

Bronisław Jaroń.

Analiza pyłkowa interglacjału z Żydowszczyzny koło Grodna.

Pollenanalytische Untersuchung des Interglazials von Żydowszczyzna bei Grodno in Polen.

W r. 1925 prof. W. Szafer opracował paleobotanicznie osady jeziorne odsłonięte w głębokim parowie Żydowszczyzny i drogą analizy makroskopowej stwierdził bardzo bogatą florę kopalną. Rydzewski (1927), badając stosunki geologiczne nad Niemnem, zaliczył ten kompleks osadów do interglacjału *Masovien I*. Dopiero wycieczka Polskiego Towarzystwa Geologicznego pod kierunkiem prof. J. Nowaka, urządzona w czerwcu 1931 r. w okolicy Grodna stwierdziła, że warstwy jeziorne w Żydowszczyźnie wypełniają nieckowatą wkłęsłość, utworzoną z resztek czerwonej gliny morenowej zlodowacenia środkowopolskiego *Varsovien I*, i uznała, że należą do ostatniego interglacjału *Masovien II*. (Szafer 1931, str. 43, 1932, str. 4, Piech 1932, str. 68). Podczas wymienionej wycieczki prof. Szafer zebrał materiał do analizy pyłkowej z pokładów „dy“ i gytji, obejmujących cały okres międzylodowcowy, celem ustalenia zmian w roślinności lasu i określenia ilościowego, występujących rodzajów.

Za otrzymany materiał do pracy, oraz za cenne rady i wskazówki przy jej wykonaniu niech mi będzie wolno wyrazić głęboką wdzięczność p. prof. dr. Władysławowi Szaferowi.

I. Budowa geologiczna.

W profilu geologicznym w Żydowszczyźnie (ryc. 1), zawierającym kompleks osadów jeziornych, poddanych analizie, najniższą warstwą jest szara glina morenowa z głazami wieku *Cracovien*, która wznosi się do 35 metrów ponad poziom wód Niemna

(Szafer 1925, Rydzewski 1927 — str. 11). Na niej bezpośrednio leży czerwona morena *Varsovien I*, zbudowana z piasku gruboziarnistego i żwiru z głazami narzutowymi o grubości 0·15 m, której odpowiadają wiekiem sąsiednie kompleksy piasków, żwirów i zlepieńca, budujące warstwę na 13 m grubą. Następnie znajduje się warstewka mułku szaro-zielonego grubości 0·1 m, przechodząca w siwy ił wstęgowy o tej samej grubości. Na nim to spoczywają osady interglacjalnego jeziora, które w części dolnej są utworzone z czarnej „dy“ i gytji, osiągającej grubość 2·5 m, a wyżej z szarej gytji ilastej z wkładkami mułku i piasku mułkowego o miąższości 3·87 m. Nad gytją znajdują się osady czołowe zlodowacenia bałtyckiego *Varsovien II*, zbudowane z piasku żółtego i popielatego z wkładkami orsztynu i mułku, tworzące pokład gruby na 3·45 m. Ponad tą serją warstw leżą fluwjoglacjalne utwory, składające się z nieuwarstwionej gliny rdzawo-czerwonej z nielicznymi głazikami, powstałe przez spływy soliflukcji z wyżej położonych, sąsiednich wzniesień morenowych.

II. Opis warstw profilu.

Zmiany w strukturze osadów jeziornych z Żydowszczyzny pozwalają na wyróżnienie następujących warstw, zaznaczonych literami od A do N na diagramie pyłkowym:

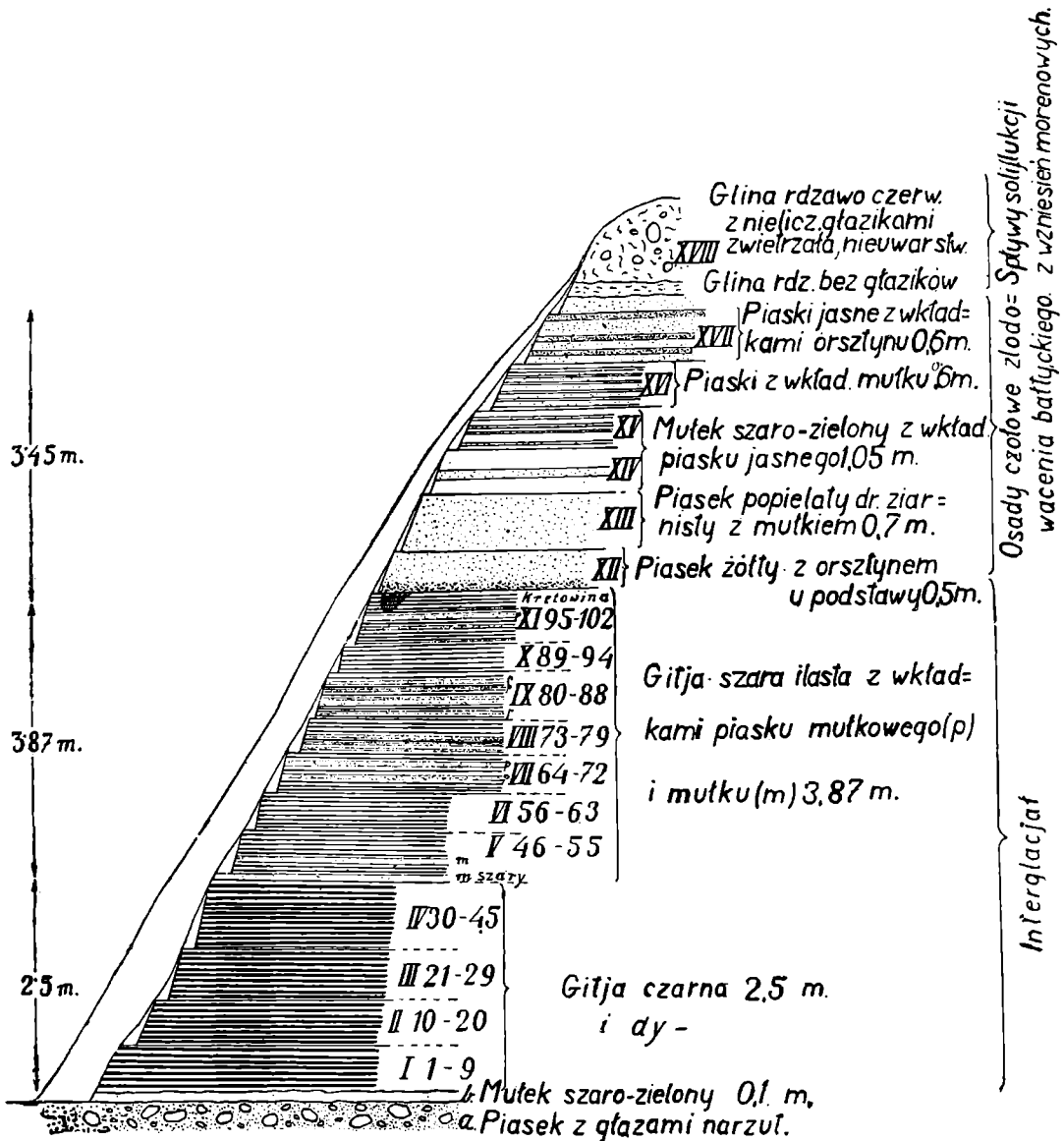
- A — (0·12 m) — Nr. próbki 1—2. — Siwy ił wstęgowany z domieszką piasku mułkowego zawiera nieliczne szczątki mchów i glony rodzaju *Pediastrum*.
- B — (0·24 m) — Nr. 3—6. — Ciemno-szara, piaszczysto-ilasta gytja z drobnymi ziarnkami miki. Pojawiają się obok glonu *Pediastrum* okrzemki.
- C — (0·72 m) — Nr. 7—18. — Stalowo-szara gytja z domieszką drobnoziarnistego piasku, obfitująca w okrzemki, z przewagą podklasy *Centricae*. W śladach występują resztki roślinnych organów *Carex* sp.
- D — (0·66) — Nr. 19—29. — Ciemny torf „dy“ z małą ilością drobnego piasku posiada mało *Pediastrum* i okrzemek.
- E — (0·60 m) — Nr. 30—39. — Czarna warstwa łupku rodzaju jeziornej „dy“, elastyczna, blaszkowato ułożona, z bardzo małą domieszką ziarek nawianego piasku. Tu znajdują się liczne owoce grabu (*Carpinus betulus*) i roślin wodnych (*Najas marina*, *N. flexilis*, *Potamogeton* sp. i resztki orzecha wodnego *Trapa natans*).

- F** — (0·36 m) — Nr. 40—45. — Brunatna gytja humusowa z detrytusem roślinnym zawiera bardzo wiele okrzemek, prawie wyłącznie z podklasy *Pennatae*.
- G** — (0·12 m) — 46—47. — Łupkowata, ciemno-czekoladowa warstwa „dy“ z małą ilością detrytusu roślinnego. Dość częste są jeszcze okrzemki.
- H** — (0·24 m) — Nr. 48—51. — Piaszczysty mułek szary, tworzący warstewkę, ze szczątkami wegetatywnych organów turzyc (*Carex* sp.).
- I** — (1·26 m) — Nr. 52—72. — Ciemno-szara gytja spoista z domieszką drobnego piasku mułkowego. Masowo występują resztki turzyc (*Carex* sp.).
- K** — (0·96 m) — Nr. 73—88. — Szara, ilasta gytja z wkładkami piasku mułkowego, zawiera drobne kawałki drewna, szczątki turzyc i wełnianki (*Eriophorum vaginatum*). Pojawiają się też glony rodzaju *Pediastrum*.
- L** — (0·66 m) — Nr. 89—99. — Jasno-szary ił piaszczysty, mało spoisty, z resztkami turzyc.
- M** — (0·12 m) — Nr. 100—101. — Ciemna, łupkowata warstwa „dy“ z drobnymi szczątkami roślin.
- N** — (0·06 m) — Nr. 102. — Szary ił piaszczysty przechodzi ku górze w piasek żółty z orszynem.

III. Analiza pyłkowa.

Materiał do analizy mikroskopowej został zebrany po odstąpieniu właściwych warstw wąwozu w Żydowszczyźnie, a próbki brane w odstępach co 6 cm zostały ponumerowane od dołu ku górze, osiągając liczbę 102, co w sumie równa się miąższości utworów jeziornych, wynoszącej przeszło 6 m. Próbkę opracowałem znaną metodą analizy pyłkowej, wprowadzonej przez L. von Posta, licząc z każdego poziomu po 200 pyłków, z wyjątkiem pierwszego, gdzie uzyskano tylko połowę tej wartości, gdyż ilość pyłków była minimalna. Naogół pyłki, chociaż trochę zniszczone, jednak zachowały się dosyć licznie w partjach łupkowej „dy“ i gytji, zaś w warstwach piaszczystych, zwłaszcza zamykających profil, bezwzględna ich ilość była o wiele mniejsza i musiało się więcej preperatów (mimo wirowania) przeliczyć, aby osiągnąć przyjętą za normę ilość pyłków.

W analizie pyłkowej wyróżniono szereg następujących rodzajów drzew i krzewów (zestawionych według ilości malejąco):



Ryc. 1. Profil interglacjału w Żydowszczyźnie pod Grodnem według zdjęcia J. Czarnockiego 1931.

Geol. Querschnitt v. Żydowszczyzna nach der Aufnahme J. Czarnocki 1931.

a) Sand mit Geröllen b) Grün-grauer Ton 0,1 m.

