowski twierdzi, że całokształt stosunków glebowych jest zmienny w czasie, w szczególności ulega zmianie ilościowy skład soli mineralnych, potrzebnych dla asymilacji roślin<sup>25)</sup>.

W związku z zagadnieniem wpływu wieku drzewa na przyrost, nie jest rzeczą obojętną w jakim okresie życia znajduje się badany osobnik. Istnieją tu bowiem trzy zasadnicze okresy, wyraźnie zaznaczające się w życiu osobniczym drzewa: — okres młodości, okres pełni rozwoju i okres starości<sup>26)</sup>. Najintensywniejszy przyrost przypada na okres młodości. Na podstawie pomiarów przyrostu rocznego, dokonanych przez Huntingtona na amerykańskiej żółtej sośnie<sup>27)</sup> wyliczyłem miarę przyrostu dla kilku okresów dziesięcioletnich życia tej sosny, biorąc za jednostkę przyrost pierwszego dziesięciolecia. Wg tych obliczeń stosunek przyrostu, w poszczególnych okresach wynosi:

dziesięciolecie	I	III	XII	XXX
stosunek przyrostu	1	1,4	0,9	0,5

Podobnie, zachodzą różnice w przyroście, w różnych częściach pnia tego samego drzewa: w części odziomkowej szerokość pierścieni rocznych jest największa, idąc w kierunku korony, szerokość słoje drzewnych stopniowo maleje.

<sup>24)</sup> Jedliński Władysław: Główne zasady badania przyrostu drzew i drzewostanów. Las Polski. Warszawa. Listopad 1930 r.

<sup>25)</sup> Paczowski J.: Lasy Białowieży. P. R. O. P. Monografie naukowe, Nr 1. Poznań 1930 r.

<sup>26)</sup> Jedliński Władysław: Kształtowanie się struktury drzewostanu pod względem wieku i siedliska. Las Polski. Warszawa. Marzec. 1929.

<sup>27)</sup> Ellsworth Huntington: The fluctuating climate of North America. Geographical Journal. September and October. 1912. London.

Przyczyny, wywołujące zmiany z roku na rok w przyroście drzewnym różnych osobników tego samego drzewostanu, mogą leżeć w czynnikach biosocjalnych, w indywidualnych cechach poszczególnych drzew, będących pochodnymi rozmaitego rodzaju i jakości nasienia, wreszcie w uszkodzeniach spowodowanych przez owady czy pasożyty, względnie w uszkodzeniach mechanicznych takich jak żywicowanie <sup>28)</sup>.

Obok tych przyczyn, niewątpliwie oddziaływujących w pewnym stopniu, przynajmniej w niektórych okresach życia drzewa, na przyrost roczny, — jednym z najważniejszych i zasadniczych czynników, kształtujących na całej długości życia osobniczego lignogram *Pinus silvestris* — to przede wszystkim opad atmosferyczny oraz temperatura powietrza. Od większej lub mniejszej sumy rocznej opadów oraz od temperatury powietrza — zależy ilość doprowadzanego pożywienia i intensywność procesu asymilacji drzewa. Na obszarach suchych, takich, gdzie sosna nie może korzystać z wody gruntowej, zależność rozwoju drzewa od opadów atmosferycznych wydaje się zasadniczą.

„O przyroście stanowi w dużym stopniu — pisze W. Jedliński — (oprócz wyżej wyszczególnionych czynników), także pogoda danego roku. Przecież ani rozkład ciepłoty, ciśnienia powietrza i wilgotności powietrza, ani rozkład opadów atmosferycznych, zachmurzenia i usłonecznienia na poszczególne okresy roku, a nawet długość okresu wegetacyjnego poszczególnych lat nie są jednakowe. A więc także i przyrosty z poszczególnych lat nie mogą być co rok jednakowe na jednych i tych samych drzewach, nawet wówczas, gdy dokonywują się one na niezmiennym siedlisku i w niezmiennych warunkach biologicznych“ <sup>29)</sup>.

Z powyższego wysnuć można wniosek, że lignogram jest pewnego rodzaju kroniką pogody, całego okresu czasu życia drzewa.

Przez zmienną szerokość pierścieni rocznych, lignogram — należy przypuszczać — pozwoli wnioskować o warunkach klimatycznych, jakie w danej miejscowości i w danym okresie czasu panowały, w szczególności o wieloletnich wahaniach opadów atmosferycznych i wahaniami temperatury.

### **Materiał i metoda.**

W niniejszej pracy korzystałem z materiału meteorologicznego dostarczonego przez stację meteorologiczną drugiego rzędu, pracującą przy Państwowym Instytucie Naukowym Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach.

<sup>28)</sup> Jedliński Władysław: Główne zasady badania przyrostu drzew i drzewostanów. Las Polski. Warszawa. Listopad, 1930.

<sup>29)</sup> Jedliński Władysław: Główne zasady badania przyrostu drzew i drzewostanów. Las Polski. Warszawa. Listopad, 1930.



wach. Dzięki tej okoliczności, że stacja meteorologiczna w Puławach, jak niewiele stacyj w Polsce, posiada poważną serię spostrzeżeń meteorologicznych, datującą się od 1872 roku, można było wykorzystać średnie miesięczne i roczne temperatury i sumy opadów z okresu 1872—1944. Niestety, ze względu na wywiezienie przez Niemców archiwum stacji, z którego można by czerpać całościowo spostrzeżeń meteorologicznych, trzeba było z konieczności oprzeć się jedynie na średnich miesięcznych i rocznych temperatury i opadów z wymienionego okresu i rozważania ograniczyć do tych tylko elementów meteorologicznych.

W materiale meteorologicznym stacji puławskiej są pewne luki, spowodowane trudnościami wynikłymi z warunków obu wojen. W spostrzeżeniach temperatury brak okresu 1911—1918, natomiast w materiale liczbowym dla opadów brak okresu 1910—1918.

Na podstawie materiału cyfrowego wykreślono krzywe wieloletnich wahań opadów i temperatury w Puławach. Obliczono również odchylenia rocznych sum opadów od średniej wieloletniej, oraz średnich rocznych temperatury od średniej wieloletniej dla Puław.

Materiał dla usłonecznienia czerpano z pracy P a n o w i c z a — L e h m a n n a <sup>30)</sup>.

Posługiwałem się nadto danymi z prac G o r c z y ń s k i e g o <sup>31)</sup>, M e r e c k i e g o <sup>32)</sup>, K o s i ń s k i e j - B a r t n i c k i e j <sup>33)</sup>, G r a b o w s k i e g o <sup>34)</sup> i nieogłoszonej drukiem pracy własnej <sup>35)</sup>.

Obok materiału meteorologicznego posłużono się w pracy materiałem zebrany na przekrojach drzew, wchodzących w skład omówionego wyżej drzewostanu sosnowego. Obszar, z którego czerpano materiał drzewny został odpowiednio określony na rys. 1 <sup>36)</sup>.

---

<sup>30)</sup> Praca wydana pod nazwiskiem P. Lehmann'a jest opracowana przez F. P a n o w i c z a, dlatego cytuję ją pod dwoma nazwiskami:

F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

<sup>31)</sup> G o r c z y ń s k i: Nowe izotermy Polski, Europy i kuli ziemskiej. Warszawa 1918.

<sup>32)</sup> M e r e c k i R.: Klimatologia ziem polskich. Warszawa 1915.

<sup>33)</sup> S. K o s i ń s k a - B a r t n i c k a: Opady w Polsce. Warszawa 1927.

<sup>34)</sup> J a n G r a b o w s k i: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi klimatycznymi stosunkami Polski. Pamiętnik P. I. N. G. W. w Puławach, tom 7. Kraków 1926.

<sup>35)</sup> W. Z i n k i e w i c z: Zarys klimatyczny regionu Puławy — Kazimierz — Nałęczów. Puławy 1946. Rękopis.

<sup>36)</sup> Odległość stacji meteorologicznej w Puławach od omawianego kompleksu leśnego wynosi ok. 2 km.

Z kompleksu leśnego przedstawionego na rys. 1 wybrano teren, który zdaniem autora, najlepiej spełniał wyluszczone powyżej warunki, stanowiące najistotniejszą podstawę do przeprowadzenia odnośnych badań, i z tego terenu wzięto przekroje poprzeczne pni sosen, specjalnie dla tego celu ściętych, względnie pochodzących z dawniejszego wyrębu, jednakże jedynie takich, dla których można było ustalić datę ścięcia drzewa.

Ustalenie chronologii dla każdego przekroju na podstawie obliczenia ilości pierścieni rocznych, pozwoliło z kolei przystąpić do zbadania związku między zmianami wielkości rocznego przyrostu, a wieloletnimi wahaniami dwóch elementów — opadów i temperatury powietrza w Puławach.

Wzięto pod uwagę jedynie sosny rosnące na wydmach. W szczególności wybrano wydmy, której wysokość bezwzględna sięga 140 m a względna 3 do 5 m. i z jej grzbietu, względnie z jej odwiezrznego, wybrałem drzewa, rosnące w możliwie podobnych warunkach ekologicznych, a głównie glebowych.

Przyczyna wyboru wydmowego terenu dyluwalnego leży w tym, że jedynie grube pokłady piasków i głęboko położony poziom wód gruntowych, co ma miejsce w naszym przypadku, dają gwarancję na niezmienny profil glebowy<sup>37)</sup>. W terenie bowiem dyluwalnym, poza wysokimi wydrami, występuje bardzo znaczna zmienność zarówno glebowa, jak i podłoża podglebowego i to tak w pionie, jak i poziomie. Wprawdzie wysokość względna wydmy z której pobierano przekroje drzewne wynosi tylko 5 m, ale poniżej zalega 15-to metrowy pokład piasków o składzie identycznym ze składem piasków wydmy. W sumie mamy tu do czynienia z pokładem 20 m piasków o niezmiennym składzie petrograficznym w profilu, co zostało stwierdzone na otworach studziennych, — dlatego można twierdzić, że jest zachowana jednolitość glebowa oraz jednolitość podłoża podglebowego. Przez taki wybór miejsca wyeliminowano zakłócający wpływ różnorodnego podłoża glebowego na wielkość rocznego przyrostu drzew. Głębokie zaleganie poziomu wód gruntowych oraz mała higroskopijność gleb pokrywających powierzchnię wydmy dają również pewność, że rosnące w tym terenie drzewa uzależniają swój rozwój głównie od opadów atmosferycznych, przenikających w niezmiernym odsetku w głąb podłoża.

Znaną jest rzeczą, że roślinność rosnąca na stoku o ekspozycji północnej, posiada o tyle swoiste warunki termiczne, że na północnym zboczu, mikroklimatyczne czynniki, oddziałujące na rozwój roślin, mają mniejsze natężenie, jakkolwiek północny skłon terenu jest średnio biorąc chłod-

---

<sup>37)</sup> Poza wydrami, do tego rodzaju badań nadawał by się również teren o grubym pokładzie loessowym.



niejszy. Na północnych stokach mikrotermiczne wahania temperatury są mniejsze i nie występują w sposób tak nagły, jak przy innej ekspozycji. Dlatego to właśnie nie marzną drzewa tak często w tych częściach terenu, które mają ekspozycję północną, w porównaniu z inną ekspozycją.

Jak zaznaczyłem, brane były do badań drzewa, rosnące przeważnie na odwietrzonym stoku wybranej wydmy, ponieważ ekspozycja tego stoku jest północno-wschodnia. W ten sposób daje się w pewnym stopniu wyeliminować zakłócający wpływ mikrotermicznych czynników lokalnych, których działanie zaznacza się przy każdej innej ekspozycji, za wyjątkiem ekspozycji północnej.

Obok różnic, zaznaczających się w stosunkach termicznych, zachodzą nadto pewne różnice w stosunkach wilgotności pomiędzy zboczem o ekspozycji północnej, a skłonem południowym. Przede wszystkim na stoku północnym szata śnieżna utrzymuje się zazwyczaj dłużej. Zdaniem Mączaka<sup>38)</sup> drzewa otrzymują więcej wilgoci od strony stoku, z tej strony bowiem, wytwarzają drzewa więcej korzeni. W związku z tym, może powstać asymetria w rozwoju pnia. Jednakże zjawisko asymetrii w rozwoju pnia występuje na stokach górskich, a w każdym razie tam, gdzie stoki mają znaczniejsze nachylenie. W naszym przypadku, przy stosunkowo małym kącie nachylenia, zjawisko to nie występuje.

Wybór drzew ze zbocza o ekspozycji północno-wschodniej, o niewielkim kącie nachylenia, daje właśnie gwarancję symetrycznej budowy pnia, zgodnie zresztą z opinią Mączaka, który twierdzi, że najmniejszą asymetrię obserwujemy u drzew szpilkowych, rosnących w ekspozycjach ku północy.

Ażeby materiał lignogramowy był porównywalny, zwracałem uwagę na to, by warunki mikrosiedliskowe sosen były możliwie identyczne. W związku z tym brałem jedynie osobniki rosnące na jednego rodzaju glebie. Zachowana była również niemal jednolita wysokość na której rosły drzewa i to zarówno bezwzględna, jak i względna. Wprawdzie wydma ciągnąca się na przeszło kilometrowej długości, obniża się co do wysokości względnej stopniowo ku NW, jednakże różnice wysokości są stosunkowo niewielkie.

• Warunki prześwietlenia dla badanej części lasu na całym obszarze są jednakowe.

Przy wyborze drzew dbano o to, by habitus sosen był jednakowy, by podobna była wysokość, jednakowa grubość pnia, a tym samym jednakowy, o ile to tylko możliwe wiek.

---

<sup>38)</sup> Franciszek Mączak: Asymetria w rozwoju pnia drzew szpilkowych. *Pokłosie Geograficzne*. Lwów—Warszawa 1925.

Z wybranych pni 9 sosen uczyniono przekroje w postaci krążków, uzyskanych przez przepiłowanie pnia, dokładnie prostopadle do osi pnia.

Przekroje dokonane zostały na jednakowej mniej więcej wysokości pnia, mianowicie w części odziomkowej, na odległości ok. 20 cm, licząc od powierzchni gruntu.

Tak otrzymane krążki poddano jednostronnemu wygładzeniu, co ułatwiło odcyfrowanie rysunku pierścieni rocznych na każdym krążku. Ścinając przekrój z pnia, zaznaczono zgodnie z kompasem, na każdym krążku kierunek NS. Przed przystąpieniem do właściwego zadania, wykreślono na przekrojach różę stron świata, uwzględniając 8 zasadniczych kierunków, wzdłuż których prowadzono później pomiary.

Obliczanie pierścieni rocznego przyrostu dokonywane było, przy użyciu lupy i precyzyjnego cyrkla, na każdym z ośmiu kierunków stron świata z osobna. Obliczenia przeprowadzone były, idąc wzdłuż każdego z wymienionych kierunków, począwszy od pierścieni zewnętrznych (t. zn. od powierzchni zetknięcia się tkanki odkrywającej, korka, z właściwą tkanką drzewną białą), w kierunku do środka t. j. do rdzenia.

Określano szerokość każdego pierścienia rocznego, wymierzając jej wartość w liczbach bezwzględnych z dokładnością do dziesiątych milimetra.

Liczby, wyrażające w milimetrach szerokość każdego z osobna słoja drzewnego, dla każdego z 8 kierunków stron świata zaznaczonych na przekroju, dawały dopiero podstawę do obliczenia średniej szerokości poszczególnych pierścieni dla danego drzewa, na określonym przekroju. Tak obliczone średnie pozwalały z kolei wykreslić dla każdego przekroju z osobna, krzywą przyrostu drzewa.