Das Interglazial: I—IV Schwarze Gyttya und Dy 2,5 m. V—XI Graue, lehmige Gyttya mit Tonsandeinlagen und Ton — 3,87 m.

Die Ablagerungen baltischer Vereisung: XII — Gelber Sand mit Ortstein an der Basis — 0,5 m. XIII — Aschgrauer feinkörniger Sand mit Ton — 0,7 m. XIV—XV. Grün-grauer Ton mit Einlage d. hellen Sandes — 1,05 m. XVI — Sand mit Toneinlagen — 0,6 m. XVII — Heller Sand mit Ortsteineinlagen — 0,6 m. Die Solifluktionsbildungen, entstanden aus den höher gelegenen Moränenhügeln. XVIII — Rostroter Lehm mit seltenen Geröllen, ungeschichtet.

Pinus, Alnus, Betula, Picea, Abies, Carpinus, Corylus, Salix, Quercus, Tilia, Larix i *Ulmus*, oraz niektóre rośliny zielne stwierdzone na podstawie pyłków, zarodników lub innych szczątków



Ryc. 2. Profil interglacjału w Żydowszczyźnie pod Grodnem.
Profil des Interglazials in Żydowszczyzna bei Grodno 1931.

Fot. Dr. L. Kowalski.

mikroskopowych. Załączona tablica III. przedstawia stosunki procentowe pyłków drzew i krzewów z poszczególnych poziomów, na podstawie których został wykreślony diagram (Tablica IV.). Choć przez analizę pyłkową otrzymuje się wiele istotnych składników lasu, to jednak niektóre drzewa z powodu różnych czynników nie odtwarzają rzeczywistego udziału w składzie ówczesnego lasu. Tak zwłaszcza pyłek modrzewia (*Larix*), o delikatnej budowie,

ulegającej łatwemu zniszczeniu, został tu stwierdzony wprawdzie w małych procentach, ale jednak tak dobrze był zachowany, że pozwalał na zupełnie dobre jego rozpoznanie, stosując wymiary i cechy morfologiczne podane przez G e r a s i m o w a (1930). Jednak na podstawie statystyki pyłków tego drzewa nie można sądzić o jego prawdziwym udziale w budowie lasu, gdyż istnieje duża rozbieżność między ilością zachowanego pyłku, a wynikami analizy makroskopowej, jak to wykazał prof. S z a f e r w badaniach interglacjału w Hamerni (1931, str. 33), opierając się na szczątkach kopalnego modrzewia. Należałoby więc przyjmować większą obfitość tego drzewa już w razie znikomej ilości pyłku zanotowanego w analizie.

Natomiast olcha zdobyła sobie wysoki stopień udziału w ówczesnym drzewostanie dzięki swoim lekkim i w wielkiej masie produkowanym pyłkom. Drzewo to charakterystyczne dla podmokłych polan musiało tworzyć skupienia w strefie przybrzeżnej dawnego jeziora, dowodem czego są spotykane przy przeliczeniu próbek w dolnej części, całe skupienia pyłków olchy, jakby pochodzące z jednego pylnika, jak również szczątki makroskopowe tego drzewa znalezione przez prof. S z a f e r a (1925).

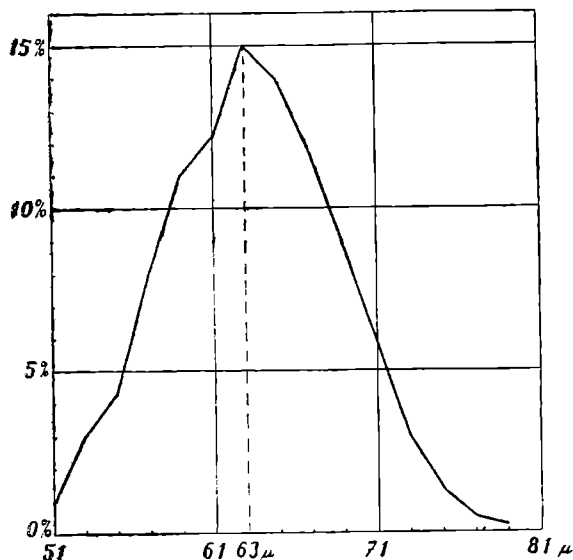
Celem dokładniejszego scharakteryzowania warunków klimatycznych, określiłem gatunki sosny i brzozy, stosując metodę biometryczną. Przy pomiarach pyłków sosny wzorowałem się na P. S t a r k u (1927) i H. H ö r m a n n i e (1929), przyjąłem za kryterjum dla wyróżnienia wielkość pyłku sosny, mierzoną wzdłuż jego długiej osi. Przeprowadzone pomiary obejmowały cztery miejsca badanego profilu, jak wskazuje załączona tabelka I, zawierająca wyniki, na podstawie których zostały graficznie przedstawione krzywe zmienności pyłku sosny (Rys. 3—5).

Krzywa (Ryc. 3), otrzymana z dolnej części profilu (próbki 1—7) drogą pomiarów 400 pyłków, posiada rozpiętość (od 51μ do 79μ), pokrywającą się według S t a r k a i H ö r m a n n a z rozpiętością kosodrzewiny i tylko jeden wierzchołek (63μ). Znaleziona średnia wielkości pyłków ($63,4\mu$) jest większa od każdej średniej dla sosny zwyczajnej, podawanej przez autorów (S t a r k $53,5\mu$, $55,7\mu$, O v e r b e c k $53,5\mu$, H ö r m a n n 61μ), a zbliża się do średnich kosodrzewiny (S t a r k $67,3\mu$, O v e r b e c k $64,2\mu$, H ö r m a n n 62μ , 65μ , 70μ). To wskazuje nam, że w materiale badanym mamy prawdopodobnie mieszaninę pyłków dwu gatunków sosny t. j. *Pinus silvestris* i *Pinus montana*. Okres nagłego

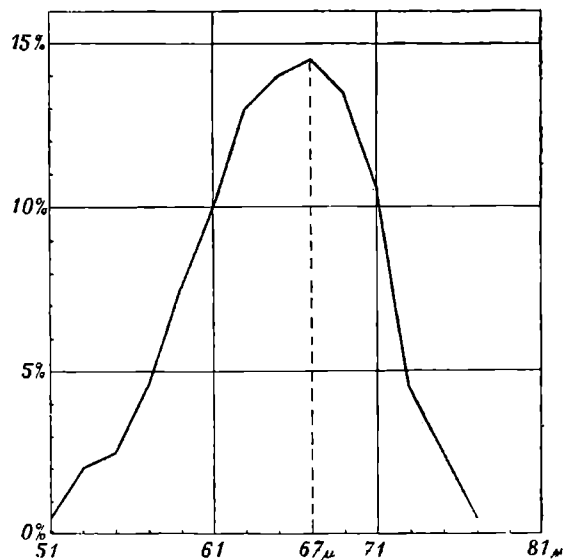
TABLICA (Tabelle) I.

	Nr. próbek Nr. den Proben	Ilość zmierzonych pyłków Pollenzahl	Podziałka i odpowiednie wartości w mikronach. Masstab und die entsprechenden Werte im Mikronen.																												Średnia Mittelwert			
																															Skala podziałki Teilstriche	μ		
			26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	71 μ	73 μ	75 μ	77 μ	79 μ	81 μ											
I.	1-7	400	1·0	3·0	4·3	8·0	11·0	12·2	15·0	14·0	11·7	9·0	5·8	3·0	1·3	0·5	0·2																31·7	63·4
II.	43-49	200	0·5	2·0	2·5	4·5	7·5	10·0	13·0	14·0	14·5	13·5	10·5	4·5	2·5	0·5																32·6	65·2	
III.	98-99	300		1·3	3·0	2·7	7·7	13·7	11·0	11·3	18·7	14·0	7·0	4·7	3·0	1·3	0·3	0·3														32·7	65·4	
IV.	101-102	300		0·7	1·6	4·0	7·3	10·7	8·0	9·7	16·3	15·7	11·3	6·7	3·3	2·7	1·7	0·3														33·3	66·6	

oziebnienia po panowaniu jodły (próbki 43—49) wykazał podobną krzywą (Ryc. 4) jednowierzchołkową (67μ) o tej samej rozpiętości, trochę przesuniętą w prawo, dla której średnia pomiarów wynosi 65.2μ , zawarta między średnimi kosówki Overbeca i Starka,



Ryc. 3.

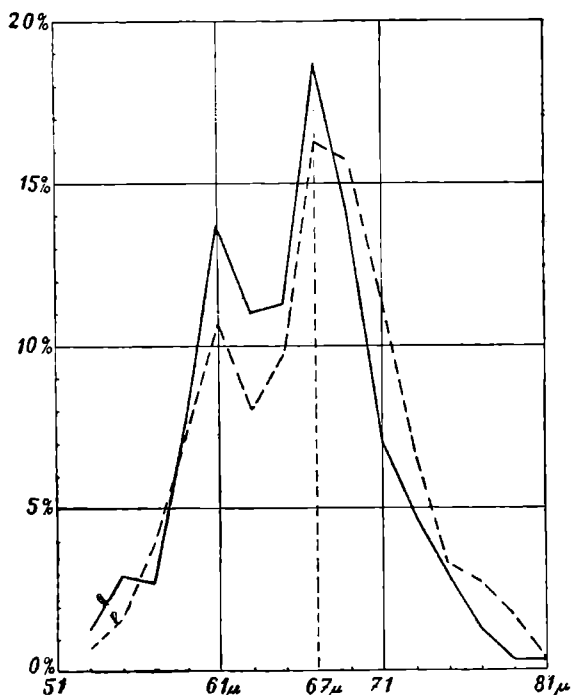


Ryc. 4.

a przypadająca już na średnie Hörmanna dla kosodrzewiny. Przesunięta na prawo średnia i wierzchołek pozwalają wnioskować, że w tym okresie w prawdopodobnej mieszance dwu gatunków sosen, miała nieznaczną przewagę kosodrzewina nad sosną zwyczajną.

W górnej części profilu dwie grupy pomiarów po 300 pyłków (III. próbki 98—99, IV. 101—102) dały charakterystyczne dwuwierzchołkowe krzywe (Ryc. 5) o rozpiętości posuniętej bardziej na prawo ($53—71\mu$). Wierzchołki ich przypadają na te same wymiary, a mianowicie niższe wierzchołki przy 61μ , dokładnie odpowiadają średniej wielkości sosny zwyczajnej według Hörmanna, a wyższe wierzchołki, mają wymiary 67μ i pokrywają się ze średnimi dla kosodrzewiny według Hörmanna, a bardzo mało się różnią od średniej Starka, 67.3μ . Wobec tego z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że w ostatniej części profilu złożyły pyłek dwa gatunki sosny t. j. *Pinus silvestris* i *Pinus montana* z dużą przewagą drugiej, szczególnie w ostatnim okresie, o czym też może świadczyć, należąca do niego największa średnia z wykonanych pomiarów.

Wyniki powyższych badań pozwalają na przypuszczenie, że oba gatunki sosny istniały w okolicy Żydowszczyzny w ostatnim interglacjale, tem samem wskazują, że kosodrzewina w czasie recesji lodowca zesłała na miejsca niżowe w daną okolicę, tak daleko wysuniętą ku północy od dzisiejszego jej zasięgu, dlatego też trudno jest dzisiaj wytyczyć drogę jej wędrówki. W czasie zbliżania się okresu cieplejszego zdobyła powoli przewagę sosna zwyczajna, a kosodrzewina zdołała przetrwać zapewne w niezbyt wielkiej ilości okres dla siebie niekorzystny, znajdując widocznie gdzieś blisko przynajmniej minimalne warunki ekologiczne po to, aby następnie w czasie oziębienia się klimatu t. j. w młodych warstwach znów wystąpić jako składnik przeważający w mieszaninie pyłków sosny.