Oprócz obliczonych średnich i wykreślonych krzywych dla 9 poszczególnych przekrojów *Pinus silvestris*, wykonano ponadto obliczenie, mające na celu uzyskanie jednej przeciętnej krzywej przyrostu dla wszystkich badanych sosen razem wziętych.

Dla każdego przekroju, a następnie dla każdej krzywej przyrostu, ustalono możliwie najściślej chronologię. Wiek badanych drzew wynosił ok. 75 lat. Odchylenia od tej liczby wieku wynosiły jedynie od 2—3 lat, w jednym lub drugim kierunku. Dokładnie sprawa wieku poszczególnych badanych osobników *Pinus silvestris* przedstawia się następująco:

$S_1$ — 75 lat (1869—1944)	$S_5$ — 76 lat (1869—1945)
$S_2$ — 74 lat (1872—1946)	$S_6$ — 73 lat (1873—1946)
$S_3$ — 76 lat (1869—1945)	$S_7$ — 77 lat (1869—1946)
$S_4$ — 76 lat (1868—1944)	$S_8$ — 76 lat (1869—1945)
$S_9$ — 74 lat (1872—1946)	



Zliczając ilość słoii na każdym przekroju *Pinus silvestris*, sięgnąć można chronologicznie wstecz poza r. 1872 (wyjątek stanowi sosna oznaczona sygnaturą S<sub>6</sub>, która rozpoczęła swój rozwój w 1873 r.). Dzięki temu można pierścienie roczne przyrostu badanych sosen doskonale schronologizować z okresem spostrzeżeń meteorologicznych stacji puławskiej, która jak już podano przed tym, pracuje od r. 1872.

### Wahania temperatury.

Jak już wyżej zaznaczono, szata roślinna na obszarze piasków wydmyowych określonego poprzednio terenu, jest nader uboga i w związku z tym gleby na tych wydmach albo są zupełnie odsłonięte, albo pokryte zaledwie nikłymi i rzadkimi trawami. Innymi słowy, okoliczność ta, stwarza inne warunki absorpcji cieplnej niż na glebach o bujnym płaszczu roślinnym. Jeżeli dodamy, że są to gleby suche i że ich zasadniczym składnikiem jest SiO<sub>2</sub>, dalej, że są to na ogół gleby jasne, ale odznaczają się znacznym stopniem chropowatości, będzie zrozumiałe, że absorpcja energii promienistej słońca jest tu dość znaczna. Ogólnie biorąc, ciepło właściwe mineralnych cząstek, z których grunt jest zbudowany, jest ok. 5 razy mniejsze, aniżeli ciepło właściwe wody. Przewodnictwo właściwe ciepła dla kwarcu, który jest głównym składnikiem gleb wydmyowych, wynosi ok. 0.002, wobec tego nagrzewanie się odsłoniętych, powierzchniowych warstw piasków wydmyowych dokonywa się w czasie stosunkowo szybko, a niezbyt mała wartość przewodnictwa cieplnego cząstek mineralnych tej gleby sprawia, że ciepło wnika do stosunkowo dość znacznej głębokości.

Stosunki te wyrażają się w temperaturze jak następuje<sup>39)</sup>:

średnia roczna temperat. na powierzchni gruntu w Puławach wynosi 9.5°C  
 średnia roczna temperatura na głębokości 10 cm w Puławach wynosi 9.8°C  
 średnia roczna temperatura na głębokości 20 cm w Puławach wynosi 9.8°C  
 średnia roczna temperatura na głębokości 100 cm w Puławach wynosi 9.9°C

Zwiększanie się średniej rocznej temperatury wraz z głębokością tłumaczy się pewnym opóźnieniem w nagrzaniu warstw dolnych, co zaznacza się w całym przebiegu rocznym, a spowodowane jest szczególnie okresem zimy.

Jeśli zbadamy natomiast średnią temperaturę miesiąca lipca, znajdziemy wyraźne obniżanie się temperatury z głębokością:

### VII

średnia temperatura na powierzchni gruntu wynosi<sup>39)</sup> 22.7°C  
 średnia temperatura gleby na głębokości 10 cm wynosi 21.2°C  
 średnia temperatura gleby na głębokości 20 cm wynosi 20.4°C  
 średnia temperatura gleby na głębokości 100 cm wynosi 17.3°C

Dla rozwoju roślin ważna jest ta okoliczność, że temperatury gruntu w miesiącach wiosennych są niższe, aniżeli w miesiącach jesiennych.

	III	IV	IX	X
średnia temperatura na pow. gruntu <sup>39)</sup>	2.3	9.4	15.5	9.1
średnia temp. na głębokości 10 cm.	2.3	8.1	15.4	9.8
średnia temp. na głębokości 20 cm.	2.4	7.6	15.4	10.8
średnia temp. na głębokości 100 cm.	2.9	5.9	15.8	12.5

Ponieważ temperatura powietrza w Puławach jest również na wiosnę niższa niż w jesieni, nie zachodzą więc zbyt duże różnice w temperaturze pomiędzy glebą a powietrzem w tym okresie czasu, kiedy odbywa się najintensywniejsze pobieranie pokarmów z gleby, co ma dodatnie znaczenie na przewodzenie pożywienia przez wiązki naczyniowo-sitkowe roślin, względnie jak u sosny, przez cewki. Temperatura gleby odgrywa w ogóle ważną rolę w gospodarce wodnej drzew, nie może być mianowicie za niska, bowiem przy zbyt niskiej temperaturze gruntu, korzenie nie mogą dostarczyć roślinie potrzebnej ilości wody.

	III	IV	IX	X	Rok
temperatura na pow. gruntu w Puławach <sup>40)</sup>	2.3	9.4	15.5	9.1	9.5
temperatura powietrza w Puławach	1.8	7.6	13.5	8.2	7.8

Różnice temperatury z miesiąca na miesiąc, szczególnie w okresie wegetacyjnym są znaczne, przy czym różnice temperatury na powierzchni ziemi są większe, aniżeli w powietrzu:

	III—IV	IV—V	V—VI	VI—VII
powierzchnia ziemi w Puławach <sup>40)</sup>	7.1	8.2	3.3	1.8
powietrze 2 m nad gruntem w Puławach	5.8	5.1	3.4	1.6

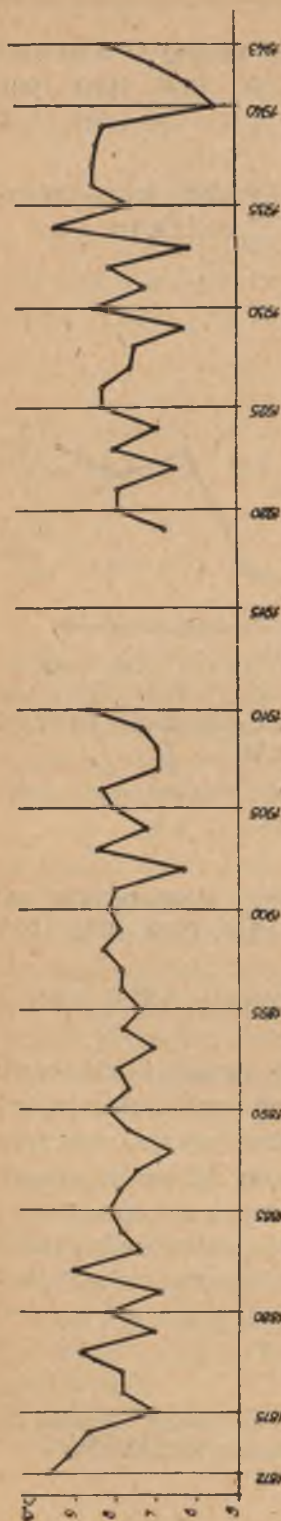
Wieloletnia średnia temperatura powietrza w Puławach wynosi 7.8 C, zaś amplituda roczna 21.8 C.

Z roku na rok zachodzą jednak znaczne zmiany zarówno w średniej rocznej, jak i w średnich wartościach temperatury poszczególnych miesięcy roku.

<sup>39)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n : Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

<sup>40)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n : Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.





Rys. 2. Krzywa wieloletnich wahań temperatury powietrza w Puławach (na podstawie średnich rocznych temperatur 1872—1944), (brak okresu 1911—1918).

Fig. 2. The oscillation of the temperatures of the air at Puławy during 1872—1900 and 1919—1943.

Jeżeli zbadamy wahania średniej temperatury powietrza z roku na rok z długiej serii lat 1872—1925 w przebiegu rocznym, przekonamy się, że w Puławach największe wahania z roku na rok przypadają na styczeń, co dla rozwoju, a przede wszystkim, dla przyrostu drzew sosnowych, nie ma większego znaczenia. Wahania te, obliczone jako odchylenia od długoletnich średnich temperatur są według Grabowskiego następujące<sup>41)</sup>:

I	II	III	IV	V	VI	VII
15.9	10.4	10.9	7.5	8.4	8.7	5.3
VIII	IX	X	XI	XII	Rok	
6.4	6.6	10.3	9.8	10.5	6.4	

Z miesięcy okresu wegetacyjnego dość znaczną zmiennością temperatury z roku na rok odznacza się marzec (10.9), a następnie maj (8.4) i czerwiec (8.7), w mniejszym stopniu kwiecień (7.5).

Można oczekiwać, że te lata, w których wystąpiły w wymienionych miesiącach znaczniejsze odchylenia temperatury w dodatnim lub ujemnym kierunku, winny się uwidocznić w odpowiednich zmianach przyrostu rocznego drzew.

W wahaniami z roku na rok średniej rocznej temperatury powietrza w Puławach, niektóre lata wyróżniają się szczególnie wysokimi temperaturami w stosunku do średniej wieloletniej, względnie szczególnie niskimi.

<sup>41)</sup> Jan Grabowski: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi stosunkami Polski. Pamiętnik P. I. N. G. W., t. 7, Kraków 1926.

Do lat o wyższej temperaturze od średniej wieloletniej w Puławach należą: 1872, 1873, 1874, 1878, 1880, 1882, 1885, 1890, 1898, 1900, 1901, 1903, 1905, 1906, 1910, 1923, 1925, 1926, 1930, 1932, 1934, 1936, 1937, 1938, 1943. (zob. Tabl. 1).

Z wymienionego szeregu lat, lata o wybitnie wysokiej temperaturze stanowią: 1872 r.  $9.7^{\circ}\text{C}$  średnia roczna i 1934 r.  $9.4^{\circ}\text{C}$  średnia roczna.



Rys. 3. Przeciętne odchylenia temperatury w poszczególnych miesiącach od średnich temperatur miesięcznych okresu 1872—1925.

Fig. 3. The average declination of the temperature in the months from the mean monthly temperatures of the period 1872—1925.

Natomiast lata o niższej od średniej wieloletniej temperaturze są: 1875, 1881, 1883, 1888, 1893, 1895, 1902, 1904, 1907, 1908, 1919, 1922, 1924, 1929, 1931, 1933, 1940, 1941.

Lata o szczególnie niskiej temperaturze, to: 1940 r.  $5.5^{\circ}\text{C}$ , 1941 r.  $6.1^{\circ}\text{C}$ , 1933 r.  $6.2^{\circ}\text{C}$ .

Rozpatrując maksymalne i minimalne średnie roczne i miesięczne temperatury powietrza całego okresu spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach, należy powiedzieć, że maksymalna średnia roczna, obliczona ze średnich miesięcznych utworzonych z maksimum dobowych temperatur, osiągnęła  $31.7^{\circ}\text{C}$ , podobnie obliczona minimalna średnia roczna obliczona z minimów dobowych wynosi  $-20.6^{\circ}\text{C}$ . Natomiast maksymalne temperatury miesięczne w okresie wegetacyjnym obliczone z maksymalnych temperatur miesięcy wiosennych i letnich wg P a n o w i c z a <sup>42)</sup> wynoszą:

<sup>42)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.



miesiąc:	III	IV	V	VI	VII	VIII
temperatura:	14.9	21.1	26.5	28.6	30.7	29.6
zaś minimalne:						
miesiąc:	III	IV	V	VI	VII	VIII
temperatura:	-10.3	-2.2	2.4	6.7	9.7	8.5

Nie można pominąć również dat występowania absolutnych wartości maksimum temperatury i wartości minimum temperatury, które, przypuszczając należy, odzwierciedliły się w rocznym przyroście drzew.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
<b>Najwyż. maksim. absol. w roku<sup>41)</sup></b>	10.9	13.1	22.6	26.9	30.9	33.2	34.1	35.6	30.4	27.6	19.6	12.2	35.6
<b>Najniż. minim. absol. w roku<sup>42)</sup></b>	-31.1	-36.2	-26.5	-10.0	-2.8	1.8	5.4	3.8	-2.0	-14.2	-23.8	-30.3	-36.2
	1877	1925	1876	1885	1892	1885	1904	1921	1874	1874	1873	1872	1921
	1883	1929	1929	1931	1908	1899	1908	1899	1902	1920	1888	1879	1929

W badanym okresie czasu — minimum absolutne temperatury powietrza wystąpiło w Puławach w lutym 1929 r. ( $-36.2^{\circ}\text{C}$ ), maksimum absolutne miało miejsce w sierpniu 1921 ( $35.6^{\circ}$ ).

Absolutne wahania temperatury w całej serii spostrzeżeń stacji puławskiej w okresie wegetacyjnym są największe w marcu ( $49.1$ ), zmniejszając się stopniowo do lipca:

III —  $49.1$ , IV —  $36.9$ , V —  $33.7$ , VI —  $31.4$ , VII —  $28.7$ , VIII —  $31.8$ , w którym to miesiącu przypada minimum tych wahań, by począwszy od sierpnia, znów się powiększać.

Te wyjątkowe, znaczne wahania temperatury muszą w pewien sposób wpłynąć na przyrost roczny sosny.

Odpowiednie warunki termiczne, nieodzowne dla normalnej budowy tkanki drzewnej, kształtują się w Puławach w taki sposób, że najbardziej optymalny okres rozpoczyna się, przeciętnie biorąc, dopiero w maju i trwa do pierwszych dni września. Okres ten, liczący w Puławach około 100 dni, (od ok. 20.V do ok. 5.IX), scharakteryzowany jest średnią temperaturą dzienną powyżej  $15^{\circ}\text{C}$ .

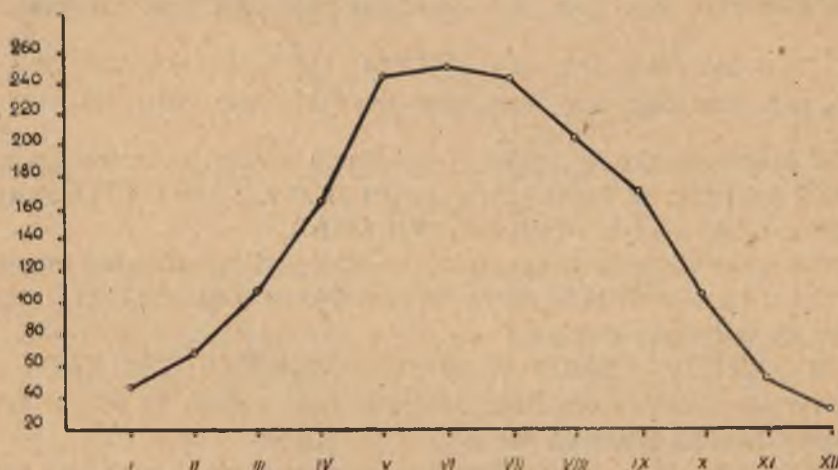
Optymalne warunki temperatury, najkorzystniejsze dla wzrostu roślin, zamykają się w granicach między  $22^{\circ}$ — $37^{\circ}\text{C}$ . W związku z tym

<sup>41)</sup> J a n G r a b o w s k i: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi klimatycznymi stosunkami Polski. Pamiętnik P. I. N. G. W., t. 7. Kraków 1926.