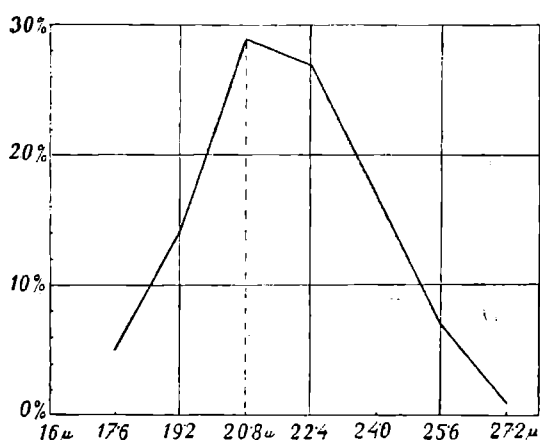
Ryc. 5.

Przy mierzeniu pyłków sosny spotkałem w najmłodszych trzech próbkach profilu teratologiczne pyłki sosny o trzech i czterech workach powietrznych. Worki są normalnej i mniej więcej równej wielkości, a tylko ziarno pyłku posiada zmieniony kształt, bardziej kulisty, szczególnie u trójworkowych, gdzie worki rozmieszczone są regularnie na obwodzie. Wymiary pyłków trójworkowych, których znalazłem sześć, wahają się w granicach od 66 do 72 μ, a czteroworkowych 8 okazów od 56—76 μ.

Odnosnie zaś do gatunków brzozy to pomiary z dolnej części profilu były już wykonane przez dr. J. Jentys-Szaferową (1929), wykazujące brzozę karłowatą, *Betula nana* L. z nieznaczną domieszką *Betula verrucosa* Ehrh. vel *B. humilis* Schrank, a w następnych młodszych poziomach też *Betula pubescens* Ehrh. vel *B. tortuosa*. Stosując tę metodę i wyniki powyższej pracy pomierzyłem brzozę w górnych warstwach w okresie jej panowania celem wykrycia też tutaj gatunków składowych tego rodzaju.

TABLICA (Tabelle) II.

Nr. próbek Nr. der Proben	Ilość pyłków Pollenzahl	Podziałka i odpowiednie wartości w mikronach. Masstab und die entsprechenden Werte in Mikronen.							Średnia Mittelwert	
		11	12	13	14	15	16	17	Skala podziałki Teilsstriche	μ
		17·6 μ	19·2 μ	20·8 μ	22·4 μ	24·0 μ	25·6 μ	27·2 μ		
95—97	200	5	14	29	27	17	7	1	13·62	21·79



Ryc. 6.

Na podstawie pomiarów pyłków brzozy otrzymałem krzywą (Ryc. 6) o rozpiętości od 17·6 μ do 27·2 μ, jaką mają *Betula verrucosa*, *B. humilis* i *B. pubescens*. Wierzchołek krzywej wypada na 20·8 μ blisko wierzchołka *Betula verrucosa* vel *humilis* (21·5 μ). Charakter tej krzywej, jak również średnia 21·79 μ, znajdująca się tuż obok średniej *Betula verrucosa* (21·45 μ) i *Betula humilis* (21·14—21·73 μ, J. Jen-

tys-Szaferowa 1929) wskazuje na mieszaninę tych dwu gatunków z bardzo małą domieszką *Betula pubescens*.

IV. Fazy leśne i ich warunki klimatyczne.

Jednolity i ciągły kompleks warstw jeziornych z Żydowszczyzny, osadzony w ciągu jednego, długiego okresu, pozwala na odzwierciedlenie sukcesji historycznej we florze w czasie całego interglacjału *Masovien II*, opartej na występowaniu, następcie, oraz procentowym nasileniu pewnych elementów florystycznych o charakterze klimaksowym. Zmiany szaty roślinnej musiały pozostawać w przyczynowym związku z różnymi czynnikami, przede wszystkim ze zmianami klimatycznymi, które jedynie mogły tak zupełnie zmieniać trwałe zespoły leśne; dlatego cykl rozwojowy flory umożliwił nam wyciągnięcie pewnych wniosków o warunkach klimatycznych tego okresu.

W całym profilu można wyróżnić pięć odrębnych faz florystycznych w związku ze zmianami klimatu.

I. Faza lasu brzozowego, obejmująca 1 i 2 poziom w spągu profilu, reprezentowana jest przez następujące rodzaje, wyrażone w średnim procencie pyłków:

1. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	61·75%
2. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	29·75%
3. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	5·00%
4. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	3·50%
	<hr/>
	100—%

Po ustąpieniu lodowca, skoro tylko stosunki klimatyczne pozwoliły na to, brzoza zajęła bezleśną tundrę i panowała w składzie ówczesnego o słabym zwarciu lasu, najpierw jako gatunek arktyczny, *Betula nana*, później w miarę polepszania się klimatu zmieszany z *Betula tortuosa*, *B. verrucosa*, vel *humilis* (J. Jentys-Szaferowa 1929), a rzadko też jako typ *Betula „alba“* (Szafer 1925). Towarzyszącym pionierem lasu była prawdopodobnie kosówka (*Pinus montana*) wraz z sosną zwyczajną (*Pinus silvestris*), a na miejscach mokrych występowała w małej ilości olcha (*Alnus*) i krzewiaste wierzby (*Salix Lapponum*, S. cf. *livida*, Szafer 1925). Wśród tej roślinności rosła paproć *Athyrium filix femina*, widłaki *Lycopodium* sp. i wrzosowate (*Ericaceae*), a gdzieś niedługo torfowiec (*Sphagnum* sp.) tworzył poduszki.

Mała ilość składników flory leśnej, a następnie obecność elementów niewybrednych, odpornych, o charakterze zimnym i dużej amplitudzie wyżycia, wskazują, że klimat tego okresu był zimny i dość suchy, przypominający dziś warunki panujące w płn. Europie w pobliżu polarnej granicy lasu. Prof. Szafer dla tej fazy przyjmuje przeciętną temperaturę miesięcy letnich 8° C.

II. Faza lasu świerkowego, przypadająca na warstwy od 3—28 próbki, przynosi duże zmiany w składzie florystycznym, który w przeciętnych procentach przedstawia się następująco:

1. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	37·40%
2. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	28·00%
3. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	18·67%
4. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	10·72%

5. Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	1 70 ⁰ / ₀	} <i>Quercetum mixtum</i> 3·67 ⁰ / ₀
6. Lipa wielkolistna (<i>Tilia platyphyllos</i>)	0·23 ⁰ / ₀	
7. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	1·27 ⁰ / ₀	
8. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·47 ⁰ / ₀	
9. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	0·47 ⁰ / ₀	
10. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	0·40 ⁰ / ₀	
11. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	0·40 ⁰ / ₀	
12. Grab <i>Carpinus</i> sp.)	0·27 ⁰ / ₀	
	100·— ⁰ / ₀	
Leszczyna (<i>Corylus avellana</i>)	2·34 ⁰ / ₀	

Teraz na teren zajęty przez brzozę i sosnę wdzierał się świerk i olcha całymi skupieniami na miejsca wilgotne, korzystając z odpowiednich warunków klimatycznych wypierały stopniowo brzozę, występującą teraz w gatunkach *Betula verrucosa* i *B. pubescens*, a nawet sosnę usunęły na plan drugi i zapanowały w składzie ówczesnego lasu. Szczególnie świerk miał możność w krótkim czasie stać się przeważającym elementem. Domieszkę tych głównych rodzajów stanowił modrzew zapewne w znaczniejszej ilości, niż na to wskazuje udział procentowy tego drzewa. Olcha prawdopodobnie rozprzestrzeniła się masowo w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora, na torfowiskach leśnych, brzegach i błotach, gdzie wilgotność gleby wielu konkurentów wyklucza. Ponieważ brzoza w tym samym czasie też występuje jeszcze w dość znacznym procencie, musiała tworzyć na innych sobie odpowiednich miejscach skupienia. W ten sposób te dwa rodzaje drzew, będąc w pobliżu wody, wywarły wpływ na obraz roślinności. W tym czasie las wzbogacał się w gatunki o wyższych wymaganiach życiowych. Po raz pierwszy zjawiają się składniki lasu typu *Quercetum mixtum*, które występują w małej ilości w lesie świerkowym lub, co więcej prawdopodobne, że jako drzewa światłolubne tworzą w okolicy małe skupienia, w których najobficiej reprezentowane są lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill.) i dąb obok wiązu i lipy wielkolistnej (*Tilia platyphyllos* Scop.); teraz też ukazują się w małej ilości i sporadycznie, widocznie przywiane z daleka jodła i grab.

W podszyciu lasów występowały rzadkie skupienia krzaków leszczyny i wierzby; wśród nich rosły paprocie *Athyrium filix femina* w dużej ilości, *Aspidium filix mas*, widłaki *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. inundatum* i inne. Bagniste brzegi jeziorne były porośnięte roślinami z rodziny wrzosowatych, obok

tworzyły się torfowiska o charakterze wysokim, na co wskazują szczątki i obfite zarodniki torfowca (*Sphagnum*). Zaś w wodzie jeziornej rozwijają się dobrze okrzemki z grupy *Centricae* i glony rodzaju *Pediastrum*.

Zmiana w składzie flory tego okresu wskazuje na pewne, powolne polepszanie się klimatu i na jego większą wilgotność, niż w okresie poprzednim, a o większej ilości opadów świadczą dobrze rozwijające się torfowce. Wilgotność chłodnego klimatu sprzyja tak wczesnemu pojawieniu się i rozprzestrzenieniu świerka, zatamowała rozwój składników mieszanego lasu dębowego i leszczyny, a może tylko przyczyniło się do tego zabagnienie terenu, gdzie nie mogły te gatunki utworzyć zwartego zespołu ze względu na konkurencję z olchą. Wysoki procent olchy potwierdza wilgotność klimatu i wskazuje na lokalne własności stanowiska. Świerk, jako składnik charakteryzujący tę fazę o przewadze drzew szpilkowych (59·64%), wymaga kontynentalnego klimatu o długich i ostrych zimach, jaki panuje w dzisiejszej płn. Rosji w strefie lasów szpilkowych. Zaś elementy termofilne wskazują na pewne podniesienie się temperatury. Można więc określić klimat tej fazy jako dość chłodny o charakterze wilgotnym.

III. Faza lasu jodłowo-grabowego posiada złożone pyłki drzew i krzewów w poziomach od 29—38, które w przeciętnych procentach przedstawiają się co do ilości w następującym porządku:

1. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	31·93%	
2. Grab (<i>Carpinus</i> sp.)	20·71%	
3. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	18·10%	
4. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	11·00%	
5. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	8·69%	} <i>Quercetum</i> <i>mixtum</i> 10·05%
6. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·60%	
7. Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	0·49%	
8. Lipa wielkolistna (<i>Tilia platyphyllos</i>)	0·27%	
9. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	6·71%	
10. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	1·50%	
	<hr/>	
	100·—%	
Leszczyna (<i>Corylus avellana</i>)	10·60%	

W tym okresie skład lasu w okolicach Żydowszczyzny uległ gruntownej przemianie, mianowicie jodła, a także zaraz za nią

grab, reprezentowane dotychczas w małych ilościach, rozwijają się nagle kosztem świerka, wypierając go, tworzą duże skupienia i stają się głównymi, naprzemian panującymi składnikami flory leśnej. Towarzyszyły im w budowie lasu cis (*Taxus baccata* L.) i klon (*Acer platanoides* L.) stwierdzone makroskopowo przez prof. Szafera (1925, str. 10). Wreszcie teraz dochodzi do najlepszego rozwoju las typu *Quercetum mixtum*, który korzystając z optimum klimatycznego interglacjału, stanowi dość duży udział w składzie panującego lasu.

Prawdopodobnie lasy były ugrupowane w ten sposób, że w jednych miejscach miały przewagę ilościową głównie drzewa szpilkowe jak jodła i cis, zaś na innych sobie odpowiednich grab z klonem i mieszany las dębowy tworzyły odosobnione skupienia. Dość znaczną domieszkę w dalszym ciągu stanowi olcha, mając dobre warunki wyżycia na miejscach wilgotnych. Znamienną cechą tej fazy jest obniżenie się do minimum ilości brzozy i świerka, a także sosny, która dopiero w drugiej połowie tego okresu wraz ze świerkiem staje się stopniowo liczniejszym elementem w lesie, i co ważniejsze, że następuje zniknięcie takich składników, jak modrzew i wierzba. W podszyciu znajduje się leszczyna w pierwszej połowie obficie, później równoległe z dębowym lasem mieszanym wycofuje się prawie zupełnie. Obok niej częste są paprocie: *Athyrium filix femina*, *Aspidium filix mas*, *Cystopteris fragilis*, ku końcowi tej fazy widłaki: *Lycopodium clavatum*, *L. inundatum*, i wrzosowate. Torfowisko zaś zostało zatamowane w swoim rozwoju, o czym świadczy prawie zupełny brak zarodników torfowca (*Sphagnum* sp.), natomiast znajdujemy nieliczne szczątki organów wegetatywnych turzyc (*Carex* sp.). Zbiorniki wodne żywiły teraz bogatą roślinność, mającą dość znaczne wymagania termiczne. Potwierdzają to idjoblasty grzybieniotowych (*Nymphaeaceae*), owoce wrzeczników (*Potamogeton* sp.), jezierzki (*Najas flexilis* i *N. marina*), resztki orzecha wodnego (*Trapa natans*), włoski rogiatka (*Ceratophyllum demersum*), pyłki wywłócznika (*Myriophyllum alterniflorum*) i pałki wodnej (*Typha* sp.). Z poziomów odpowiadających pierwszemu maksimum jodły z dużym udziałem grabu, opisał prof. Szafer obfitą ciepłą florę wodną z kotewką (*Trapa natans* var. *muzzanensis*, 1925, tab. I.—3).

Przewodnie elementy lasu przedewszystkiem odtwarzają warunki klimatyczne. Jodła, posiadająca najwyższe wymagania ter-

miczne, pozwoli na ich scharakteryzowanie. Według Kirchnera wymaga ona średniej temperatury zimy od -4° do -6° C, średniej stycznia -4.5° do -6.5° C, przy minimum -27° C, średniej miesięcy letnich około 15° C i średniej rocznej 5° C. Amplituda wyżycia wynosi około 39° C. Prócz tej łagodnej temperatury występowanie jej jest uwarunkowane jeszcze wielkim stopniem wilgotności powietrza i wielką wrażliwością na przymrozki, które niekiedy mogą ją obezwładnić na długi okres lub zupełnie zniszczyć. Taki fakt związany jeszcze z walką gatunków mógł zajść w okolicach Żydowszczyzny, gdy dominowanie jodły zostało przerwane przez wystąpienie graba. Drzewo to bardziej wytrzymałe na przymrozki, chociaż średnie temperatury wyżycia posiada zbliżone do danych jodły; tak średnia temperatury zimy nie może być niższa od -3.8° C, wiosny od 4.5° C, jesieni 6.8° C, a średnia roczna wynosi 6° C. Również, mógł silny mróz zniszczyć zarówno jodłę jak i graba, jednak grab zyskał najpierw przewagę, ponieważ łatwiej odbija i szybciej tworzy kwiaty, natomiast jodła ma mniejszą zdolność odradzania się i czyni to powoli, ale gdy już rozwinęła się, to zapanowała nad swym konkurentem. Łagodną temperaturę potwierdzają jeszcze elementy składowe mieszanego lasu dębowego z leszczyną dość obficie rozwijającą się, i bogata flora wodna o dużych wymaganiach termicznych.

W tem optimum termicznym okresu międzylodowcowego można określić klimat, jako łagodny o dość wysokiej ciepłocie i wilgotności powietrza, który w przybliżeniu mógłby odpowiadać dzisiaj trochę wprawdzie gorszemu klimatowi puszczy Białowieskiej.

IV. Faza lasu sosnowego obejmuje największą część profilu, bo serję warstw od l. 39—92, jednak wykazując pewne zmiany w swoim składzie, szczególnie w początkowych poziomach, umożliwiła wydzielenie 3-ch podokresów oddzielnie scharakteryzowanych.

IV a. Podokres lasu sosnowo-świerkowego, przypadający na 5 pierwszych poziomów wyróżnia się następującym składem drzew i krzewów:

1. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	47.48%
2. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	14.74%
3. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	12.56%
4. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	10.56%
5. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	9.10%

6. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	1·92 ⁰ / ₀	} <i>Quercetum</i> <i>mixtum</i> 2·32 ⁰ / ₀
7. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·20 ⁰ / ₀	
8. Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	0·10 ⁰ / ₀	
9. Lipa wielkolistna (<i>Tilia platyphyllos</i>)	0·10 ⁰ / ₀	
10. Grab (<i>Carpinus</i> sp.)	2·24 ⁰ / ₀	
11. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	0·70 ⁰ / ₀	
12. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	0·30 ⁰ / ₀	
	<hr/>	
	100·— ⁰ / ₀	
Leszczyna (<i>Corylus avellana</i>)	0·82 ⁰ / ₀	

W ciągu tego podokresu przejściowego lasy jodłowe powoli ustępują, a teren zdobywa sosna, która osiąga wkrótce wysokie procenty i staje się odtąd na czas długi typem panującym. Korzystając z wilgotności dobrze również rozwija się świerk i stanowi ważny, drugi element składowy lasu; obok niego rozszerzają się też rodzaje o charakterze zimnym, jak brzoza, w mniejszym stopniu modrzew i wierzba, nieobecne w poprzedniej fazie. Liściaste drzewa termofilne miały nieznaczny udział w składzie lasu i zjawiają się tylko sporadycznie jak wiąz i lipy; z krzewów leszczyna wycofuje się zupełnie z naszych terenów na dłuższy okres czasu.

W rzadkiem podszyciu z wierzb i leszczyny rosły paprocie: *Athyrium filix femina*, *Aspidium filix mas*, widłaki: *Lycopodium clavatum*, *L. inundatum*, i rośliny z rodziny wrzosowatych. Torfowisko wysokie po swej przerwie w poprzedniej fazie zaczyna się dobrze rozwijać w sąsiedztwie jeziora, o czym świadczą liczne zarodniki torfowca. Flora wodna zubożała, spotyka się jeszcze wywłóczniki (*Myriophyllum alterniflorum*), natomiast bogato rozwinęła się mikroflora, mianowicie okrzemki z grupy *Pennatae*. Wycofanie się drzew o większych wymaganiach termicznych, następnie szerokie rozprzestrzenienie sosny ze świerkiem i brzozą, wskazuje, że klimat, umiarkowany o charakterze oceanicznym poprzedniej fazy, stawał się chłodniejszy i tracił niewiele na swej wilgotności, stanowiąc w ten sposób przejście do następnego zimnego okresu.

IV b. Podokres lasu sosnowo-brzozowego — obejmujący 5 poziomów (44—48), cechuje się następującym udziałem elementów leśnych:

1. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	61·8 ⁰ / ₀
2. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	17·2 ⁰ / ₀
3. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	7·4 ⁰ / ₀

4. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	6·3%	
5. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	2·5%	
6. Grab (<i>Carpinus</i> sp.)	1·6%	
7. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	1·4%	
8. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	1·0%	} <i>Quercetum</i> <i>mixtum</i> 1·1% (niekompletne)
9. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·1%	
10. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	0·7%	
	100·0%	

Sosna, posiadając wielką zdolność przystosowania się do rozmaitych czynników edaficznych i klimatycznych, zdobywa sobie teraz wielką przewagę liczebną w budowie lasu. Według robionych pomiarów pyłków jest reprezentowana przez mieszaninę gatunków *Pinus montana* i *P. silvestris*. Na miejsce świerka wdziera się w las sosnowy brzoza z dobrze rozwijającym się modrzewiem i wierzbą; te rodzaje usuwają olchę, jodłę, graba i dęba na ostatni plan, a eliminują z naszych terenów lipy i wiąza, którym zepsucie klimatu nie sprzyja w rozwoju. W lesie częste są paprocie: *Athyrium filix femina*, *Aspidium filix mas*, widłaki: *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, i rośliny z rodziny wrzosowatych. Torfowisko sfagnowe zupełnie, dobrze się rozwija, a mikroflora wodna, złożona z okrzemek z przewagą podklasy *Pennatae*, staje się mniej liczna.

Zubożenie lasu i panowanie drzew o szerokiej amplitudzie wymagań biologicznych świadczy o klimacie zimnym, zbliżonym do klimatu strefy lasów szpilkowych płn. Europy, a przyczyną tego oziębienia było prawdopodobnie zbliżenie się odległego lodowca, który wkrótce cofnął się ku północy, powodując polepszenie się klimatu.

IVc. Podokres lasu sosnowego z jodłą i świerkiem zawiera największą część profilu, bo serię poziomów od 49 do 92, z których przeciętne procenty pyłków przedstawiają się następująco:

1. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	46·00%
2. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	14·23%
3. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	10·91%
4. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	10·88%
5. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	10·15%

6. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	2·34%	} <i>Quercetum</i> <i>mixtum</i> 2·74%
7. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·25%	
8. Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	0·09%	
9. Lipa wielkolistna (<i>Tilia platyphyllos</i>)	0·06%	
10. Grab (<i>Carpinus</i> sp.)	2·47%	
11. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	2·24%	
12. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	0·38%	
	<hr/>	
	100·—%	
Leszczyna (<i>Corylus avellana</i>)	1·9%	

Polepszający się klimat wpływa stopniowo na zmianę flory leśnej, która wkrótce ustala się. Głównymi składnikami panującego drzewostanu sosnowego stają się jodła i świerk, obok nich zatrzymują też duże procenty brzoza i olcha; podrzędną zaś rolę w lesie odgrywają dąb i grab ze zjawiającymi się sporadycznie wiązem i lipami. Panującym więc typem lasu był mieszany las z wielką przewagą drzew szpilkowych, szczególnie sosny ze znaczną domieszką jodły i świerka, a z małym udziałem drzew liściastych.

W podszyciu pojawiła się z powrotem leszczyna obok wierzby, rozwijającej się obficie w młodszej części okresu. Towarzyszyły im liczne paprocie: *Athyrium filix femina*, *Aspidium filix mas*, *A. cristatum*, *Pteridium aquilinum*, *Cystopteris fragilis*, *Botrychium* sp., widłaki: *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. inundatum*; ukazuje się też wrzos (*Calluna vulgaris*) i inne rodzaje z tej rodziny w dużej ilości. Torfowisko wysokie dalej dobrze się rozwija, również tworzą się torfowiska niskie z bogatą florą turzyc (*Carex* sp.) i wełnianką (*Eriophorum vaginatum*). W wodzie znajdowały się: wywłóczniki (*Myriophyllum spicatum*), glon *Pediastrum* sp. i rzadko okrzemki.