<sup>42)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Bericht der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

należało by rozpatrywać ten okres, kiedy średnia temperatura dzienna wynosi  $25^{\circ}\text{C}$ . Takich dni przypada średnio tylko 40,3 na rok, a głównie ich skupienie występuje w czerwcu, lipcu i sierpniu.

Jakkolwiek okres wegetacyjny rozpoczyna się przeciętnie w marcu, a wiosna w Puławach ma początek ok. 15 marca i trwa do około 20 maja, to jednak marzec, a nawet kwiecień w Puławach są miesiącami o znacznej zmienności temperatury. W marcu wieloletnie wahania temperatury osiągają absolutną amplitudę równą  $25,2^{\circ}$ , bowiem wahania te zamykają się w granicach od  $-10,3^{\circ}$  do  $+14,9^{\circ}\text{C}$ . Kwiecień scharakteryzowany jest również dużą amplitudą absolutną równą  $23,3^{\circ}$ , a wahania temperatury występują w granicach od  $-2,2^{\circ}$  do  $+21,1^{\circ}\text{C}$  <sup>44)</sup>.



Rys. 4. Przebieg roczny ilości godzin ze słońcem w Puławach.

Fig. 4. The curve of the hours quantity of the sun at Puławy.

Oba wymienione miesiące wiosenne nawiedzane są przez przymrozki, a więc zdarzają się tu dni, kiedy temperatura spada poniżej  $0^{\circ}$ . W marcu jest tych dni 17,7, a więc więcej niż połowa miesiąca miewa przeciętnie przymrozki; kwiecień posiada 5 dni z przymrozkiem. Należy zauważyć, że najzimniejszy był marzec 1929 roku, kiedy wystąpiło najniższe minimum absolutne tego miesiąca w okresie całej serii obserwacji w Puławach ( $-26,5^{\circ}\text{C}$ ), a kwiecień miał najniższą temperaturę w 1931 r., bowiem najniższe minimum absolutne osiągnęło  $-10,0^{\circ}\text{C}$ .

<sup>44)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

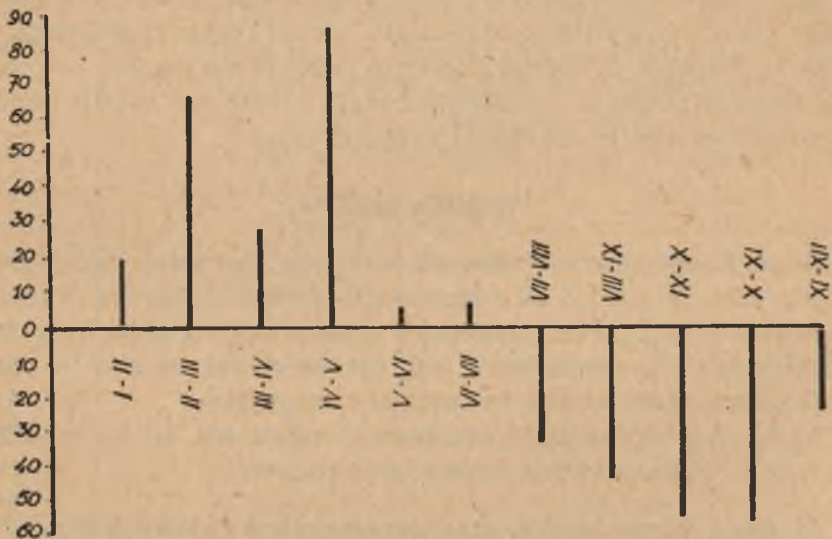


Ostatni mróz w roku notowany bywał w Puławach jeszcze 25.III, a w wyjątkowych wypadkach 24.IV.

Dla rocznego przyrostu drzew, obok optymalnych warunków termicznych, poważne znaczenie ma też usłonecznienie. Puławy mają w sumie 1718,9 godzin <sup>45)</sup> słonecznych w ciągu roku. Z ilości tej, na okres wegetacyjny od marca do sierpnia włącznie, przypada 1235,8 godzin, co stanowi 71,8% sumy rocznej.

miesiąc:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
liczba godz. ze słońcem:	46.2	65.4	132.1	161.2	241.9	<b>247.4</b>	241.7	211.5	168.4	113.4	56.8	32.9

Krzywa przebiegu rocznego usłonecznienia, wznosi się od stycznia tylko do czerwca, kiedy usłonecznienie osiąga swoje maksimum roczne,



Rys. 5. Różnice przyrostu ilości godzin ze słońcem z miesiąca na miesiąc w przebiegu rocznym w Puławach.

Fig. 5. The differences of the monthly increase of the hours of the sun during the yearly period at Puławy.

bo od tego momentu następuje zmniejszanie się ilości godzin słońca, aż do końca roku. Rys. 4.

Charakterystyczny jest wzrost ilości godzin słońca z miesiąca na miesiąc. Gdy od stycznia do lutego przybywa 19.2 godzin, to od lutego do

<sup>45)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

marca następuje wzrost o 66.7 godzin. Przyrost ilości godzin słońca zmniejsza się ponownie od marca do kwietnia, bo wówczas przybywa tylko 29.1, dopiero następny miesiąc, maj, daje ogromny przyrost, największy w roku. Od kwietnia do maja przyrost ten wynosi 80.7 godzin i odtąd ilość godzin słońca utrzymuje się prawie na jednakowym poziomie, zwiększając się stosunkowo nieznacznie z maja do czerwca o 5.5 godzin. Rys. 5.

Podobne stosunki odzwierciedlają się jasno również w zestawieniu procentowym <sup>46)</sup>.

miesiąc:	I	II	III	IV	V	IV	VII	VIII	IX	X	XI	XII
liczba godzin ze słońc. w %	17.6	24.7	35.7	38.6	49.9	49.9	48.6	47.0	44.7	34.4	21.8	13.4

Jak z tego widać, dopływ energii promienistej słońca z miesiąca na miesiąc nie odbywa się w sposób ciągły, ale wykazuje charakterystyczne przeskoki. Największy jednak dopływ tej energii ma miejsce w Puławach na przełomie miesięcy — kwietnia i maja i wówczas należy oczekiwać najintensywniejszej pracy tkanki twórczej drzew.

### Wahania opadów.

Stosunki opadowe w Puławach kształtują się mniej więcej podobnie do tych, jakie występują na obszarze sąsiedniego Mazowsza, jednakże są tu pewne lokalne różnice. Jakkolwiek suma roczna opadów atmosferycznych w Puławach wynosi 602.2 mm, rozmieszczenie opadów w poszczególnych miesiącach nie jest bynajmniej równomierne.

Lipiec jest najbardziej deszczowym miesiącem, bo spada wówczas 87.6 mm, co stanowi 14.5% ogólnej sumy rocznej.

#### Przebieg roczny opadów atmosferycznych w Puławach w mm <sup>47)</sup>

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
30.7	28.6	35.0	39.4	64.6	71.4	87.6	73.7	51.0	46.2	38.3	35.7	602.2

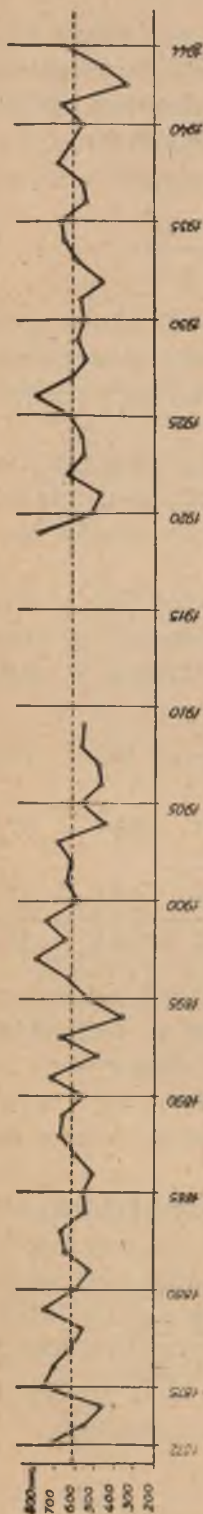
Okres wegetacyjny odznacza się mniejszymi sumami miesięcznymi, aniżeli ma to miejsce w pozostałych miesiącach roku. Jesień w Puławach jest bardziej deszczowa niż wiosna.

W czasie, od marca do sierpnia włącznie, spada w Puławach średnio 371,7 mm, co stanowi z górą połowę ogólnej sumy rocznej, bo 63%. Na

<sup>46)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.

<sup>47)</sup> F. P a n o w i c z — P. L e h m a n n: Das Klima von Puławy. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.





Rys. 6. Krzywa wieloletnich wahań rocznych sum opadów atmosferycznych w Puławach (1872—1944) (brak 1910—1918).

Fig. 6. The oscillations of the precipitations at Puławy during: 1872—1909 and 1919—1914.

miesiące wiosenne przypada w marcu 5,8%, w kwietniu 6,5%, w maju 10,7% z sumy rocznej.

Dla życia i rozwoju roślin, a szczególnie budowy tkanki drzewnej decydujące są opady wiosenne. Tymczasem, jak z powyższych liczb widać, opady wiosenne są nieznaczne, natomiast opady miesiący letnich, a szczególnie lipca i sierpnia przynoszą największe ilości opadu. Zatem opady nie większe przypadają na okres, kiedy działalność twórcza miazgi drzewnej jest mniej intensywna. Opierając się na powyższym, można twierdzić, że poszczególne przyrosty roczne pierścieni drzewnych nie mogą pozostawać w bezpośrednim związku z opadami odpowiadających im lat.

Wahania z roku na rok sumy rocznej opadów w Puławach są znaczne i zawierają się w granicach 334 mm i 795 mm. Rys. 6.

Absolutne minimum opadów, t. zn. najniższa suma roczna opadów w całym okresie notowań stacji puławskiej, przypadła na rok 1942, kiedy spadło 333,8 mm. Rok, który otrzymuje zupełnie nienormalną ilość opadów, ilość, stanowiącą tylko nieco więcej od połowy przeciętnej wieloletniej sumy rocznej, zostanie, przypuszczać należy, odpowiednio zarejestrowany na lignogramie badanych sosen.

Okres wegetacyjny roku 1942 był, jak to wynika z miesięcznych sum opadów, wyjątkowo suchy. Najlepiej uwydatni te stosunki zestawienie sum miesięcznych r. 1942 ze średnimi sumami miesięcznymi, obliczonymi dla całego okresu spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach. (zob. tab. 2).

	III	IV	V	VI	VII	VIII
Średni opad w mm	35.0	39.4	64.6	71.4	87.6	73.7
opad w 1942 <sup>48)</sup>	6.4	19.0	32.9	37.8	60.2	48.1
różnica	-28.6	-20.4	-31.7	-33.6	-27.4	-25.6

<sup>48)</sup> Z materiału meteorologicznego stacji puławskiej.

Obliczona różnica przedstawia niedobór w opadach w każdym miesiącu okresu wegetacyjnego roku 1942 w stosunku do opadów średnich.

Jeszcze bardziej uderzające będzie porównanie całkowitej ogólnej sumy opadów w czasie od marca do sierpnia, dla obu przypadków.

średnia suma wieloletnia III—VIII	371.7 mm
suma III— VIII w roku 1942	204.4 mm
różnica	<u>-167.3 mm</u>

Niedobór opadowy w całym okresie wegetacyjnym 1942 roku wyraża się liczbą 167.3 mm, co stanowi więcej, aniżeli suma wartości miesięcznych dwóch najbardziej deszczowych miesięcy roku — czerwca i lipca, względnie lipca i sierpnia.

Absolutne maksimum opadów wystąpiło w 1897 roku, wyrażając się sumą roczną 795.3 mm. W porównaniu z przeciętną wieloletnią, wartość ta stanowi nadwyżkę opadów o 193.1 mm w stosunku do opadów normalnych.

W okresie wegetacyjnym roku 1897 wiosna w Puławach była bardzo wilgotna, o czym zadecydowała wyjątkowo duża suma opadów w maju (170.1 mm), czyniąc z tego miesiąca najbardziej deszczowy w całej 72-letniej serii spostrzeżeń stacji puławskiej.

	III	IV	V	VI	VII	VIII
opad okresu wegetacyjnego <sup>49)</sup> w 1897 roku	59.1	84.6	170.1	81.0	196.7	37.3
średni opad okresu wegetacyjnego w mm.	35.0	39.4	64.6	71.4	87.6	73.7
różnica	+24.1	+45.2	+105.5	+9.6	+109.1	-36.4

Nadmiar opadów na wiosnę i w lecie 1897 roku był bardzo pokaźny. Jeśli zważymy, że suma opadów w maju jest największa ze wszystkich dotąd obserwowanych w Puławach, a wartość lipcowa ustępuje nieco jedynie przed ilością opadów lipcowych w roku 1919 (199.3 mm), mamy podstawę do przewidywań, że rok 1897 winien odznaczać się wzmożoną działalnością twórczą tkanki drzewnej sosny.

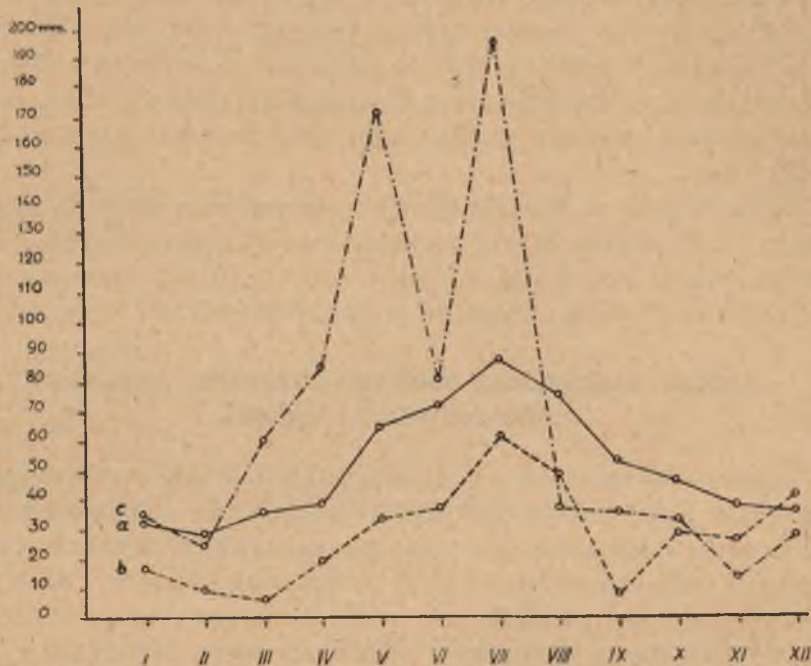
Maksimum lipcowe r. 1897, było przeszło 3 razy wyższe od maksimum lipcowego z r. 1942.

suma opadów III—VIII w roku 1897	628,8 mm
średnia suma wieloletnia III--VIII	371,7 mm
różnica	<u>+257,1 mm</u>

<sup>49)</sup> Z materiału meteorologicznego stacji puławskiej.



Przyjęcie powyższe jest tym bardziej uzasadnione, że nadwyżka 257,1 mm znacznie przewyższa liczbę niedoboru z 1942, wobec tego nasuwa się wniosek, że przyrost roczny u badanych sosen winien wykazać w roku 1897 znacznie większe odchylenie od normalnego, aniżeli w roku 1942, przy minimum opadów.