Temu okresowi odpowiada klimat chłodny i trochę wilgotny, o czym świadczy ponowne wystąpienie, na drugie miejsce w składzie lasu, jodły i świerka, jak również ciągły choć nieznaczny udział drzew liściastych o wyższych wymaganiach termicznych. Ówczesny klimat przypominałby mniej więcej warunki klimatyczne, panujące w obszarze puszczy Białowieskiej.

V. Faza lasu brzozowo-sosnowego uwydatnia się przez ostateczne ustąpienie elementów ciepłych i przez rozwój tylko niewielu gatunków o małych wymaganiach życiowych. Ze względu na zmianę panujących drzew można podzielić tę fazę na 2 podokresy, które osobno zostaną opisane.

V a. Podokres lasu brzozowego przypada na poziomy od 93—97, a skład procentowy pyłków wygląda następująco:

1. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	60·7%	
2. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	14·9%	
3. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	13·0%	
4. Olcha (<i>Alnus</i> sp.)	9·3%	
5. Jodła (<i>Abies</i> sp.)	1·0%	
6. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	0·5%	
7. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	0·2%	
8. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	0·2%	} <i>Quercetnm</i> <i>mixtum</i> 0·4% (niekompletne)
9. Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	0·1%	
10. Wiąz (<i>Ulmus</i> sp.)	0·1%	
	100·0%	

W składzie lasu zapanowała bezwzględnie brzoza, należąca głównie, jak wykazują pomiary wielkości pyłków (Ryc. 6), do gatunków *Betula verrucosa* i *B. humilis*, z nieznacznym udziałem sosny i stosunkowo dużą ilością wierzby, na którą zapewne składały się gatunki drzewiaste i krzewiaste, a olcha występowała, jako nieznaczną domieszka tych lasów. Inne drzewa występują tylko pojedynczo, jak modrzew lub świerk, reszta wycofała się z tych terenów, a pyłki ich, pojawiające się w znikomej ilości, zostają zapewne przywiane z dalekiej odległości. W lesie trafiają się paprocie: *Athyrium filix femina*, *Pteridium aquilinum*, i wrzosowiska, a torfowiska wysokie ze *Sphagnum* sp. jeszcze istnieje w dalszym ciągu.

Klimat tego podokresu, żywiący taki skład flory, musiał być zimny, a warunki życiowe nie tylko dla świerka stały się zgubne, ale także dla olchy i sosny były niezbyt odpowiednie, mimo ich dużej rozpiętości życiowej. Protegowanie zaś brzozy świadczyłoby o wilgotności powietrza, bowiem według Andersona (1914) brzoza tworzy arktyczną granicę lasu tam, gdzie są większe opady atmosferyczne i większa wilgotność powietrza od okolic, gdzie tworzą ją drzewa szpilkowe, przy tych więc warunkach jest wytrzymalszą na działanie niskiej temperatury. Klimat winien być w tej fazie zimny o charakterze wilgotnym i zbliżony do tego, jaki istnieje na granicy lasów w Skandynawji i na półwyspie Kola.

V b. Podokres lasu sosnowego, przypadający na ostat-

nie; najmłodsze 5 poziomów (98—102) profilu, obejmuje następujące drzewa i krzewy:

1. Sosna (<i>Pinus</i> sp.)	57·0%
2. Brzoza (<i>Betula</i> sp.)	29·8%
3. Wierzba (<i>Salix</i> sp.)	8·3%
4. Świerk (<i>Picea</i> sp.)	1·9%
5. Olcha (<i>Alnus</i> sp.) . . .	1·7%
6. Modrzew (<i>Larix</i> sp.)	1·8%
7. Jodła (<i>Abies</i> sp.) . . .	0·4%
8. Dąb (<i>Quercus</i> sp.)	0·1%
	<hr/>
	100·0%

Stosunek panujących składników lasu poprzedniego podokresu uległ odwróceniu i sosna, reprezentowana przeważnie przez kósówkę (*Pinus montana*) obok sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris*, ryc. 5), stała się budującym składnikiem lasu z dużą domieszką brzozy i mniejszą wierzby; sporadycznie ukazuje się modrzew, w znikomych ilościach świerk i olcha, a pyłki jodły i dębu zostały przywiane z okolic odległych od Żydowszczyzny. W lesie trafiają się bardzo rzadko paprocie: *Athyrium filix femina*, *Aspidium* sp., *Polypodium* sp. i widłaki (*Lycopodium clavatum* i inne); we wodzie znajduje się glon *Pediastrum* sp., *Typha* sp. na błotnistych brzegach jeziora.

Oziębiał się coraz bardziej klimat i ustępująca wilgotność protegują sosnę, która stała się ku końcowi wyłącznym prawie składnikiem lasu. Klimat był zimniejszy i kontynentalny, jaki mniej więcej istnieje w strefie lasów szpilkowych przyarktycznych w Rosji płn. Silne wahnienia końcowe ilości procentowych pyłków drzew i zaburzenia wywołane w składzie lasu świadczą o nagłych zmianach klimatu, które zapowiadają transgresję ostatniego zlodowacenia.

Streszczając wyniki analizy pyłkowej utworów jeziornych z Żydowszczyzny, widzimy, że zmiany, zachodzące we florze, pozwoliły na wyróżnienie 5 faz klimatycznych, jakie odbywały się w okolicy Grodna w ciągu ostatniego okresu międzylodowcowego. Również analiza wykazała, że warstwy jeziorne obejmują pełną serję interglacjalną *Masovien II*, ponieważ są zamknięte w spągu i stropie przez florę subarktyczną, co również wynika z porównania z ostatnim interglacjalnym w półn. zach. Europie. Na podstawie powyższych rozważań stratygrafia ostatniego okresu międzylodowcowego w Żydowszczyźnie przedstawia się następująco:

Okres	Faza	Piętra florystyczne	Charakter klimatu	Piętra (Jessen i Mithers)
III. I n t e r g l a c j a a ł M a s o v i e n II.	I.	α. — Karłowate brzozy i wierzby (<i>Betula nana</i> , <i>B. tortuosa</i> vel <i>humilis</i> , <i>Salix Lapponum</i> , <i>S. cf. livida</i>) z <i>Pinus montana</i> , <i>P. silvestris</i> i <i>Alnus</i> .	Klimat zimny i suchy, jak w pobliżu polarnej granicy lasów płn. Europy.	b
	II.	β. — Lasy szpilkowe i liściaste mikrotermiczne (<i>Picea</i> sp., <i>Pinus</i> sp., <i>Larix</i> sp., <i>Alnus</i> sp., <i>Betula verrucosa</i> i <i>B. pubescens</i>) z małą domieszką elementów ciepłych (<i>Tilia cordata</i> , <i>T. platyphyllos</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Ulmus</i> sp., <i>Abies</i> sp. i <i>Carpinus</i> sp.).	Klimat leśny dość chłodny o charakterze wilgotnym.	c—e
	III.	γ. — Przewaga liściastych. Panuje jodła (<i>Abies</i> sp.) i grab (<i>Carpinus</i> sp.). Maksyma rozwoju <i>Quercetum mixtum</i> z leszczyną. Cis (<i>Taxus</i> sp.) i klon (<i>Acer platanoides</i>). Bogata flora wodna (<i>Trapa natans</i> , <i>Najas flexilis</i> , <i>N. marina</i> , <i>Potamogeton</i> sp. i <i>Nymphaeaceae</i>).	Klimat leśny ciepły o zdecydowanie wilgotnym charakterze, łagodniejszy jak w puszczy Białowieskiej (Optimum termiczne).	f—g
	IV a.	δ. — Lasy szpilkowe, sosnowo-świerkowe z domieszką jodły, modrzewia i brzozy. Mała ilość elementów ciepłych. Bogaty rozwój okrzemek z podklasy <i>Pennatae</i> .	Klimat leśny chłodny, dość wilgotny, coraz bardziej oziębially się.	h—i
	IV b.	ε. — Zimne lasy sosnowo-brzozowe (<i>Pinus montana</i> i <i>P. silvestris</i>) z świerkiem i modrzewiem. Zanik drzew termofilnych. We wodzie okrzemki z podklasy <i>Pennatae</i> .	Klimat leśny zimny, jak w strefie lasów szpilkowych płn. Europy.	k
	IV c.	ξ. — Mieszane lasy szpilkowe z przewagą sosny i domieszką jodły, świerka modrzewia, brzozy i olchy. Mała ilość <i>Quercetum mixtum</i> . Flora wodna uboga.	Klimat leśny chłodny, wilgotny, gorszy jak w puszczy Białowieskiej.	l
	V a.	η. — Zimne lasy brzozowe (<i>Betula verrucosa</i> vel. <i>humilis</i>) z wierzbą i sosną. Zanik liściastych z typu <i>Quercetum mixtum</i> i jodły ze świerkiem.	Klimat leśny zimny i dość wilgotny jak przy granicy lasu w Skandynawji.	m
	V b.	θ. — Zimne bory sosnowe (<i>Pinus montana</i> , <i>P. silvestris</i>) z brzozą i wierzbą. Zanik innych składników lasu.	Klimat leśny zimny i kontynentalny, odpowiadający strefie lasów szpilkowych, przyarktycznych w Rosji płn.	n

V. Interglacjał w Żydowszczyźnie w porównaniu z innymi częściami Europy środkowej oraz Danji.

W ostatnich latach w Polsce zostały bliżej zbadane i poddane rewizji fakty geologiczne, dotyczące kilku wątpliwych, młodszych flor interglacialnych, które zgodnie z wynikami badań paleobotanicznych posłużyły do dokładnego określenia ich wieku. Jednak dotychczas na terenie Polski zaledwie w kilku miejscach zostały znalezione i opisane pokłady z florą kopalną, pochodzące z najmłodszego okresu międzylodowcowego *Masovien II*. Tu zostały zaliczone obok Żydowszczyzny interglacjały z Szeląga koło Poznania, z Żoliborza w Warszawie i z Cimoszkowicz koło Nowogródka (Piech. 1932, str. 63—73). Jeśli chodzi o ostatnią miejscowość, to analiza pyłkowa oraz opracowanie stratygraficzne kompleksów torfów dolnych i górnych, wyjaśnią bliżej wątpliwy wiek i następstwo występującej roślinności.

Flora kopalna, opisana w pozostałych dwu interglacjałach, nie obejmuje całego okresu międzylodowcowego. W Szelągu (Szafer W. i Treła J. 1928), który zawiera część górną warstw od optimum klimatycznego, występują fazy lasów liściastych i lasów mieszanych z przewagą sosny. Flora zaś w Żoliborzu (J. Raniecka 1930) przedstawia tylko fragmentaryczne wiadomości z pełnego cyklu rozwojowego, z powodu małej ilości rzadko zebranych próbek i niedokładnego określenia ich głębokości w warstwach geologicznych, co mogło wpłynąć na nieujawnienie się niektórych, ważnych zmian, a może nawet okresów florystycznych.