Rys. 7. Krzywa średniego rocznego przebiegu opadów w Puławach — a.  
 Krzywa przebiegu rocznego opadów w r. 1942 --- b.  
 Krzywa przebiegu rocznego opadów w r. 1897 — c.

Fig. 7. a -- the curve of the mean annual precipitation at Puławy.  
 b -- the precipitation at Puławy during 1942.  
 c -- " " " " " 1897.

Analizując dokładniej wahania opadów z roku na rok w Puławach, zobaczymy, że latami o znaczniejszej sumie rocznej opadów<sup>50)</sup> były prócz roku 1897 ponadto: 1872 (722.1), 1875 (768.2 mm), 1876 (710.1 mm), 1879 (742.4 mm), 1891 (708.7 mm), 1899 (721.7 mm), 1919 (782.9 mm), i 1926 (793.0 mm).

<sup>50)</sup> Wybrane zostały te lata, kiedy suma roczna opadów przekraczała 700 mm.

Analogicznie można zestawić lata o względnie małej sumie rocznej opadów<sup>51)</sup>. Do takich lat należą: 1874 (480.3 mm), 1892 (493.1 mm), 1894 (349.6 mm), 1904 (437.5 mm) i 1921 (462.7 mm).

Z wymienionych wartości maksymalnych, jedynie maksimum 1926 r. zbliża się swą wartością do absolutnego maks. z 1897, a następnie maksimum z 1919. w mniejszym stopniu maksimum 1875 roku.

Do najniższej wartości opadów z 1942 roku, zbliża się wartość z 1894 r.; a także do pewnego stopnia minimum 1904 roku.

Ze wszystkich miesięcy roku, największą zmiennością opadów odznacza się lipiec. Z materiału obserwacyjnego dla Puław wynika, że suma opadów w lipcu osiągnęła w 1919 roku 199.3 mm, natomiast w 1921 r. tylko 19.2 mm.,

Ponieważ lipiec w naszym klimacie stanowi maksimum w przebiegu rocznym i ilość opadów w tym miesiącu w dużej mierze decyduje o ogólnej sumie rocznej, przeto lata te o tak krańcowej różnicy maksimum rocznego, winny się również uwidocznić w lignogramie drzew sosnowych.

#### **Analiza wieloletniego przebiegu przyrostu drzewnego u *Pinus silvestris* i wnioski.**

Ponieważ, wymienione wyżej, wszystkie warunki porównywalności lignogramów sosny zwyczajnej zostały zachowane, a odpowiednio wybrane stosunki siedliskowe dają poważną podstawę do wysnucia wniosku, że wzrost i ogólny rozwój badanych drzew uzależniony był od opadów, atmosferycznych, od zasadniczego źródła dostarczającego wody, a wraz z nią i pożywienia, — lignogramy wszystkich sosen, teoretycznie biorąc, winny dać rejestrację wieloletnich wahań opadów.

Jakkolwiek wydaje się rzeczą tak oczywistą, że przyrost roczny drzew powinien być funkcją temperatury i opadów, — zestawienie odpowiednich liczb, czy nawet zestawienie odpowiednich krzywych z okresu stosunkowo długiego, bo na przestrzeni 72 lat, nie daje zgoła żadnych bezpośrednich związków.

Porównując krzywe przyrostu<sup>52)</sup> dla poszczególnych sosen z krzywą opadów, nie sposób uchwycić żadnej wyraźnej korelacji. (Rys. 8).

Charakter krzywych, obrazujących zmiany przyrostu z roku na rok, wykazuje znaczne różnice pomiędzy poszczególnymi osobnikami.

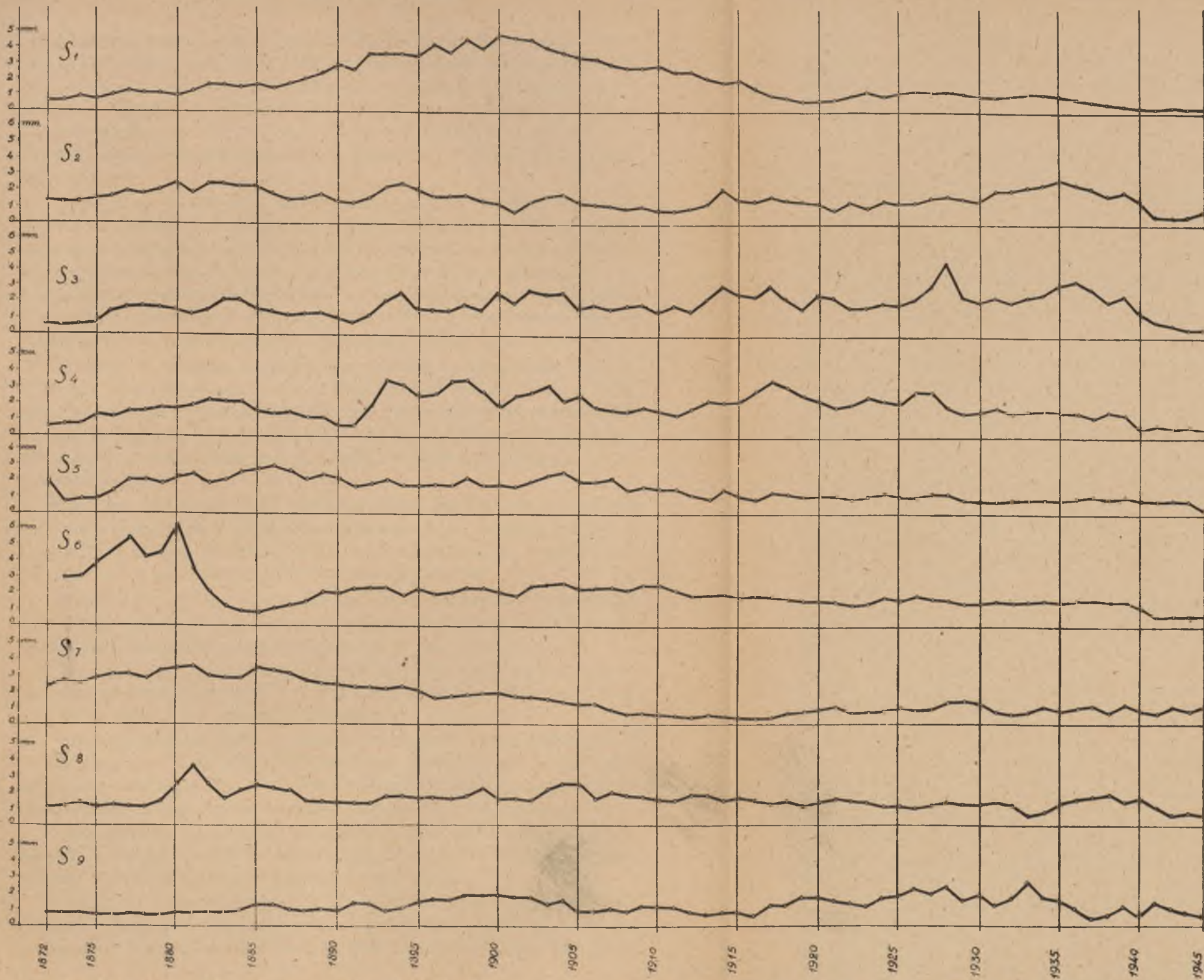
---

<sup>51)</sup> Jako lata o małej sumie rocznej opadów wzięto te, w których opady roczne były niższe od 500 mm.

W obu wypadkach krańcowe odchylenia brano ze względu na średnią wartość 602.2 mm.

<sup>52)</sup> Podziałki dla wysokości i długości u wszystkich krzywych są identyczne.





Rys. 8. Lignogramy *Pinus silvestris* w Pulawach (1872—1944).

Fig. 8. The lignograms of *Pinus silvestris* at Pulawy (the years: 1872—1944).





I tak, gdy krzywa wieku dla osobnika  $S_1$  wykazuje wyraźnie zaznaczone maksimum około roku 1900, względnie nawet na przestrzeni lat 1890—1910 i to maksimum wyróżniające się w ciągu całkowitego życia drzewa, — jedynie u krzywej  $S_4$  do pewnego stopnia powtarza się wymienione maksimum, ale nie jest tu tak charakterystyczne, jak u  $S_1$ . Trudno doszukać się tego maksimum u krzywej  $S_2$  i u wszystkich następnym. (Rys. 8).

Lignogram  $S_1$  wskazuje, że najintensywniejsza działalność u tego drzewa miała miejsce w okresie od ok. 1890, do ok. 1910, która wyraziła się w szerokich pierścieniach drzewnych i to najszerszych w całym okresie życia tej sosny. Poza tym okresem tkanka twórcza tego drzewa nie wykazywała tak ożywionej działalności, a najślabszy przyrost miał miejsce w pierwszych latach życia drzewa t. j. ok. 1872 r., a szczególnie nikły był w ostatnich latach, przed ścięciem drzewa, ok. 1942 r. do 1944 r. (Rys. 8).

Krzywa  $S_2$  posiada zasadnicze maksimum przypadające na rok 1935, oraz kilka drugorzędnych w r. 1880, 1882 do 1885, w 1894 i w 1914. Główne minimum występuje w latach 1941—1943. Zarówno maksima, jak i minima w lignogramie drzewa  $S_2$  nie są charakterystyczne, innymi słowy, praca tkanki twórczej była niemal w całym okresie życia drzewa — jednostajna. (Rys. 8).

Lignogram  $S_3$  wyróżnia się nieco wyraźniej zaznaczonym maksimum 1928 roku i wtórnym w 1936 roku. Minimum w tej krzywej przyrostu przypada w okresie lat 1943—1944. Ogólny przebieg tej krzywej jest, podobnie jak u poprzedniej, dość wyrównany. (Rys. 8).

U krzywej  $S_4$  zaznacza się, jak już wyżej wspomniano, maksimum 1893 i 1898, odpowiadające częściowo maksimum krzywej  $S_1$ , oraz drugie w 1917 roku. Najniższe minimum zjawia się w 1940 roku.

Wykres  $S_5$  wskazuje, że drzewo miało największy przyrost ok. 1885 r., minimum przyrostu przypadło w 1944 roku. Przebieg oznacza się małą amplitudą wahań i jest znacznie wyrównany.

Krzywa przyrostu sosny  $S_6$  posiada charakterystyczne, wyróżniające się maksimum w latach 1877 i 1880, minimum występuje pod koniec życia drzewa t. j. w latach 1941—1944. Poza wybitnym maksimum w pierwszym okresie życia drzewa, dalszy przebieg cechuje duża jednostajność.

Lignogram  $S_7$  ma w swoim przebiegu również jedno rozległe maksimum na przestrzeni lat 1872—1888 i jedno minimum ok. r. 1916. Przebieg oznacza się bardzo małymi wahaniami z roku na rok.

Sosna oznaczona sygnaturą  $S_8$  miała w 1881 roku najwybitniejszy przyrost, zaznaczony wyróżniającym się maksimum w przebiegu krzywej przyrostu  $S_8$ , który ponadto stawał się nieco większy około lat 1885 i 1904.

Słabe narastanie pierścieni rocznych, zaznaczające się bardzo małą ich szerokością, miało miejsce około 1944 roku.

Rozwój drzewa S<sub>9</sub> wykazuje maksimum przyrostu w roku 1933, oraz minimum w 1937 roku. Na ogół, wahania przyrostu drzewnego w całym okresie życia drzewa były bardzo nieznaczne.

Tak duże zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi krzywymi przyrostu sosen nasuwa myśl, że zmiany zachodzące z roku na rok w pierścieniach drzewnych i wyrażające się w zmiennej szerokości słoju, nie kształtują się w y ł a c z n i e pod wpływem jednego, czy dwóch c z y n n i k ó w m e t e o r o l o g i c z n y c h, które wszak były dla wszystkich drzew jednakowe i działały w tym samym czasie, ale, że mamy tu do czynienia z całym szeregiem jeszcze innych czynników, które indywidualnie kształtowały rozwój drzewa z osobna.

Innymi słowy, narzuca się przypuszczenie, że brak tu jakiegokolwiek bezpośredniej korelacji między opadami i temperaturą a przyrostem rocznym u drzew.

Zapewne obok jednolitych mniej więcej warunków termicznych i opadowych, oraz podobnych warunków glebowych i morfologicznych, każde z drzew mogło mieć nieco inny rozwój, ze względu na pewne nieznaczne różnice w ekspozycji, sąsiedztwo innych drzew, a szczególnie ze względu na ewentualne choroby, lub jeszcze bardziej, ze względu na szkodniki lub pasożyty, które w pewnych okresach życia drzewa hamowały jego normalny rozwój. Znany w leśnictwie wpływ na indywidualne różnice przyrostu u sosny mają również swoiste cechy nasion, z których wyrosły poszczególne drzewa<sup>53)</sup>, a w wyższym jeszcze stopniu uszkodzenia techniczne pni, szczególnie takie, jak żywicowanie<sup>54)</sup>.

Jeżeli dany osobnik w drzewostanie poddany był żywicowaniu w pewnym okresie swego życia, co trudno jest po zewnętrznych cechach drzewa stwierdzić, może to wyrazić się w poważnych zmianach przyrostu, szczególnie w hipertrofii, a więc nagłym, skokowym wzmożeniu przyrostu<sup>55)</sup>.

Wszystkie wymienione czynniki należy uważać za czynniki zakłócające i one to niewątpliwie wpłynęły na powstanie różnic w przebiegu poszczególnych krzywych przyrostu drzew.

---

<sup>53)</sup> Jedliński Władysław: Główne zasady badania przyrostu drzew i drzewostanów. Las Polski. Warszawa, listopad 1930.

<sup>54)</sup> Jezierski Feliks: Zagadnienie wpływu żywicowania sosny zwyczajnej na jej przyrost. Sylwan. Warszawa. 1930.

<sup>55)</sup> Jezierski Feliks: Struktura przyrostu pierścic w drzewostanie sosnowym i wpływ żywicowania na nią. (Badania właściwości struktury, rozwoju i przyrostu drzewostanów sosnowych w Polsce). Warszawa 1932.



Niezależnie od tych możliwych czynników zakłócających, rozpatrując ewentualną zależność przyrostu rocznego drzew od temperatury, można ogólnie spodziewać się, że wysokie temperatury w ciągu lata, dadzą w danym roku szerszy pierścień wzrostu.

Przyjmując za lato w Puławach okres, jak już wyżej podano, od ok. 20.V do ok. 5.IX, powiedzieć należy, że temperatury miesięcy letnich osiągnęły szczególnie duże wartości w roku 1875, w 1889 i w 1939.

W przebiegu krzywych przyrostu nie zaznaczają się jednak w sposób widoczny wymienione lata, t. zn. nie obserwujemy wówczas większego przyrostu u badanych drzew, chyba za wyjątkiem nieznacznego maksimum w roku 1939 u krzywej S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>7</sub> i S<sub>9</sub>. Wynikało by z tego, że albo wysokie temperatury lata nie decydują, w naszych warunkach klimatycznych, o wielkości przyrostu rocznego drzew, względnie nie decydują w sposób wyłączny, albo wpływ tych temperatur jest zakłócony oddziaływaniem innych jeszcze czynników.

Bliższa analiza tego zagadnienia wskazuje na to, że nie wystarczy oprzeć się tu wyłącznie na występujących rzeczywiście wysokich temperaturach miesięcy — czerwca, lipca i sierpnia wymienionych lat i szukać odpowiednika tych temperatur w lignogramach. Trzeba bowiem każdorazowo zbadać temperatury lat poprzednich, a szczególnie temperaturę ostatniego, poprzedzającego roku. I dalej, wysokie temperatury miesięcy letnich w danym, określonym roku, nie mogą być rozpatrywane bez uwzględnienia temperatur wiosennych tego samego roku, które wydają się mieć bardziej decydujący wpływ na przyrost roczny, aniżeli temperatury lata.

W naszym przypadku, rok 1875 posiada właśnie odchylenie ujemne temperatury, a i w poprzednich latach była wyraźna tendencja malejąca. (Tabl. 3). Rok 1889 posiada również odchylenie ujemne, a rok poprzedzający miał wybitnie niską temperaturę. Średnia roczna temperatura 1939 r. obliczona dla 11 miesięcy (brak średniej temperatury miesiąca września) wskazuje, że temperatura tego roku ma odchylenie dodatnie, a i w latach poprzedzających średnie roczne temperatury miały stosunkowo znaczne wartości. Być może, że dlatego właśnie rok 1939 w kilku wymienionych lignogramach zaznacza się jako pewne maksimum.

Wiemy z ekologii roślin, że drzewo nie uzyska należytej ilości pożywienia, gdy na wiosnę są zbyt niskie temperatury gleby.

Nie posiadamy niestety danych dla temperatury gleby dla poszczególnych lat, ale można o nich do pewnego stopnia wnioskować ze średnich miesięcznych i rocznych temperatur powietrza.

Otóż lata 1875 i 1889, pomimo wysokich stosunkowo temperatur miesięcy letnich, miały właśnie niskie temperatury marca i kwietnia i w tym

fakcie należy upatrywać przyczynę braku odpowiednio zwiększonego przyrostu, chociaż należało by się spodziewać znacznego przyrostu, sądząc po temperaturach lata.

Temperatury wiosny w r. 1939 odznaczały się znacznie wyższymi wartościami, w porównaniu z latami 1875 i 1889 i dlatego, stosunkowo wysokie temperatury lata w 1939 r. mogły się uwidocznić w lignogramach, bo i wiosna była wtedy stosunkowo ciepła.

Lata o szczególnie dużych dodatnich odchyleniach temperatury zaznaczają się w lignogramach (dodatnie odchylenie 1872 r.) bądź jako niewielkie maksimum jak np. w krzywej  $S_5$  lub w krzywej  $S_7$ , względnie odzwierciedlają się w tendencji wzrostowej krzywych, albo też uwypuklają się w krzywych przyrostu jako wybitniejszy przyrost (maksimum roku 1934) np. w lignogramie  $S_2$  i  $S_3$ .

Znacznie wyraźniejszy związek występuje z odchyleniami ujemnymi. Lata 1940 i 1941, kiedy miały miejsce wybitnie niskie średnie temperatury miesięczne, odznaczają się bardzo małym przyrostem rocznym, co potwierdzają krzywe przyrostu nieomal u wszystkich badanych osobników.

Wartościom najniższym temperatur, które wystąpiły w okresach wegetacyjnych na przestrzeni całego rozpatrywanego okresu (1872—1944), odpowiadają osłabione przyrosty pierścieni rocznych u drzew. U większości krzywych przyrostu drzew zaznaczają się dość wyraźne minima w latach 1931, 1929, 1908 i 1899 co pozostaje w zgodzie z wystąpieniem absolutnych minimów temperatury w tych latach.

Analogicznie, znacznie wzmożony przyrost roczny zaznaczył się w lignogramach w tych latach, kiedy miały miejsce wartości najwyższego absolutnego maksimum temperatury w okresie wegetacyjnym. Dotyczy to maksimum marcowego 1876 roku, kwietniowego 1885 r., majowego 1892 r. i czerwcowego 1885<sup>56)</sup>.

Opady atmosferyczne zdają się mieć ściślejszy związek ze zjawiskiem przyrostu rocznego u drzew, aniżeli temperatura. Woda, będąc rozpuszczalnikiem dla minerałów potrzebnych roślinie do życia, może ich dostarczyć więcej lub mniej, zależnie od ilości opadów, a poza tym, bez krążenia wody, życie roślin jest niemożliwe.

Chcąc uzyskać rejestrację tych stosunków na lignogramie sosny, należy poddawać badaniom jedynie te egzemplarze, które rosną na głę-

---

<sup>56)</sup> Dane cyfrowe najwyższego absolutnego maksimum temperatury zaczerpnięto z materiału meteorologicznego J. Grabowskiego: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi stosunkami klimatycznymi Polski. Pamiętnik P. I. N. G. W., t. 7, Kraków 1926,



bokiej i jednolitej glebie, o możliwie znacznej miąższości, ażeby wyeliminować wpływ wody gruntowej.

W naszych badaniach warunek ten został spełniony.

Biorąc pod uwagę wieloletnie wahania opadów atmosferycznych, począwszy od roku 1872, rozpatrzmy na lignogramach specjalnie te lata, w których suma roczna opadów osiągnęła swe krańcowe wartości, bądź w dodatnim, bądź w ujemnym kierunku.

Absolutne roczne minimum opadów wystąpiło w 1942 roku. Wyżej podane zostały zestawienia, wskazujące na bardzo znaczny niedobór opadów, w każdym miesiącu okresu wegetacyjnego 1942 roku<sup>57)</sup>.

We wszystkich krzywych przyrostu, rok 1942, względnie 1943 wykazuje wyjątkowo mały przyrost roczny.

Wilgotna wiosna 1897 roku i najwyższa suma roczna opadów tego roku sprawiły, że przyrost roczny sosen w następnym roku, był wyraźnie zwiększony. U niektórych krzywych, np. u S<sub>1</sub> czy S<sub>4</sub>, powstaje wówczas maksimum, charakterystyczne w całym przebiegu wymienionych krzywych przyrostu.

Wyrażone wyżej przypuszczenie, że ze względu na znaczną nadwyżkę opadów w okresie wegetacyjnym 1897 roku, i to nadmiar poważnie przewyższający niedobór opadów z r. 1942, należy oczekiwać wybitniejszego odchylenia w stosunku do normalnego w przyroście rocznym u badanych sosen — nie znajduje potwierdzenia we w s z y s t k i c h krzywych przyrostu.

Zestawiając wahania krzywych przyrostu drzew sosnowych z datami, kiedy wystąpiły znaczne sumy roczne opadów, dojdziemy do przekonania, że w większości przypadków, rok o dużych opadach znajduje swój odpowiednik w znaczniejszych wartościach przyrostu drzewnego. Szczególnie te lata, w których miały miejsce znaczniejsze odchylenia dodatnie w stosunku do średniej wieloletniej, jak 1875, 1879, 1919 i 1926, zaznaczają się jako maksima w lignogramach sosen.

Znaczniejsze ujemne odchylenia opadów, przede wszystkim odchylenia, osiągające małe wartości np. w roku 1894 lub 1904, są dość wyraźnie zarejestrowane w małej szerokości pierścieni rocznych.

Lipcowe maksimum 1919 roku, podobnie jak lipcowe minimum opadowe 1921 roku, jest u większości krzywych uwidocznione.

Jest charakterystyczne, że w większości przypadków, wahania opadów nie synchronizują dokładnie z wahaniami krzywych przyrostu rocznego sosen, a jeśli wystąpi korelacja, zjawia się ona z opóźnieniem jedno-

<sup>57)</sup> Zob. str. 22.

rocznym, zaznaczającym się w krzywych przyrostu, w stosunku do krzywych wahań opadów.

Fakt ten wskazuje na to, że podłoże gromadzi zapas wody w roku nadmiernie wilgotnym, z którego sosna swoimi długimi korzeniami może zapas wody czerpać. Po wilgotnym roku, następny, nawet gdyby miał mało opadów, nie będzie wykazywał deficytu w zapasie wody gruntowej. Wydaje się rzeczą pewną, że w żadnym wypadku nie następuje większy przyrost tkanki drzewnej w czasie z występowaniem większej ilości opadów ściśle zsynchronizowanym, ale w rok później w następnym okresie wegetacyjnym<sup>58)</sup>.

Wszystkie powyższe dociekania skłaniają do wysnucia wniosku, że badania korelacji między temperaturą powietrza, względnie opadami oraz przyrostem rocznym drzew sosnowych, przeprowadzanych na poszczególnych drzewach, nie dają wyników, stwierdzających bezpośrednią zależność. W świetle tych badań, można ustalić jako jedno z osiągnięć, że badania korelacji nie należy opierać na analizie lignogramu jednego drzewa, ani też kilku czy kilkadziesiąciu nawet drzew rozpatrywanych oddzielnie.

Krzywa przyrostu każdego poszczególnego osobnika wykazuje tyle jak gdyby „indywidualnych“ różnic, każde drzewo bowiem w swym życiu osobniczym, może mieć rozwój „zakłócony“ zbyt dużą ilością rozmaitych czynników, tak, że trudno oczekiwać ścisłej paralelności lignogramu z wieloletnim przebiegiem opadów czy temperatury.

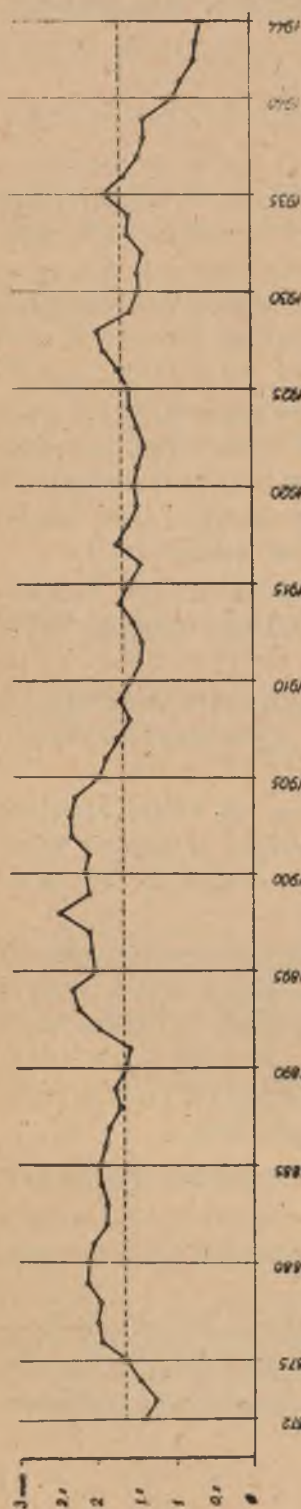
Stwierdzenie tego faktu nie daje jednak dostatecznej podstawy do zaprzeczenia jakiegokolwiek związku między wymienionymi elementami. Niektóre bowiem lignogramy zbliżają się swym charakterem znacznie, do przebiegu krzywej opadowej, co oznacza, że drzewa rosnące we właściwych warunkach, których rozwojowi nie zakłóciły w poważniejszym stopniu czynniki zewnętrzne, kształtują swój przyrost równoległe z wahaniami ilości opadów.

Ponieważ trudno jest rozeznąć należycie te „właściwe warunki“, łatwiej rozwiązywać to zagadnienie nie na poszczególnych egzemplarzach

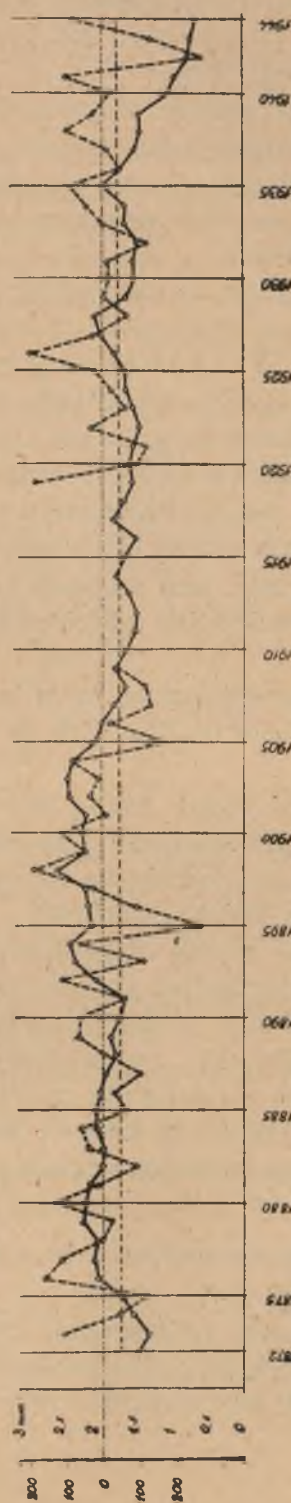
---

<sup>58)</sup> Analogiczne zjawisko znaleźli Kassner i Holdefleiss przy badaniu związku między długością pędów świerków i ilością deszczu, na podstawie spozstrzeżeń w latach 1908—1920 w lasach pod Kassel. — Paul Holdefleiss: *Agrarmeteorologie*. Berlin 1930.





Rys. 9. Średni roczny przyrost sosen w Pulawach w okresie 1872—1944.  
 Fig. 9. The mean yearly increase of *Pinus silvestris* at Pulawy during the years 1872—1944.



Rys. 10. Linia ciągła: średni roczny przyrost sosen w Pulawach w okresie 1872—1944. Linia ta w stosunku do linii odchylenia opadów przesunięta o odcinek, odpowiadający okresowi rocznemu w lewo. Linia przerywana: odchylenia opadów od średniej wieloletniej sumy opadowej w Pulawach w okresie 1872—1944.

Fig. 10. The continual line: the mean yearly increase of *Pinus silvestris* at Pulawy during: 1872—1944. This line is shifted to the left one year in comparison with the line of the precipitations declinations. The interrupted line: the declinations of the precipitations from the means yearly average of the rainfall at Pulawy.

wybranych sosen, ale na liczbach, względnie krzywych, przedstawiających średni przyrost wszystkich badanych drzew razem wziętych.

W naszym przypadku, obliczono średni przyrost dla 9 sosen i przedstawiono pod postacią lignogramu na rys. 9.

Krzywa wykazuje wyraźne i charakterystyczne dla całego przebiegu maksimum w 1898 roku, oraz najniższe minimum w 1943, względnie 1944 roku.

Jak już wiadomo, w wieloletnich wahań opadów w Puławach, rok 1897 był rokiem absolutnego maksimum opadów, zaś rok 1942, rokiem absolutnego minimum opadów.

Ów nadmiar opadów z 1897 roku, o którym powiedziano, że nie znajduje odzwierciedlenia w lignogramach poszczególnych sosen, zaznacza się w sposób wybitny w krzywej średniej średniego przyrostu wszystkich badanych sosen, ale jest opóźniony i występuje w krzywej jako maksimum, przesunięte o odcinek odpowiadający okresowi jednego roku.

Skrajne wartości sum rocznych opadów atmosferycznych w Puławach znajdują swoje ścisłe odbicie w krzywej średniego rocznego przyrostu.

Wyraźnie zarejestrowane są tu lata o znaczniejszym dodatnim lub ujemnym odchyleniu opadów, jak to widać na załączonym rysunku. (Rys. 10).

Obowiązującą jednak rzeczą jest, stwierdzone już wyżej zjawisko każdorazowego jednorocznego przesunięcia maksimum, względnie minimum lignogramu, w stosunku do dat występowania dodatnich czy ujemnych odchylenia, w krzywej opadowej.

Na podstawie analizy długoletnich wahań opadów atmosferycznych z roku na rok, oraz wahań wielkości przyrostu rocznego w tym samym okresie czasu u *Pinus silvestris*, można skonstatować, że zachodzi tu ścisła zależność, pod warunkiem jednak, że badania tej zależności opieramy na średnim (a nie jednostkowym) przyroście, wyliczonym dla wszystkich, poddanych badaniom, osobników.