Przy opracowaniu torfowisk w płn. części Polesia napotkano dwa profile t. j. z Jaglewicz (Kulczyński St. 1930) i z Leonowicz (Dąbkowska I. 1932), które w dolnych warstwach posiadają ślady ostatniego interglacjału. W Jaglewiczach poniżej postglacialnej flory występuje ciepły okres lasu mieszanego, w skład którego wchodzi: jodła (10%), olcha (6%), świerk (5%), dąb, lipy i leszczyna. W Leonowiczach pod resztkami rozmytej moreny bałtyckiego zlodowacenia widzimy podobny skład flory, który stopniowo ku górze przechodzi w poziom sosnowo-brzozowy z wierzbą. Po tym okresie bezpośrednio rozwija się torfowisko. Dolny poziom jodłowy i następny sosnowo-brzozowy odpowiadają swoim składem flor fazom końcowym z Żydowszczyzny. Profile poleskie, chociaż zawierają małe tylko odcinki interglacjału, jednak

posiadają ważne znaczenie przez swoją ciągłość florystyczną, przy przejściu z ostatniego okresu międzylodowcowego do postglacjału.

Na podstawie nielicznej ilości flor kopalnych, znalezionych w Polsce, nie mogłem stwierdzić, że zmiany we florze i klimacie okolic Żydowszczyzny także charakteryzują florę i ówczesny klimat płn. Polski. Jednak dokładne i oparte na bogatym materiale opracowanie stratygraficzne ostatniego interglacjału w Danji i płn.-zach. Niemczech (Jessen K. i Milthers V. — 1928), jakoteż dość liczne stanowiska opisane w Rosji, umożliwiły mi porównanie i przeprowadzenie analogji, jaka zachodzi mimo dużych różnic w długości geograficznej.

Charakterystycznym zjawiskiem ostatniego okresu międzylodowcowego, silniej zaznaczającym się dla zachodnich, niż dla wschodnich części stanowisk, jest nagłe oziębienie, występujące po optimum klimatycznym i dzielące cały interglacjał na dolny okres, cieplejszy i górny, chłodniejszy. W tłumaczeniu Jessena i Milthers'a to oziębienie zostało wywołane transgresją odległego lodowca na półwyspie Skandynawskim, który zmusił florę subarktyczną do przesunięcia ku południowi, lecz następnie cofnął się zaraz, umożliwiając rozwój ciepłym składnikom florystycznym. Niektórzy badacze jak Gams H. (1930) i Troll C. (1930) dopatrują się w tej oscylacji klimatycznej czegoś więcej, uważając, że ten okres subarktyczny był dobrze wykształcony pod wpływem lodowca w Skandynawji i wsch. Europie, nie traktują go jako rozszczepienie klimatu na dwa okresy ciepłe, lecz jako zlodowacenie. Dlatego chcą dzielić ostatni interglacjał Danji na dwa, uważając część dolną za przedostatni, a górną za ostatni okres międzylodowcowy. Tymczasem w Żydowszczyźnie, wysuniętej na wschód, widzimy nawet łagodniejsze zaznaczenie tej oscylacji niż, jak należało według ostatnich tłumaczeń przypuszczać, a którym, zdaje się, nawet zupełnie zaprzecza ciągłość obrazu flory. W czasie obniżenia temperatury tu występują te same rodzaje drzew, t. j. *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Picea*, jakie spotykamy również w strefie subarktycznej „k“ w Danji, w profilu z Herning, Nörbölling, i Rodebaek I. Zatem to zaburzenie w cyklu rozwojowym flory posiada tylko małe i nieistotne znaczenie.

Wyniki otrzymane z Żydowszczyzny wykazują mniej więcej podobny cykl rozwojowy roślinności, jaki został stwierdzony w ostatnim interglacjale Danji i płn.-zach. Niemczech, a nawet strefy flory-

styczne (b-n), wydzielone przez Jessena i Milthers'a są zgodne ze zmianami roślinności leśnej okolic Grodna.

Z charakterystyki florystycznej najstarszego piętra „ α ” w Żydowszczyźnie wynika, że odpowiada ono strefie subarktycznej „b”, zaznaczającej się w Herning, Solsö, Dalager Nygaard i Brörup Hotel Bog, reprezentowanej przez te same elementy z wyjątkiem olchy, która zjawia się dość w cześnie w Żydowszczyźnie. Okres świerka tak wybitnie wyróżniony w Żydowszczyźnie, nieznacznie tylko wystąpił w interglacjach Danji, jak n. p. w Rodebaek III, Tuesböl II, Brörup Hotel Bog, Kuhrung II i innych, gdzie udział tego drzewa, dochodzący niekiedy do 5%, trafia się w trzech strefach florystycznych od „c” do „e”. To niedopuszczenie świerka do większego rozwoju tłumaczy Jessen i Milthers nagłym przejściem z klimatu zimnego do wybitnie atlantyckiego. Z tego widać, że klimat koło Grodna, ulegając powolnej zmianie, był bardziej kontynentalny, korzystniejszy dla świerka i umożliwił mu wystąpienie w roli głównego składnika lasu. Potwierdzenie słuszności tego założenia dostarczają nam też stanowiska w Rosji (jak np. Iljinskoje, Kopys, Lobacz, Baltczug, Gorki, Studeny Owrag, Potylicha, Troickoje. Dokturowskij 1931, 1932), gdzie spotykamy, podobnie jak w Żydowszczyźnie, dobre rozwinięcie okresu świerkowego przed optimum klimatycznym. Na piętro „ β ”, panującego świerka w Żydowszczyźnie, najpierw w części dolnej przypada strefa „c” z Römstedt III, Brörup Hotel Bog, gdzie nadal panuje brzoza z sosną, zaś wystąpienie i przybywanie elementów mieszanego lasu dębowego przy równoczesnym zanikaniu brzozy wprowadza nas w strefę „d”, a następnie w „e”, gdzie sosna tworzy nieznaczną kulminację, jak w Nörbölling, Herning, Rodebaek II, Solsö, Römstedt III, jednak różni się tem, że nie jest pod przewagą brzozy, lecz świerka, który tu osiąga najlepszy swój rozwój.

Następne piętro „ γ ” lasów liściastych w pierwszej połowie, zaznaczone przez maksimum leszczyny i mieszanego lasu dębowego, który w części został zastąpiony przez jodłę, jako wyraz dużego stopnia oceaniczności klimatu, odpowiada strefie „f”, występuje bardzo wyraźnie w Danji, płn.-zach. Niemczech, a także w Żoliborzu, tylko że te miejscowości nie posiadają, tak charakterystycznie występującej w Żydowszczyźnie, jodły razem z *Quercetum mixtum*. Druga część tej fazy z kulminacją grabu i towarzyszącym mu mieszanym lasem dębowym, podobnie występująca w Żoliborzu i w Szelągu, przedstawia strefę „g” z Römstedt I, II,

Herning, Nörbölling. Porównawczy materiał do tej fazy dostarczają też warstwy interglacjalne z Kopys (Rosja), zawierające dobrze zaznaczony okres jodłowo-grabowy przy nieznacznym występowaniu elementów mieszanego lasu dębowego.

Faza lasów sosnowych dobrze wykształcona w Żydowszczyźnie i Szelażu, krótko zestawiona w Żoliborzu, zawiera najpierw przy wycofaniu się *Quercetum mixtum*, a rozwoju świerka wraz z brzozą, strefy „h—i” (Römstedt I, II, Nörbölling, Rodebaek I). Wystąpienie w Żydowszczyźnie brzozy w towarzystwie świerka do rzędu głównego składnika lasów sosnowych przypada na strefę „k” (Herning). Największy odcinek tej fazy, z rozwijającymi się słabo drzewami liściastymi z przewagą jodły i świerka obejmuje strefę „l” (Herning, Brörup Hotel Bog).

Wreszcie okres lasów brzozowych z sosną i wierzbą jest podobnie wyróżniony, jak strefa „m” w Brörup Hotel Bog, a ostatni odcinek profilu w Żydowszczyźnie, w Szelażu i w Żoliborzu przypada na schyłek interglacjału oznaczony w Danji literą „n”.

Aby stwierdzić zgodność ostatniego interglacjału z Żydowszczyzny z rezultatami badań stanowisk rosyjskich, należałoby połączyć profil z Kopys (gub. Mohylew), odpowiadający dolnej połowie interglacjału, z profilami, przypadającymi na górne jego fazy, z Kostianiec i Lupynyn (Zerow 1931, 1932). Jednak w Kopys brakuje najstarszej fazy subarktycznej, a wступujemy odrazu do dobrze rozwijającego się okresu świerkowego z dużym udziałem olchy, sosny i brzozy, który przechodzi w okres jodłowo-grabowy z małą ilością *Quercetum mixtum*, jednak ze znaczną domieszką sosny. Następnie krótko panuje świerk, który zostaje zastąpiony przez las sosnowo-brzozowy. Dalszą fazę spotykamy w Kostianiec, gdzie pod przewagą sosny, brzozy i wierzby spotyka się jodłę, świerka, graba, dęba i wiąza. Ku końcowi uwydatnia się okres brzozowo-sosnowy z dużą ilością wierzby (podobnie też i w Lupynyn), gdy inne składniki zupełnie się wycofały. Klimat bardziej kontynentalny Rosji odbił się w składzie flory, gdzie w tych profilach widzimy ciągłą przewagę sosny, a także i świerka w Kopys.

Godną uwagi cechą ostatniego interglacjału jest występowanie pewnych gatunków na dużej przestrzeni, tak przedewszystkiem graba, który wszędzie dobrze uwydatnia się, i cisa, który, występując w Danji, sięga aż pod Grodno. Wybitnie atlantycki element, jak ostrokrzew (*Ilex aquifolium* L.), jest częsty w interglacjałach zachodnich i dochodzi na wschód do Szelaża; dzisiaj natomiast

występuje w krańcowym stanowisku w Wittenberge nad Łabą i w Osterling w Altmarku (Czeczottowa 1928).

Obok rysów podobnych, jakie miały miejsce przy porównaniu równowiekowych flor, dadzą się wyodrębnić pewne różnice regionalne, polegające na występowaniu jodły dość wcześnie w Żydowszczyźnie i Szelażu, zaś o wiele później w Żoliborzu. W Danii natomiast jodła nie ukazała się wcale, a tylko znaleziono ją w śladach, jako *Abies pectinata*, w Fleestedt nad Łabą w towarzystwie elementów mieszanego lasu dębowego. Stosunkowo lepiej wyraża się udział tego rodzaju w ówczesnym drzewostanie Rosji, jak w Kopys, Lobacz, Gorki, Troickoje (Doktrowskij 1931, 1932) i w Kostjaniec (Zerow 1931).

Jodła, występująca w górnej połowie interglacjału, jest prawdopodobnie pochodzenia północno-wschodniego, gdyż posiada duże rozprzestrzenienie we wschodniej części Polski i Rosji w okresach końcowych dosyć zimnych, więc może to być *Abies sibirica*?

Zagadkowe jest występowanie buka (*Fagus*). Analiza w Żydowszczyźnie nie wykazuje obecności tego drzewa, które w śladach występuje w Żoliborzu, a w Szelażu stanowi dość duży odsetek drzewostanu podczas optimum klimatycznego. W zachodnich obszarach znaleziono buka tylko w Fahrenkrug (Weber C. A. 1900), zaś w Rosji, w Lobacz i Balczug.