Zależność, jaka tu zachodzi, może być wyrażona pod postacią funkcji

$$L = f(P)$$

gdzie L jest miarą rocznego przyrostu, a P — sumą roczną opadów atmosferycznych.

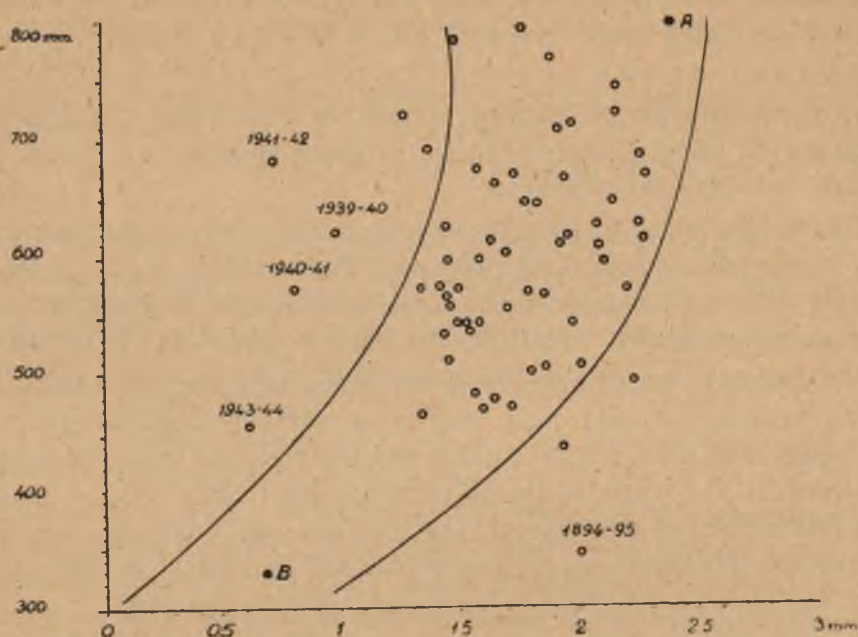
W celu bliższego zobrazowania owej zależności, spróbujmy funkcję  $L = f(P)$ , wyrażoną dla wyliczonych średnich wartości L jako  $\Sigma$  wszystkich S, oraz dla P jako wahań z roku na rok — przedstawić graficznie.



Innymi słowy chcemy wykreślić funkcję:

$$\frac{L}{9} (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9) = f(P)$$

Rozpatrując Rys. 11<sup>59)</sup>, widzimy charakterystyczny układ punktów, przedstawiających wyraźne skupienie, dające się ująć dwiema krzywymi, zresztą dość dowolnie wykreślonymi. Pomijając dowolność owych krzywych, daje się zauważyć zasadniczy kierunek wyznaczony przez dwa krańcowe punkty wykresu (punkt A i B).



Rys. 11. Korelacja przyrostu rocznego *Pinus silvestris* z opadami atmosferycznymi w Puławach (1872—1944).

Fig. 11. The correlation between the annual increase of *Pinus silvestris* and precipitations at Puławy (the years 1872—1944).

Jeden z nich, u dołu rysunku, przedstawia najmniejszą sumę roczną opadów, jaka w całym badanym 72-letnim okresie wystąpiła. Jest to absolutne minimum opadowe 1942 roku.

<sup>59)</sup> Na osi rzędnych podano wartości dla opadów atmosferycznych, na osi odciętych — wartości dla szerokości pierścieni rocznych w mm.

W wykresie uwzględniono 1-roczne przesunięcie wahań przyrostu, w stosunku do wahań opadów.

Drugi punkt, znajdujący się w górnej, prawej stronie grafikonu, odpowiada najwyższej sumie rocznej opadów, która miała miejsce w 1897 roku.

Ów zasadniczy kierunek, wyznaczony wymienionymi krańcowymi punktami, wskazuje równocześnie jasno ową zależność pomiędzy wielkością opadów atmosferycznych, a szerokością pierścieni rocznych u *Pinus silvestris*.

Najniżej zaznaczony punkt (B) oznacza, że przy wyjątkowo małym opadzie, wystąpił u badanych drzew, również wyjątkowo mały przyrost, drugi z tych krańcowych punktów (A) wskazuje, że przy wyjątkowo dużym opadzie, ma miejsce również — wyjątkowo duży, bo w ogóle największy przyrost drzew.

Rozproszenie innych punktów, trzyma się jednak dość wyraźnie tego zasadniczego kierunku, potwierdzając zarazem istnienie korelacji między badanymi tu czynnikami.

Na ogólną liczbę 63 rozpatrywanych tu wypadków, kilka, dokładnie 5 — nie spełnia poszukiwanej zależności. Poszczególne te przypadki, na naszym wykresie funkcyjnym  $L = f(P)$ , wyrażone są punktami oznaczonymi sygnaturami 1941—42, 1939—40, 1940—41, 1943—44 i 1894—95.

Wymienione cztery pierwsze punkty oznaczają przyrost mniej więcej równy przyrostowi jaki miał miejsce u naszych sosen w 1942 roku, a w ogóle, w każdym z tych czterech przypadków, jest mniejszy, względnie równy 1 mm. Otóż, w stosunku do wielkości sumy rocznej opadów, przyrost roczny w powyższych przypadkach był stanowczo za mały. Szczególnie zagadkowe są przyrosty 1939—40 oraz 1941—42 przy znacznych opadach, zamkniętych w granicach od 600—700 mm.

Jak wynika z rysunku. przy tej ilości opadów, przyrost roczny winien wahać się w granicach 1,3—2,4 mm. Punkty te wykazują więc widoczną atrofie przyrostu i to nawet dość poważną, bo przyrost jest tu ok. 1 mm mniejszy, niż być powinien.

Mały przyrost roczny u *Pinus silvestris* w Puławach w latach 1940, 1941 i 1942 przy stosunkowo dużych opadach w poprzednich latach, można uważać za następstwo mroźnych i długich zim i skróconych w ten sposób okresów wegetacyjnych (zamarznięta gleba, tajanie dużych mas śnieżnych). Rok 1940, w całym 73-letnim okresie spostrzeżeń stacji meteorologicznej w Puławach, wyróżnia się wyjątkowo niską średnią roczną temperaturą wynoszącą  $5,5^{\circ}\text{C}$  (zob. Tablicę 1). Po mroźnej zimie ( $I = -12,5^{\circ}\text{C}$ ,  $II = -11,7^{\circ}\text{C}$ ) nastąpiła na ogół chłodna i późna wiosna.



Chłodną i późną wiosnę miały również lata 1941 i 1942.

1940	III	IV	V	1941	III	IV	V	1942	III	IV	V
	-1.7	7.3	12.7		1.4	5.5	10.5		-3.4	6.5	12.9

Podobnie, punkt 1894--95, wskazuje na zbyt duży przyrost przy bardzo małych opadach w r. 1894. W tym przypadku mamy więc do czynienia z pewnego rodzaju hipertrofią przyrostu rocznego. Przy opadzie, który w roku 1894 wynosi 349,6 mm, przyrost w r. 1895 winien wahać się w granicach od 0 do ok. 1,2 mm, a wynosi 2,06 mm.

Opierając się na podstawie możliwości zniekształcania przyrostu przez wyrażone poprzednio czynniki zakłócające, można wypowiedzieć przypuszczenie, że wymienione przypadki stanowią pewnego rodzaju anomalie.

Być może, w tych latach, kiedy wystąpił ów nienormalny przyrost (szczególnie w 1894--95), miało miejsce żywicowanie drzew, w tej części badanego lasu, albo zjawyły się w znaczniejszej liczbie szkodniki czy pasożyty.

Niezależnie od tego, pozostaje jeszcze szereg kwestyj otwartych. Do najważniejszych z nich należy niewyjaśniony sposób czerpania przez drzewa zapasów wodnych przechowanych w podłożu glebowym z lat poprzednich, oraz nieznaną bliżej wpływ okresów zimowych na proces rozwojowy roślin. Ponadto samo zjawisko wzrostu nie jest zjawiskiem prostym, ale bardzo złożonym.

Graficzne przedstawienie funkcji  $L = f(P)$  pozwala jeszcze na wysnucie pewnych interesujących wniosków.

Wspomniane wyżej, charakterystyczne skupienie punktów (Rys. 11) wskazuje (przynajmniej dla okresu 1872--1944), że najbardziej optymalne warunki dla przyrostu rocznego sosny w Puławach stwarzają opady, wahające się w granicach 480--720 mm. Równocześnie, powiedzieć można, że najczęściej spotykany w Puławach przyrost u sosny zwyczajnej waha się w granicach 1,3 mm do 2,4 mm. Większy, lub mniejszy od wymienionych wartości, przyrost — należy do wyjątków.

Wykres ten pozwala nam również wyznaczać, na podstawie znanego przyrostu *Pinus silvestris*, — przypuszczalną sumę roczną opadów dla minionych lat i odwrotnie, ze znanej sumy rocznej opadów wnioskować o prawdopodobnej wielkości przyrostu rocznego sosny, nawet w okresie życia drzewa, co np. dla leśnictwa może przedstawiać konkretną i praktyczną wartość.

Nie od rzeczy będzie na tym miejscu zwrócić uwagę na zaznaczający się związek pomiędzy średnim przyrostem rocznym *Pinus silvestris* w Puławach a 11-letnim cyklem słonecznym. W tablicy (tabl. 6) średniego

przyrostu rocznego dają się zauważyć okresy od 10 do 12 lat szczególnie po roku 1910. Szczupłość materiału nie pozwoliła jednak na bliższe przeanalizowanie tego zagadnienia.

Metoda badania wahań klimatu oparta na analizie przyrostu rocznego drzew szpilkowych jest jedną z wielu<sup>60)</sup>, które są stosowane dla okresów, nie posiadających spostrzeżeń meteorologicznych.

Wartość metody Douglasa'a dla studiów nad wahaniami klimatycznymi jest niezaprzeczona, jednakże stosowanie jej wymaga specjalnych i ściśle określonych warunków. Badania przyrostu rocznego drzew nie mają zgoła żadnego znaczenia dla analizy wahań klimatu, gdy prowadzone są na przekrojach drzew wziętych do badań w sposób przypadkowy, z różnych warunków siedliskowych, drzew wyrosłych na rozmaitych glebach i bez uwzględnienia stosunków hydrologicznych panujących w danym gruncie.

Przy stosowaniu metody przyrostu rocznego, uważam za warunek *sine qua non* — przestrzeganie jednolitości budowy geologicznej terenu, oraz wybór takiego geologicznego obszaru, którego struktura predysponuje wymagane stosunki wilgociowe. W naszym kraju, spełnia to zadanie — podłoże dyluwialne, pod warunkiem że się uwzględnia tereny wydmore, względnie tereny o grubym pokładzie lessowym.

Dalszym warunkiem jest odpowiednia miąższość profilu wyzyskiwanego przez sosny, oraz niezmienny profil glebowy. Miąższość podłoża winna być tak znaczna, a warstwa nieprzepuszczalna i poziom wód gruntowych leżeć tak głęboko, by korzenie drzew nie sięgały do nich. Profil glebowy winien mieć jednolity skład petrograficzny.

Do badań wybierać należy drzewa, które rosną, czy rosły w możliwie zbliżonych stosunkach ekologicznych i biologicznych, o możliwie podobnej gęstości zadrzewienia, mające możliwie jednakową wysokość, jednakowy obwód pni, symetryczną budowę poprzecznego przekroju pnia i podobny wiek.

Stosunki morfologiczne terenu muszą być odpowiednio dobrane. Wysokość bezwzględna i względna, z której brane są do badań poszczególne osobniki-drzewa, powinny być bodaj w przybliżeniu dla wszystkich badanych sosen jednakowe. Z pagórków wydmorewych, raczej należy wy-

---

<sup>60)</sup> Do niektórych z tych metod należą: metoda oparta na badaniu ilów wstęgowych, metoda analizy pyłkowej, badania rodzaju gleb i ich nawarstwień z dawniejszych okresów oraz określanie stratygrafii zabytków w glebie, badania archeologiczne, badania historyczne, analiza zmian położenia górnej granicy lasu, badanie zmienności zasięgów pewnych roślin, analiza rozmieszczenia nazw topograficznych, wskazujących na związek z lesistością lub nawodnieniem.



bierać drzewa ze stoku (o niewielkim nachyleniu względem poziomu) o ekspozycji północnej.

Pomiary szerokości pierścieni rocznych muszą być dokonywane na przekrojach, które pochodzą z tej samej części pnia u rozmaitych osobników.

Pewnego rodzaju niepożądane trudności, polegające na zjawianiu się zniekształceń lignogramu *Pinus silvestris*, spowodowane są oddziaływaniem takich czynników — jak szkodniki, choroby, żywicowanie, wreszcie pewne swoiste cechy nasion. Czynniki tych niestety nie można wyeliminować i nie sposób również domyśleć się ich oddziaływania na lignogram, ponieważ ich wpływ na dane drzewo mógł mieć miejsce w dawniejszych okresach życia danego osobnika, a w momencie wyboru drzewa do ścięcia nie jest już widoczny, lub łatwy do rozpoznania.

W celu wyeliminowania tych możliwych zakłóceń, oraz innych wpływów, które mogły oddziaływać na życie osobnicze danej sosny, należy opierać się w studiach nad zależnością przyrostu rocznego od wahań opadów i temperatury, wyłącznie na liczbach średnich przyrostu rocznego, wyliczonych z poszczególnych rocznych przyrostów, szeregu osobników, wziętych do badań.

Wreszcie należy podkreślić, że pożądaną jest rzeczą, uwzględnić w tego rodzaju badaniach, możliwie znaczną ilość drzew, a tym samym opierać studia na możliwie bogatym materiale lignogramowym <sup>61)</sup>.

Uzyskanie potrzebnych do pracy materiałów, jak i zdobycie odpowiedniej literatury, zawdzięczam wielu życzliwym osobom, którym, niech mi wolno będzie na tym miejscu, złożyć szczerze podziękowanie. W szczególności, składam podziękowanie prof. dr. Adamowi Malickiemu, kierownikowi Zakładu Geografii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

---

<sup>61)</sup> Podobne badania zamierzam w najbliższej przyszłości przeprowadzić na większej liczbie osobników *Pinus silvestris* aniżeli to było możliwe w niniejszej pracy, przy uwzględnieniu tym razem głębokiego podłoża lessowego.

## L I T E R A T U R A.

1. Abbot C. G.: Cycles in tree-ring widths. Smithsonian Miscellaneous Collections. V. 95. No. 19. Washington 1936.
2. Alisow B. P., Izwekow B. I., Pokrowskaja T. W., Rubinsztjejn J. S.: Kurs klimatologii. Leningrad—Moskwa 1940.
3. Brooks C. E. P.: The climate of the first half of the eighteenth century. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. V. 65. No. 237. London 1930.
4. Brooks C. E. P.: Some problems of modern meteorology, No. 16. Postglacial climates and the forests of Europe. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. V. 60. No. 257. London 1934.
5. Brunt D.: Climatic cycles. Geographical Journal. V. 89. London 1937.
6. Douglass A. E.: Evidences of cycles in tree ring records. Proceedings of the National Academy of Sciences. V. 19. No. 3. Arizona 1933.
7. Douglass A. E.: Tree rings and chronology. Physical Science Bulletin No. 1. Arizona 1937.
8. Geer De Gerard: Om rullstensasarnas bildingssätt. Geol. Fören. Förhandl. T. 19. 1897.
9. Gorczyński W.: Nowe izotermy Polski, Europy i kuli ziemskiej. Warszawa 1918.
10. Grabowski J.: Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi klimatycznymi stosunkami Polski. Pam. Państw. Inst. Nauk Gosp. Wiejsk. T. 7. Kraków 1926.
11. Holdefleiss P.: Agrarmeteorologie. Die Abhängigkeiten der Ernteerträge von Wetter und Klima. Berlin 1930.
12. Huntington E.: The fluctuating climate of North America. Geogr. Jour. No. 9 and 10. London 1912.
13. Huntington E.: The secret of the big trees. New York 1913.
14. Jedliński W.: Kształtowanie się struktury drzewostanu pod względem wieku i siedliska. Las Polski Nr. 3. Warszawa 1929.
15. Jedliński W.: Główne zasady badania przyrostu drzew i drzewostanów. Las Polski. Nr. 11. Warszawa 1930.
16. Jeffrey E. C.: The anatomy of woody plants. Chicago 1917.
17. Jezierski F.: Struktura przyrostu pierśnic w drzewostanie sosnowym i wpływ żywicowania na nią. (Badania właściwości struktury rozwoju i przyrostu drzewostanów sosnowych w Polsce). Warszawa 1932.
18. Kosińska-Bartnicka S.: Opady w Polsce. Warszawa 1927.
19. Lencewicz S.: Wydmy śródlądowe Polski. Przegl. Geogr. T. 2. Warszawa 1922.
20. Lyon C. J. and Goldthwait J. W.: An attempt to cross-date trees in drowned forests. Geogr. Review. V. 24. No. 4. 1934.
21. Lyon C. J.: Tree ring width as an index of physiological dryness in New England. Ecology. V. 17. No. 3. Hanover N. H. 1936
22. Mapa geologiczna Rzeczypospolitej Polskiej. Podz. 1 : 750.000. Warszawa P. I. G.
23. Mączak F.: Asymetria w rozwoju pnia drzew szpilkowych. Pokłosie Geograficzne. Lwów—Warszawa 1925.



24. Merecki R.: *Klimatologia ziem polskich*. Warszawa 1915.
25. Mieczyski T.: *Gleboznawstwo terenowe*. Bibl. Puławska. Nr. 16. Puławy 1938.
26. Mieczyski T.: *Mapa gleb województwa lubelskiego*. 1 : 300.000.
27. Norlind A.: *Einige Bemerkungen über das Klima der historischen Zeit*. Lunds. Univ. Arsskrift. N. F. Afd. 1. Bd. 10. Nr. 1. Lund—Leipzig 1914.
28. Paczoski J.: *Lasy Białowieży*. P. R. O. P. Monografie naukowe. Nr 1. Poznań 1930.
29. Panowicz - Lehman P.: *Das Klima von Puławy*. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements. Kraków 1943.
30. Pożaryski W.: *Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami*. Państw. Inst. Geol. Biul. 6. Warszawa 1938.
31. Sulimirski T.: *Osadnictwo i ruchy etniczne a klimat*. Roczniki Dziejów Społecznych i Gospodarczych. T. 3. Lwów 1934.
32. Tomaszewski J.: *Gleby powiatu puławskiego (z mapą w podz. 1 : 100.000)*. Puławy 1929.
33. Trautmann E.: *Die Brücknersche Niederschlagsschwankung über Europa*. Veröffentlichungen des Geophysikalischen Inst. der Univ. Leipzig 1936.
34. Zaborski B.: *Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich*. Przegl. Geogr. T. 7. Warszawa 1927.
35. Zierhoffer A.: *Zagadnienie powierzchni poddyluwialnej na ziemiach polskich (z 4 mapkami, profilami i wykresami)*. Pokłosie Geograficzne. Lwów—Warszawa 1925.
36. Zinkiewicz W.: *Zarys klimatyczny regionu Puławy—Kazimierz—Nałęczów*. Puławy 1946 (nieogłoszona drukiem).

---

### S u m m a r y.

#### **Researches on the value of the annual increase of trees for studies of climatic oscillations.**

Although the method of Douglass was repeatedly applied, especially by Abbot, Lyon and Huntington, not one of their respective papers gives an analysis of concrete meteorological material, deduced from a longer series of observations, confronted with the changes in the annual increase of trees, — changes, which occurred in the course of many years. It was the aim of the present work, to study the correlation between the rainfalls and the temperature of the air, and the annual increase of trees, the whole based on meteorological records, adequately synchronized. The author undertook also the examination and appreciation of the value of Douglass's method for studies of the climatical oscillations. The research on the correlation was based on a series of already existing meteorological obser-

variations, made during many years in Puławy<sup>1)</sup>, also on woodmaterial, chosen out of a pine-trees growing on a land-patch, situated to the North and North East of Puławy, between the valley of the Vistula, the valley of the river Kurówka, and the high-road Puławy—Wronów—Osiny.

Out of this region one has chosen one of the dunes, covered with pine-trees, and situated to the South of the point 133, at a distance of about 270 m. from the latter, stretching mainly WNW—ESE (fig. 1). The upper surface of the dune reaches an altitude of about 140 m. above sea-level, it's relative height oscillates from 3 to 5 meters. The inclination of the slopes: about 8° and about 20°. The steep side turns to the NE. The length of the dune-hill is of about 1,5 km.

It is from the upper surface of this dune, and strictly speaking, of it's slope, exposed to the NE — (on account, of more settled thermal conditions on the slope, exposed to the North, also on account of a more symmetrical structure of the transversal section of the trunks of the trees, which grow on the Northern slope), — that one has chosen specimens of the *Pinus silvestris* for studying it's sections.

The above quoted dune - hill possesses a sandy soil. Although the relative height of the dune is of 5 m. at maximum, the sands in the substratum are of great thickness, reaching about 20 m. The level of ground-water on this terrain is situated at a depth of 20 m., — subsurface water is completely absent, — this fact was founded on inspection of several water-wells, which exist on the terrain of the dune, or in it's immediate vicinity. The nearest place, lying next to the dune, where subsurface water is to be found, at a depth of 1-2 m., is situated at a distance of 200 m. from the dune, towards SW.

The roots of pine-trees, which grow on the above-mentioned dune, do not therefore reach the groundwater, and cannot either benefit of subsurface water. For all plants, that grow on those deep dune-sands, the question of sufficient water-supply seems more important than the question of warmth.

Admitting, that the annual increase of the trees depends of the variations of climatic elements, one is obliged to study the problem exclusively on trees growing on a homogeneous soil, which possesses a thick and constant profile of the substratum, and where the level of the ground-water is very low. The autor have therefore chosen a diluvial sandy terrain,

---

<sup>1)</sup> The geographic position of the meteorological station at Puławy is: Lat. = 51° 25', Long. = 21° 57'. Alt. = 140 m. a. s. l. It is a station of II class, established in 1872. The distance from the meteorological station to the pine-wood, — where the woodmaterial was chosen, is of about 2 km.



though a region, possessing a thick stratum of loess would as well be fitted for such researches. The profile of the soil, and the profile of its substratum in the chosen dune, have an identical lithological composition, — a fact, that was verified in water-wells, dug in this region.

The design of the annual growth-rings, which appear on the transversal section of the trunk of *Pinus silvestris*, — as well as the diagram of a many years-course of increase of trees, were called „lignogram“ by the author.

In order to obtain a lignogram-material, suitable for comparisons, the author has chosen specimens of the *Pinus silvestris*, not only from the same kind of soil, but also, — as far, as it was possible, — from the same altitude of the ground, (as well relative. as absolute altitude). Those specimens were all of the same height, — and if possible, — of the same age.

Out of nine chosen pines, sections were made perpendicularly to the axis of the trunks. The trunks were cut almost on the same height, in the stump-part, about 20 cm. above the level of the ground.

The measurements of the width of the annual growth-rings were made with the aid of a magnifying glass and precise compasses along each of the 8 main directions of the compass-dial traced on the section of every tree, from the outward part of the trunk towards its centre, — measurement given in absolute numbers, with an exactness of a tenth part of a millimeter. Out of the 8 obtained data, the author computed the average value of the width of the growth-rings for every year of growth of each individual tree.

The age of respective specimens of the *Pinus silvestris* was chronologically parallelized with the period of observations, recorded at the station of Puławy, and reduced for all the trees to the same period: 1872—1944<sup>2)</sup>.

The variations of air-temperature in Puławy, were noted during many years. The annual mean of temperature was  $7.8^{\circ}$ . Among the mentioned variations, more remarkable swervings can be noticed in the years 1872 ( $1.9^{\circ}$ ), and 1934 ( $-1.6^{\circ}$ ); — greater negative deviations appear in the years 1940 ( $-2.3^{\circ}$ ), 1941 ( $-1.7^{\circ}$ ), 1933 ( $-1.6^{\circ}$ ), and 1929 ( $-1.5^{\circ}$ ), (fig. 2). The variations of temperature in the period of vegetation, expressed by the highest absolute maximum, and the lowest absolute minimum in the course of the year, show, that the most favourable thermal condi-

---

<sup>2)</sup> The material of observations of the meteorological station at Puławy covers the same lapse of time: 1872—1944.

In the records of the temperature, the data from 1911 to 1918 are missing, while in those, concerning the atmosphere precipitations, we miss the years: 1910 to 1911.

tions in Puławy occurred in III. 1876 (22,6°), in IV. 1885 (26,9°), in V. 1892 (30,9°), in VI. 1885 (32,2°), in VII. 1904 (34,1°), and in VIII. 1921 (35,6°), — and exceptionally unfavourable ones in III. 1929 (—26,5°), in IV. 1931 (—10,0°), in V. 1908 (—2,8°), in VI. 1899 (1,8°), in VII. 1908 (5,4°), and in VIII. 1899 (3,8°). It must be noticed, that the coldest of all months was March 1929, which had the lowest absolute minimum, noted in this month in the course of the whole series of observations, made in Puławy, while April had the lowest temperature in 1931.

The variations of rainfalls were also noted for years in the observations of the meteorological station at Puławy. (Fig. 6).

The average height of annual atmospheric precipitations in Puławy amounts to 602,2 mm., — the greatest negative deviation (—268,4 mm.) appears in 1942, while the most remarkable positive deviation (193,1 mm.) is shown in 1897. The period of vegetation in 1942 was exceptionally dry, and the rainfall-deficit in the single months of this period, presents itself as follows: III -28,6 mm., IV -20,4 mm., V -31,7 mm., VI -33,6 mm., VII -27,4 mm., and VIII -25,6 mm. During the whole vegetation period of 1942, the deficit of rainfalls attained -167,3 mm.

In the vegetation period of 1897, the spring in Puławy was extremely damp. The amount of rainfalls in May 1897 (170,1 mm), was the highest for the month of May in the period of 72 years of observations, made at the station of Puławy. The surplus of the rainfalls above the mean values, was between II. and VIII. 1897, as follows: III. 24,1 mm., IV. 45,2 mm., V. 105,5 mm., VI. 9,6 mm., VII. 109,1 mm., and VIII. 36,4 mm. On the whole, the surplus of rainfalls between III. and VIII. 1897, amounted to 628,8 mm.

The maximum of rainfalls in July 1897, was more than 3 times higher than the maximum of July 1942. (Fig. 7).

When we analyse the course of the annual increase of the *Pinus silvestris* over a long portion of time, taking into account every section separately, (fig. 6), we do not perceive a distinct correlation between the course of the rainfalls or temperature and the variations in the annual increase of the wood-rings.

It is possible, that this phenomenon is due to disturbing factors, such as diseases of the trees, noxious insects, parasites, peculiar qualities of the seeds, which gave life to the trees, differences in the exposition of the trees, and, most of all, the exudation or extraction of resins.

On the other hand, the diagram of the mean annual increase, — based on the mean annual increase of each of the nine examined specimens, for the consecutive years of the period 1872—1944, — seems perfectly



conformable in its course with the rainfall-curve of the rainfall variations during many years. (Fig. 10).

The maximum of rainfalls in the period 1872—1944, which occurred in 1897, is to be seen in the diagram of the mean increase as a maximum in 1898, — while the minimum of rainfalls in 1942 appear in the diagram of the mean increase as a minimum, but in 1943.

That means, — and this is one more result of our present work, — that the course of the mean increase over many years, is not synchronized with the course of rainfalls over the same period, but is, in relation to the latter, shifted to the next link, which corresponds to the period of one year in subsequence.

If we consider the connection, which exists between the mean annual increase of *Pinus silvestris* in Puławy, and the yearly variations of rainfalls, observed year after year in the same lapse of time, as a function  $L = f(P)$ , in which  $L$  is the value of the annual increase, and  $P$  the amount of annual rainfalls, and if we represent this function by a graph, we will obtain a characteristic concentration of points, — concentration, which is disposed along a direction, determined by two extreme points of the graph. One of these points, marked at the bottom of the diagram, represents the lowest amount of annual rainfalls, noted during the entire period of 72 years of observations, — whilst the second point, marked at the top right side of the graph, corresponds to the highest amount of annual rainfalls, which took place in 1897.

This principal direction, determined by the mentioned points, marking the extremes, shows at the same time clearly the correlation between the amount of rainfalls and the width of the annual growth-rings of the *Pinus silvestris*. (Fig. 11). The concentration of points represents the average and most frequent increase-rate of *Pinus silvestris* in Puławy, — this increase oscillates between 1.3 mm. and 2.4 mm. for annual rainfalls of 480 to 720 mm. An increase, smaller or bigger, is quite exceptional. We find such exceptions in the years 1895, 1940, 1941, 1942, and 1944.

A scanty annual increase of *Pinus silvestris* in Puławy in the years 1940 and 1941 in spite of relatively abundant rainfalls, may be considered as a consequence of frosty and prolonged winters and thereby shortened periods of vegetation.

In the whole period of 72 years observations, the year 1940 distinguishes itself by an exceptionally low mean annual temperature of the air, not exceeding  $5.5^{\circ}$ . (After a cold winter, the spring was cool and belated. The years 1941 and 1942 had also a late and cool spring).

In 1895 there was a too great increase (2.06 mm.) in comparison with the very scanty rainfalls, recorded the year before. We deal here with

a certain hypertrophy of the annual increase. After rainfalls, which in the year 1894 did not exceed 349,6 mm. — the increase ought to have oscillated between 0 and about 1,2 mm. It may be, that in such years of abnormal increase, (1894—1895 in particular), there happened to occur an exudation of resine in the part of the wood, taken under observation, — or else, the phenomenon may be due to noxious insects or parasites.

The diagram of the function  $L = f(P)$ , allows us to reckon, — taking as a base the lowest increase of *Pinus silvestris*, — the probable amount of annual rainfalls for bygone years and vice-versa. We can also deduct from the known amount of rainfalls, the probable extent of the annual increase of pine-trees, even while they are still living; — the possibility of such a forecast may have a concrete practical importance for forestry-science.

The author has also ascertained an influence of the undecennial solar cyclus on the mean annual increase of *Pinus silvestris* at Puławy, but there was not enough material to undertake an analysis of this problem.

The method of Douglass has an unquestionable value for studies on the climatic oscillations, but only on condition, that the observations of the annual increase should be made on sections of carefully chosen specimens. The trees cannot be picked out in an accidental manner, from manyfold abodes, and from different qualities of soil, disregarding the hydrological conditions of their substratum, the proper profile of the ground, the proper thickness of the substratum — which ought to have a constant lithological composition, — also overlooking the geological structure and the morphological conditions of the terrain.

The trees ought to be chosen from such districts of the wood, where the oecological and biological conditions are almost identical, where the trees are of the same height, where they possess the same circumference, a symmetrical structure of the transversal section of the trunk, and a similar age.