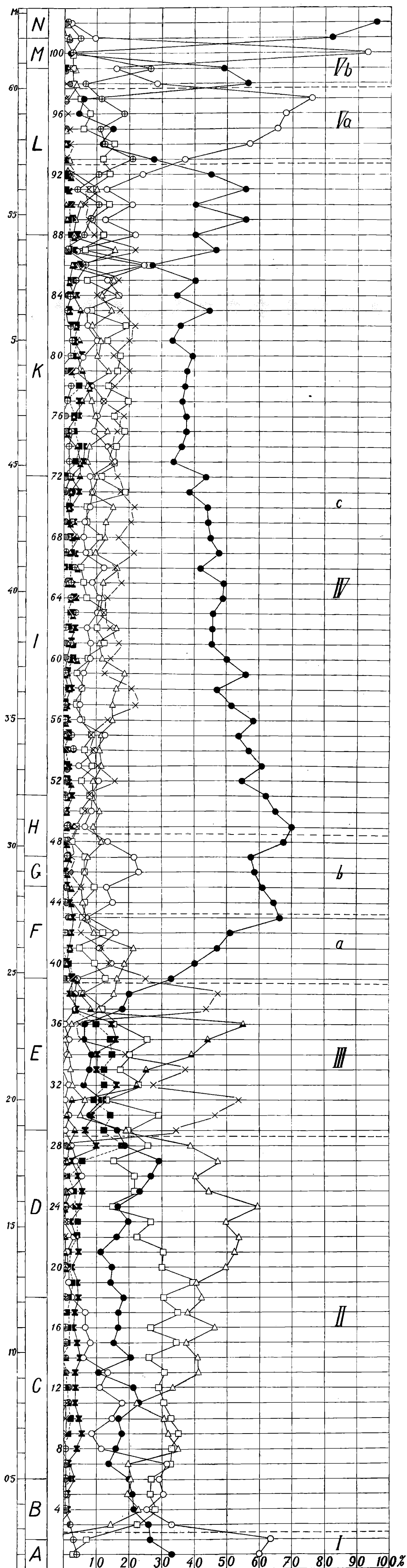
Modrzew (*Larix*), nieobecny w Danii i w Niemczech, został stwierdzony w Żydowszczyźnie stosunkowo w dużych ilościach, pojawia się również, ale tylko w śladach w Szelażu, natomiast w Rosji spotyka się go dość często (Kopys, Gorki, Balczug Galicz). — Przez występowanie takich elementów, jak jodła, buk i modrzew, ostatni interglacjał w Polsce przypomina raczej stanowiska rosyjskie, prawdopodobnie dlatego, że jest bliżej nich położony.

Reasumując wyniki, dochodzimy do wniosku, że ówczesny klimat okolic Żydowszczyzny, chociaż zróżnicowany na kilka faz, był naogół chłodny i dość wilgotny, objawiający się w panowaniu drzew szpilkowych, które w całym interglacjale stanowią 60·43% flory leśnej, również potwierdza to częściowo słaby rozwój elementów ciepłych typu *Quercetum mixtum* z leszczyną.

Z Instytutu Botanicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego.

TABLICA (Tabelle) IV.

Diagram pyłkowy interglacjalnego profilu z Żydowszczyzny.
 Pollendiagramme der interglazialen Profile von Żydowszczyzna.



OBJAŚNIENIE ZNAKÓW - ZEICHENERKLÄRUNG:

- x- Abies
- Betula
- Corylus
- △ Picea
- ⊠ Querc. mix
- Alnus
- ▲ Carpinus
- ⊙ Larix
- Pinus
- ⊕ Salix

LITERATURA — LITERATURVERZEICHNIS.

1. Anderson G. i Birger S. 1914. Die geografische Verteilung und die Einwanderungsgeschichte der nordskandinavischen Flora. Englers. Bot. Jahr. B. 51. H. 3/4 i 5.
2. Czechtowa H. 1928. Element atlantycki we florze polskiej. Pol. Akad. Umiej.
3. Dąbkowska I. 1932. Zatorfienie dolinne Łani. (Les Tourbières de la vallée de la Łania). Acta Societatis Bot. Poloniae. Vol. IX. Nr. 1—2.
4. Dokturowskij W. S. 1925. Über die Stratigrafische der russischen Torfmoore. Geol. För. i Stockholm Förh B. 47. H. 1.
5. Dokturowskij W. S. 1929. Die interglaziale Flora in Russland. Geol. För. Förhandl. B. 51. H. 3.
6. Dokturowskij W. S. 1931. Neue Beiträge zur Flora des inter- und postglaziale Ablagerungen der U. S. S. R. All. Ukrainian Akad. of Sciences B. II.
7. Dokturowskij W. S. 1930. Über interglaziale Flora von U. S. S. R. Moskwa.
8. Dokturowskij W. S. 1932. Neue Angaben über die interglaziale Flora in der U. S. S. R. Abh. Nat. Ver. Bremen Bd. XXVIII.
9. Gams H. 1930. Die Bedeutung der Paläobotanik und Mikrostratigrafie für die Gliederung des mittelnord- und osteuropäischen Diluviums. Zeitschrift f. Gletscherkunde. Bd. XVIII.
10. Gerasimow D. A. 1930. On the characteristic of the pollen of *Larix* and *Pinus cembra* in peat.
11. Hörmann H. 1929. Die pollenanalytische Unterscheidung von *Pinus montana*, *Pinus silvestris* und *P. cembra*. Öster. Botan. Zeitschrift. B. 78. H. 3.
12. Jentys-Szaferowa J. 1928. La structure des mebranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des especes europeennes de *Betula* et leur determination à l'état fossile. Bull. de l'Acad. Pol. des Sciences et de Lettres, Cracovie.
13. Jessen K. and Milthers V. 1928. Stratigrafical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jütland and Northwest Germany. Danm. Geol. Unders. II. R. Nr. 48. Kopenhagen.
14. Kirchner, Loew und Schröter. 1908. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart.
15. Kleopow J. D. 1931. Über einige Fragen die mit dem Funde von *Orobus variegatus* Ten. in den Wäldern der rechtsufrigen Ukraine in Verbindung stehen. Akademie des Sciences D'Ukraine. „Die Quartärperiode“ Lief 3.
16. Klimaszewski M. 1931. Z zagadnień tyczących zlodowacenia ziem polskich. Wiadom. Geogr. Nr. 6—7. Kraków.
17. Krisztafowicz N. 1897. Nachtrag zu den interglaziären Ablagerungen in der Umgegend von Grodno. Annuarie geol. et miner. de la Russie. T. I. liv. II. Varsovie.
18. Kulczyński S. 1919. Flora międzylodowcowa z Timoszkowicz w Nowogródzkim (Eine interglaziale Flora aus Timoszkowicze bei Nowogródek) Spr. Kom. Fizj. P. A. U. T. 63.

19. Kulczyński S. 1930. *Stratygrafia torfowisk Polesia (Stratigraphie der Moore von Polesie)*. Prace Biura Meljoracji Polesia. Tom I.
20. Overbeck F. 1928. *Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön*. Zeitschrift für Bot. 20.
21. Premik J. i Piech K. 1930. *Badania nad dyluwjum województwa łódzkiego*. Roczn. Pol. Tow. Geol. T. 6.
22. Premik J. i Piech K. 1932. *Zur Kenntnis des Diluviums im südwestlichen Mittelpolen*. Ann. de la Soc. Géol. de Pologne. B. VIII/2.
23. Raniecka J. 1929. *Analiza pyłkowa interglacjału z Żoliborza w Warszawie*. Sprawozd. Tow. Nauk. Warszawskiego. XXII. Wyd. IV.
24. Raniecka J. 1930. *Pollenanalytische Untersuchungen des Interglazials von Żoliborz in Warschau*. Acta Soc. Bot. Poloniae. T. 7. Nr. 2.
25. Rydzewski B. 1927. *Studja nad dyluwjum doliny Niemna. (Les études sur le quaternaire de la vallée du Niemen)*. Soc. d. Sc. et. d. Lettre de Wilno. T. III.
26. Stark P. 1927. *Über die Zugehörigkeit des Kiefernpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore*. B. D. B. G. 45.
27. Szafer Wł. 1925. *Über den Charakter der Flora und des Klimas der letzten Interglazialzeit bei Grodno in Polen*. Bull. Intern. de l'Acad. Polon. d. Sc. et d. L. Cracovie.
28. Szafer Wł. 1928. *Entwurf einer Stratigrafie des polnischen Diluviums auf floristischer Grundlage*. Ann. Soc. Geol. Pologne V. Kraków.
29. Szafer Wł. 1929. *The climatic character of the last Interglazial Period in Europa*. Proceed. Intern. Congr. of Plant. Sciences 1, 647—653.
30. Szafer W. 1931. *The oldest interglazial in Poland*. Bull. de l'Acad. Polon. de Sc. et de Lettre Cracovie.
31. Szafer Wł. 1932. *Przyczynek do znajomości flory interglacialnej pod Grodnem. (Zur Auffassung der Interglazialen Flora bei Grodno)*. Rocznik Pol. Tow. Geol. Z. 2. T. VIII. Kraków.
32. Szafer W. i Trela J. 1928. *Interglacjał w Szelażu pod Poznaniem*. Spraw. Kom. Fizj. T. LXIII. Kraków.
33. Troll C. 1930. *Neue Probleme der Eiszeitforschung*. Geografischer Anzeiger. 31 Jahrg. H. 7.
34. Weber C. A. 1900. *Versuch eines Überblicks über die Vegetation der Diluvialzeit*. Allgem. verstein. natur. Abh. H. 22. Sonder. Abdr. aus der Naturw. Wochenschrift Nr. 45—46.
35. Zerow D. K. 1931. *Fossile Torflager im Dniprufergebiet. I. Interglaziale Forflager in der Umgegend des Dorfes Kostianetz im Kaniwschen Bezirk*. Acad. des Scienc. d'Ukraine. Nr. 17.
36. Zerow D. K. 1932. *Die Stratigraphie der Torflagerstätten der Ukraine als eine der Grundlagen zur quartären Geschichte der Vegetation und des Klimas des Landes*. Ukrainische Acad. der Wissenschaften „Die Quartärperiode“ Lief. 4.
37. Zerow D. K. 1932. *Ausstellung „Die Quartärperiode in der Ukraine“ (Sektion Paläobotanik)*. Ukrainische Akademie der Wissenschaften „Die Quartärperiode“. Lief. 4.

Zusammenfassung.

Das Material zu der pollenanalytischen Untersuchung, die nach der Methode L. von Post durchgeführt wurde, hat Prof. Szafer (1931) in Żydowszczyzna gesammelt. Dasselbe besteht aus Seebildungen Dy und Gytja, deren Mächtigkeit 6·38 m beträgt; sie liegen auf einer roten Grundmoräne der mittelpolnischen Vereisung *Varsovien I.* und gehören zu dem letzten, jüngsten Interglazial *Masovien II.* (Szafer 1931, 1932).

Die geologischen Verhältnisse sind in der Abb. 1. (Profil) dargestellt, die Pollenprozente, berechnet aus Proben, welche in Abständen von je 6 cm genommen wurden, sind auf der Tafel III. zusammengestellt, auf Grund welcher sodann das pollenanalytische Diagramm ausgeführt wurde. Die Ergebnisse der Messungen an Pollenkörnern der Kiefer, welche das Vorkommen von *Pinus montana* und *P. silvestris* feststellen, enthält die Zusammenstellung auf Seite 153 (Abb. 3, 4, 5) und die Messungen der Birkenpollen auf Seite 156 (Abb. 6) beweisen das Vorkommen von *Betula verrucosa* vel *humilis*, mit Beimischung von *B. pubescens*.