In studies of such kind, it is desirable to take a great number of trees into account, so as to base the observations- as much as possible-, on a rich lignogram-material, out of which the mean annual increase has to be deducted. It is precisely this increase, that serves as starting-point for studies of climatical oscillations.

*Institut of Geography of the University M. Curie-Skłodowska, Lublin.*

---





Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII-I
1919	-1.4	-1.9	1.8	7.4	10.0	15.7	16.3	15.2	15.1	6.6	-2.8	-2.0	6.7
1920	-1.6	0.1	4.5	12.6	14.7	14.7	19.6	16.8	13.1	2.8	-0.4	-3.0	7.9
1921	2.4	-3.4	5.2	8.2	14.6	15.3	19.0	17.9	11.9	8.2	-2.2	-3.0	7.9
1922	-6.3	-5.1	2.6	6.6	13.3	16.8	17.9	16.4	10.6	3.8	0.7	0.1	6.5
1923	-0.2	-3.1	3.2	6.6	14.1	13.1	18.4	16.1	14.3	10.7	4.3	-1.4	8.0
1924	-7.4	-5.5	-0.5	5.5	15.5	17.5	17.1	16.6	14.9	8.4	1.5	-1.4	6.9
1925	0.8	3.5	0.8	8.4	15.8	14.5	18.4	16.8	11.9	7.1	2.4	-1.7	8.3
1926	-2.7	0.5	1.5	9.5	12.9	15.9	19.0	15.1	13.2	7.0	8.6	-2.0	8.3
1927	-2.3	-2.9	6.0	7.0	10.5	16.6	19.7	18.2	14.2	8.2	2.5	-6.3	7.6
1928	-1.1	-2.4	-1.0	7.5	11.4	14.6	19.2	16.3	12.8	8.5	6.1	-2.8	7.5
1929	-7.4	-14.7	-2.1	2.5	15.5	15.1	17.9	18.4	13.1	11.1	5.0	1.2	6.3
1930	0.3	-0.8	2.9	9.2	13.3	18.9	17.7	16.5	13.0	8.9	5.2	-2.9	8.5
1931	-2.1	-3.6	-1.0	5.2	17.4	17.0	19.3	17.1	10.7	6.6	1.6	-0.9	7.3
1932	-1.1	-7.2	-2.3	7.5	15.3	15.7	21.2	18.8	15.8	9.8	2.9	0.4	8.1
1933	-7.7	-2.0	2.6	4.5	11.4	15.2	18.8	16.2	12.4	8.4	2.4	-7.0	6.2
1934	-3.0	0.2	4.9	11.1	14.9	16.5	18.0	18.2	15.1	10.5	5.9	-0.4	9.4
1935	-6.0	-1.4	1.0	7.7	11.0	18.3	16.8	16.8	13.9	10.2	2.7	0.3	7.6
1936	2.1	-3.7	4.6	8.0	15.7	17.1	20.8	16.1	11.5	5.3	2.9	0.6	8.5
1937	-7.6	-1.0	3.5	7.8	17.6	18.7	18.6	18.7	15.4	8.9	3.0	-1.7	8.5
1938	-2.3	-1.0	5.8	5.1	12.3	17.9	19.2	19.0	13.4	9.8	5.5	-4.2	8.4
1939	0.3	1.8	0.9	10.0	12.4	18.3	20.3	20.7	—	6.2	3.7	-2.8	8.3 <sup>1)</sup>
1940	-12.5	-11.7	-1.7	7.3	12.7	18.5	18.3	15.3	12.8	6.1	5.4	-4.9	5.5
1941	-8.8	-1.6	1.4	5.5	10.5	16.8	19.1	16.8	10.9	6.2	-2.2	-0.8	6.1
1942	-12.6	-6.3	-3.4	6.5	12.9	15.7	17.9	19.4	16.3	10.1	—	—	7.1 <sup>2)</sup>
1943	-6.9	1.6	3.5	9.2	12.1	16.1	18.0	19.4	14.5	8.8	2.7	-1.3	8.2
1944	0.9	-1.4	0.2	6.5	13.8	16.1	—	—	—	—	—	—	—

Tablica 2.

**Temperatura maksymalna i minimalna** (obliczona z maksimum i minimum dobowych temperatury) **dla Puław według danych Panowicza - Lehmann'a.**

The mean monthly maximal and mean monthly minimal temperature at Puławy.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
5,6	7,2	14,9	21,1	26,5	28,6	30,7	29,6	26,7	20,7	12,9	6,7	31,7
-16,6	-15,4	-10,3	-2,2	2,4	6,7	9,7	8,5	3,0	-2,3	-8,4	-15,8	-20,6

<sup>1)</sup> Średnia roczna obliczona na podstawie 11-to miesięcznych średnich.

<sup>2)</sup> Średnia roczna obliczona na podstawie 10-cio miesięcznych średnich.





Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
1919	22.2	27.8	34.8	101.1	90.5	59.0	199.3	45.5	38.4	15.0	95.3	54.0	782.9
1920	41.5	35.5	19.1	27.3	72.5	46.5	89.6	85.4	69.5	6.5	4.1	14.0	511.5
1921	68.8	16.2	3.1	54.0	65.8	18.5	19.2	27.8	30.9	40.6	50.7	67.1	462.7
1922	31.8	24.4	44.6	43.9	11.9	23.9	186.6	30.7	105.4	26.0	25.0	30.0	624.6
1923	30.0	20.0	23.0	65.7	55.2	66.0	44.1	20.3	42.6	110.3	37.6	29.5	544.3
1924	44.2	68.4	42.0	38.2	50.5	57.9	78.9	54.3	33.4	32.1	22.0	12.6	573.3
1925	27.7	27.7	48.7	48.6	33.3	88.8	76.9	92.7	65.7	51.0	22.2	43.5	617.2
1926	43.0	13.5	33.1	28.7	113.1	120.0	96.2	82.3	52.4	111.7	37.9	61.1	793.0
1927	28.1	15.2	37.5	76.1	31.9	115.0	53.6	92.9	70.4	12.0	66.3	12.3	611.3
1928	53.0	41.9	14.1	53.9	100.4	32.0	37.6	54.7	29.1	37.9	34.6	47.8	537.0
1929	14.8	18.7	23.5	33.1	111.6	73.1	87.4	38.7	43.9	49.1	44.4	53.9	592.6
1930	15.0	4.0	34.2	51.9	34.2	3.7	60.2	25.7	85.2	52.1	74.8	31.1	568.1
1931	27.1	12.7	26.2	23.1	16.7	61.4	73.9	14.5	98.2	43.0	12.4	42.4	570.0
1932	10.2	20.2	11.0	24.6	108.2	32.8	57.3	68.5	28.9	73.3	20.1	15.8	470.9
1933	19.7	49.0	5.3	22.9	62.9	103.8	151.8	41.0	36.7	42.4	35.5	27.4	598.4
1934	8.8	9.5	41.4	33.1	29.6	74.9	164.8	42.3	46.7	57.0	54.0	19.9	644.8
1935	13.4	32.0	12.0	35.7	159.7	81.9	87.4	88.9	78.6	48.6	7.7	28.1	674.0
1936	36.3	27.3	11.5	29.4	30.0	61.9	85.3	72.0	62.2	48.2	37.6	15.0	536.7
1937	34.5	44.0	50.5	35.6	25.4	46.8	25.7	140.0	49.3	16.7	63.6	38.6	570.7
1938	48.0	31.3	54.5	33.3	76.8	67.8	122.2	111.4	52.7	54.8	20.9	17.9	691.6
1939	30.1	22.6	23.7	29.0	153.9	44.5	44.4	42.9	35.6	131.1	35.8	27.5	621.1
1940	32.0	9.9	20.5	61.2	94.1	42.4	53.2	74.3	71.1	23.2	71.4	20.7	574.0
1941	19.2	24.6	22.3	97.3	54.9	25.7	83.3	168.9	4.1	73.9	72.7	36.7	683.6
1942	17.4	9.6	6.4	19.0	32.9	37.8	60.2	48.1	7.1	29.1	25.9	40.3	333.8
1943	17.8	28.0	12.8	38.0	17.7	71.9	73.3	85.1	44.5	0.3	48.8	21.1	459.3
1944	46.9	24.4	52.0	23.4	31.5	96.4	154.1	57.7	20.8	78.1	69.8	19.0	674.1

Tablica 4

**Odchylenia średniej rocznej temperatury  
od średniej wieloletniej w Puławach w okresie 1872—1944**  
(brak 1911—1918)

The oscillations of temperature from the mean amount, year by year  
(Puławy 1872—1944).

Średnia wieloletnia temperatura powietrza w Puławach 7.8° C

1872	+1.9°	1880	+0.4°	1888	-1.1°
1873	+1.4°	1881	-0.9°	1889	-0.1°
1874	+0.9°	1882	+1.2°	1890	+0.4°
1875	-0.8°	1883	-0.4°	1891	-0.1°
1876	0.0°	1884	0.0°	1892	+0.1°
1877	0.0°	1885	+0.4°	1893	-0.8°
1878	+1.0°	1886	0.0°	1894	0.0°
1879	-0.8°	1887	-0.3	1895	-0.4°



1896	0.0°	1910	+0.8°	1931	-0.5°
1897	0.0°			1932	+0.3°
1898	+0.5°	1919	-1.1°	1933	-1.6°
1899	0.0°	1920	+0.1°	1934	+1.6°
1900	+0.4°	1921	+0.1°	1935	-0.2°
1901	+0.2°	1922	-1.3°	1936	+0.7°
1902	-1.5°	1923	+0.2°	1937	+0.7°
1903	+0.8°	1924	-0.9°	1938	+0.6°
1904	-0.6°	1925	+0.5°	1939	+0.5° <sup>1)</sup>
1905	+0.2°	1926	+0.5°	1940	-2.3°
1906	+0.5°	1927	-0.2°	1941	-1.7°
1907	-0.9°	1928	-1.3°	1942	-0.7° <sup>2)</sup>
1908	-0.9°	1929	-1.5°	1943	+0.4°
1909	-0.5°	1930	+0.7°		

<sup>1)</sup> Odchylenie obliczono na podstawie 11-to miesięcznej średniej z roku 1939.

<sup>2)</sup> Odchylenie, na podstawie 10-cio miesięcznej średniej z roku 1942.

### Tablica 5

#### Odchylenia rocznych sum opadów od średniej wieloletniej opadów w Puławach w okresie 1872 — 1918 (brak 1910 — 1918)

The oscillations of precipitations from the mean amount, year by year.

(Puławy 1872—1944).

#### Średnia wieloletnia opadów atmosferyczn. w Puławach 602.2 mm

1872	+119.9 mm	1894	-252.6 mm	1924	- 28.9 mm
1873	- 42.3 mm	1895	- 94.9 mm	1925	+ 15.0 mm
1874	-121.9 mm	1896	+ 25.4 mm	1926	+190.8 mm
1875	+166.0 mm	1897	+193.1 mm	1927	+ 9.1 mm
1876	+107.9 mm	1898	+ 46.9 mm	1928	- 65.2 mm
1877	+ 13.3 mm	1899	+119.5 mm	1929	- 9.6 mm
1878	- 30.2 mm	1900	- 2.9 mm	1930	- 34.1 mm
1879	+140.2 mm	1901	+ 26.6 mm	1931	- 32.2 mm
1880	+ 6.6 mm	1902	+ 9.6 mm	1932	-131.3 mm
1881	- 98.8 mm	1903	+ 82.9 mm	1933	- 3.8 mm
1882	+ 43.5 mm	1904	-164.7 mm	1934	+ 42.6 mm
1883	+ 61.2 mm	1905	- 31.4 mm	1935	+ 71.8 mm
1884	- 59.1 mm	1906	-127.6 mm	1936	- 65.5 mm
1885	- 33.7 mm	1907	-119.4 mm	1937	- 31.5 mm
1886	-100.0 mm	1908	- 45.3 mm	1938	+ 89.4 mm
1887	- 1.3 mm	1909	- 58.1 mm	1939	+ 18.9 mm
1888	+ 69.0 mm			1940	- 28.2 mm
1889	+ 60.6 mm	1919	+180.7 mm	1941	+ 81.4 mm
1890	- 59.4 mm	1920	- 90.7 mm	1942	-268.4 mm
1891	+106.5 mm	1921	-139.5 mm	1943	-142.9 mm
1892	-109.1 mm	1922	+ 22.4 mm	1944	+ 71.9 mm
1893	+ 66.0 mm	1923	- 57.9 mm		

## Tablica 6

**Średni przyrost roczny wyliczony z 9 lignogramów  
Pinus silvestris w Puławach**

The mean annual increase of *Pinus silvestris* at Puławy (1872—1944).

1872	1.38 mm	1897	2.12 mm	1921	1.45 mm
1873	1.29 mm	1898	<b>2.42 mm</b>	1922	1.36 mm
1874	1.48 mm	1899	2.16 mm	1923	1.45 mm
1875	1.65 mm	1900	2.18 mm	1924	1.53 mm
1876	1.91 mm	1901	2.12 mm	1925	1.54 mm
1877	2.00 mm	1902	2.29 mm	1926	1.68 mm
1878	1.99 mm	1903	2.30 mm	1927	1.80 mm
1879	2.22 mm	1904	2.27 mm	1928	1.95 mm
1880	2.19 mm	1905	1.94 mm	1929	1.55 mm
1881	2.10 mm	1906	1.80 mm	1930	1.47 mm
1882	1.88 mm	1907	1.72 mm	1931	1.47 mm
1883	1.85 mm	1908	1.52 mm	1932	1.43 mm
1884	1.93 mm	1909	1.70 mm	1933	1.62 mm
1885	1.99 mm	1910	1.52 mm	1934	1.60 mm
1886	1.87 mm	1911	1.42 mm	1935	1.81 mm
1887	1.82 mm	1912	1.41 mm	1936	1.64 mm
1888	1.70 mm	1913	1.52 mm	1937	1.46 mm
1889	1.75 mm	1914	1.68 mm	1938	1.37 mm
1890	1.65 mm	1915	1.59 mm	1939	1.39 mm
1891	1.58 mm	1916	1.45 mm	1940	1.00 mm
1892	1.92 mm	1917	1.69 mm	1941	0.83 mm
1893	2.24 mm	1918	1.57 mm	1942	0.74 mm
1894	2.32 mm	1919	1.47 mm	1943	0.69 mm
1895	2.06 mm	1920	1.52 mm	1944	<b>0.63 mm</b>
1896	2.08 mm				





SPIS TREŚCI  
TABLE OF CONTENTS

	strona page
Konrad Konior: Geologia okolicy Tarnowa . . . . .	1
The geology of the enviroment of Tarnów . . . . .	1
St. Bac, A. Malicki, St. Rogiński	
i T. Wszelaczyński: Ważniejsze pojęcia zwi- zane z występowaniem wód wglębnych . . . . .	63
Important notions connected with the appearance of sub- terranean waters , . . . . .	63
Alfred Jahn: Morfogeneza i wiek północnej krawędzi Podola	
w dorzeczu Ikwy . . . . .	103
Morphology and age of the northern Podolian Margin in the Ikwa - Basin . . . . .	103
Adam Malicki: Kras loessowy . . . . .	
The karst phenomena in the beds of loess . . . . .	131
Henryk Mitosek: Względne nadwyżki i niedobory ludno- ści rolniczej w woj. lubelskim . . . . .	
Relative surplusses and deficits of rural population in the palatinate of Lublin . . . . .	157
Włodzimierz Zinkiewicz: Badania nad wartością rocz- nego przyrostu drzew dla studiów wahań klimatycznych . . . . .	
Researches on the value of the annual increase of trees for studies of climatic oscillations . . . . .	177