Der einheitliche und fortlaufende Komplex der Seebildungen gestattet uns die Wiederherstellung der geschichtlichen Sukzession der Flora während des ganzen Interglazials und hiemit auch des Klimawandels, welcher allein so feste Waldformationen ändern konnte. Im ganzen Profil (von unten nach oben gerechnet) wurden folgende floristische Phasen unterschieden und kurz charakterisiert:

I. Phase des Birkenwaldes enthält nur wenige Bestandteile der kälteliebenden Waldflora. Dominierend ist *Betula nana*¹⁾, *B. verrucosa* vel *humilis*, *B. tortuosa*¹⁾ mit starker Beimischung der Kiefer (*Pinus silvestris* + *P. montana*). An nassen Stellen treten *Alnus*, *Salix Lapponum*¹⁾ und *S. cf. livida*¹⁾ auf. Das Klima war kalt und ziemlich trocken, wie in Nd. Europa, in der Nähe der arktischen Waldgrenze.

II. Phase des Fichtenwaldes. Es erscheint *Picea* in grossen Prozentsätzen, den Bestand des Waldes beherrschend und die Überhandnahme der Nadelhölzer beginnend, zu welchen hier *Pinus*, *Larix* und in kleiner Menge *Abies* gehören. Das grosse Quantum von *Alnus* deutet auf Feuchtigkeit und lokale Eigentümlich-

¹⁾ Prof. Szafer W. — 1928 r.

keiten des Standortes hin. In der Waldflora erscheinen wärmeliebende Komponenten des Eichenmischwaldes, zuerst *Ulmus* und *Quercus*, nachher *Tilia cordata* und *T. platyphyllos*. Es erscheint auch *Carpinus* und *Corylus*, welche im Vereine mit *Salix* einen schwachen Unterwuchs bilden. Das Sphagnummoor gedeiht in der Nähe des Seeufers gut, im Wasser aber *Diatomeae* aus der Unterklasse *Centricae*. Die Besserung des Klimas und die Feuchtigkeit begünstigten das Gedeihen der Fichte, hemmten aber die Entwicklung der warmen Bestandteile des Waldes. Das Klima war ziemlich kühl und von feuchtem Charakter.

III. Phase des Tannen-Weissbuchenwaldes. Entwicklung wärmeliebender Laubbäume, das Maximum des *Quercetum mixtum* mit Übergewicht der Eiche und *Corylus*. Es nimmt jedoch *Abies* abwechselnd mit *Carpinus* überhand, begleitet von *Taxus baccata*¹⁾ und *Acer platanooides*¹⁾ mit geringer Beimengung von *Picea*, *Pinus* und *Betula*. Die reiche Wasserflora besteht aus *Trapa natans*, *Najas flexilis*, *N. marina*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Potamogeton* sp. *variae*. In diesem termischen Optimum des Interglazials war das Waldklima warm und von entschieden feuchtem Charakter, ein wenig milder als im Białowieża-Urwalde in der Gegenwart.

IV. Die Phase des Kiefernwaldes umfasst in Bezug auf Änderungen in seinem Bestande 3 Perioden.

IV a. Periode des Kiefern-Fichtenwaldes wird durch das Vorherrschen der Nadelbäume d. i. *Pinus*, *Picea* mit eingestreuten *Abies* und *Larix* gekennzeichnet. Es mehren sich auch kälteliebende Gattungen, wie *Betula* und *Salix*. Warmeliebende Laubbäume nehmen nur geringen Anteil am Bestande des Waldes und *Corylus* zieht sich für längere Zeit zurück. Nach einer Unterbrechung beginnt das Hochmoor sich wieder zu entwickeln; im Wasser *Diatomeae* aus der Unterklasse *Pennatae*. Die Ausbreitung der Kiefer mit der Fichte und Birke deuten auf ein kühles, ziemlich feuchtes, einen Übergang in die nächste kalte Periode bildendes Klima hin.

IV b. Periode des Kiefern-Birkenwaldes. *Pinus montana* und *P. silvestris*, dann die gut gedeihende *Betula* mit *Larix* und *Salix* erreichen grosses Übergewicht über die wärmeliebenden Komponenten, welche sich aus unseren Gebieten zurück-

¹⁾ Prof. Szafer W. — 1928 r.

ziehen. Das *Sphagnum* entwickelt sich gut, *Diatomeae* sind im Wasser des Sees weniger zahlreich. Das Vorherrschen der Nadelbäume von einer breiten Amplitude biologischer Anforderungen zeugt von kaltem Klima, welches demjenigen der kalten Zone der Nadelwälder Nord-Europas nahe steht. Die Ursache dessen war eine kurz andauernde Transgression des entlegenen Gletschers.

IV c. Periode des Kiefernwaldes mit Tanne und Fichte. Der herrschende Typus des Waldes war der Mischwald mit grossem Übergewicht der Nadelbäume, besonders der Kiefer mit einem bedeutenden Zusatz der Tanne, Fichte und Lärche. Ziemlich hohe Prozente behielt auch die Birke und Erle. Eine schwache Entwicklung erreicht *Quercetum mixtum* mit Überhandnahme der Eiche. Das Moor mit *Sphagnum* sp. und *Carex* sp. gedeiht vorzüglich. Das Klima ist kühl, etwas feucht und erinnert an die klimatischen Verhältnisse im Gebiete des jetzigen Białowieża Urwaldes.

V. Die Birken-Kiefern-Phase lässt sich mit Rücksicht auf den Wechsel der vorherrschenden Bäume in zwei Perioden teilen.

V a. Periode des Birkenwaldes. Es dominiert unstreitbar *Betula verrucosa* vel *humilis*, mit bedeutender Anteilnahme der Kiefer und grosser Menge von *Salix*. Die Laubbäume vom Typus des *Quercetum mixtum*, dann die Tanne und Fichte treten zurück. Die Begünstigung der Birke deutet auf grosse Feuchtigkeit des Klimas hin, ähnlich dem heutigen an der Waldgrenze Skandinaviens und der Halbinsel Kola.

V b. Periode des Kiefernwaldes. *Pinus montana* und *P. silvestris* werden zu bauenden Bestandteilen des Waldes, mit starker Beimischung der Birke und einer geringeren der Weide. Schwinden anderer Bestandteile des Waldes. Das Klima ist kalt, kontinental, entsprechend der subarktischen Zone der Nadelwälder in Nord-Russland.

Das Interglazial in Żydowszczyzna im Vergleich mit dem Interglazial Mitteleuropas und Dänemarks.

Im Gebiete Polens wurden Schichten mit fossiler Flora, welche aus dem jüngsten Interglazial *Masovien II* stammen, nur an einigen Stellen gefunden und beschrieben. Ausser diesem aus Ży-

dowszczyzna, wurde nur noch das Interglazial aus Szelaż bei Poznań und aus Żoliborz in Warszawa diesem Interglazial eingereiht.

Die aus den letzt genannten zwei Orten beschriebene fossile Flora umfasst nicht das ganze Interglazial. Die Flora aus Szelaż (Szafer i Trela — 1928) enthält nur den oberen Teil der Schichten des klimatischen Optimum, d. i. die Phase der Laub- und Mischwälder mit Überhandnahme der Kiefer. Die Flora aus Żoliborz (J. Ranięcka 1930) gibt uns nur fragmentarische Kenntnisse aus dem vollen Entwicklungskreise der Flora, infolge kleiner Menge gesammelter Proben, und auch wegen ungenauer Feststellung ihrer Lage in den geologischen Schichten, was ein Übersehen mancher wichtiger Veränderungen, vielleicht sogar ganzer floristischer Phasen, verursachen konnte.

Bei der Bearbeitung der Torfmoore im nördlichen Teile von Polesie wurden zwei Profile angetroffen u. zw. Jaglewicze (Kulczyński St. 1930) und Leonowicze (Dąbkowska I. 1932), welche in den unteren Schichten Spuren des letzten Interglazials enthalten. In Jaglewicze tritt unterhalb der postglazialen Flora eine warme Phase des Mischwaldes auf, dessen Bestandteile Tanne (10%), Erle (6%), Fichte (5%), Eiche, Linde und Hasel bilden. In Leonowicze sehen wir unter den Resten einer abgeschwemmten Moräne der baltischen Vereisung (*Varsovien II*) ähnliche Bestandteile der Flora, welche sukzessive gegen oben zu in die Schichte der Kiefern-Birken mit Weiden übergeht. Unmittelbar nach dieser Phase entwickelt sich das alluviale Torfmoor. Die untere Tannen- und die nächste Kiefern-Birkenschichte entsprechen rücksichtlich ihrer Florabestandteile den Endphasen von Żydowszczyzna. Obwohl die Profile aus Polesie nur geringe Abschnitte des Interglazials enthalten, so haben sie doch eine grosse Bedeutung infolge ihrer floristischen Beständigkeit beim Übergange vom letzten Interglaziale in das Postglazial.

Auf Grund der fossilen Flora, welche mir nur aus wenigen Orten Polens zur Verfügung stand, konnte ich nicht feststellen, ob die Änderungen der Flora und des Klimas in der Gegend von Żydowszczyzna, auch die Flora und das damalige Klima Nordpolens charakterisieren. Aber die genaue und auf ein sehr reiches Material gestützte stratigraphische Bearbeitung des letzten Interglazials in Dänemark und in Nordwestdeutschland einerseits, andererseits auch ziemlich viele aus Russland beschriebene Standorte,

gestatten mir einen Vergleich zu ziehen und eine Analogie trotz grosser Unterschiede in der geographischen Länge, durchzuführen.

Eine charakteristische, für den westlichen Teil der Standorte besser als für den östlichen markierte Erscheinung des letzten Interglazials, ist die plötzliche Abkühlung, die dem klimatischen Optimum folgte, und das ganze Interglazial in eine untere wärmere, und eine obere kühlere Periode teilte, was in der Interpretation von Jessen K. und Milthers V. (1928) durch eine Transgression des entfernten Gletschers der skandinavischen Halbinsel hervorgerufen wurde. Dieser Gletscher zwang die subarktische Flora zur Vorrückung gegen Süden und zog sich dann bald zurück, wodurch die Entwicklung warmer floristischer Komponenten wieder ermöglicht wurde. Gams H. (1930) und Troll C. (1930) sehen in dieser Oszillation etwas mehr, sie meinen, dass diese subarktische Phase durch den Einfluss des Gletschers Skandinaviens und Ost-Europas gut entwickelt war und behandeln ihn nicht als eine Klimaentzweiung in zwei warme Phasen, sondern als eine Vereisung und wollen deshalb das letzte Interglazial Dänemarks in zwei Interglaziale teilen, wobei sie den unteren Teil für das vorletzte, den oberen aber für das letzte Interglazial halten. Indessen sehen wir in der nach Osten vorgeschobenen Żydowszczyzna sogar eine mildere Andeutung dieser Oszillation, als dies nach den letzten Auslegungen anzunehmen wäre, und welchen das Bild der Flora ganz zu widersprechen scheint. In der Zeit der Erniedrigung der Temperatur ist nämlich diese Flora gut ausgebildet und umfasst dieselben Baumgattungen, d. i. *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Picea*, welche wir auch in der subarktischen Zone „k“ in Dänemark im Profile Herning, Nörbölling und Rodebaek I finden; diese Störung im Entwicklungszyklus der Flora hatte blos eine geringe und unwesentliche Bedeutung.

Die aus Żydowszczyzna erhaltenen Resultate ergeben, mehrweniger ähnlichen demjenigen, Entwicklungszyklus, welcher im letzten Interglaziale Dänemarks und Nordwestdeutschlands festgestellt wurde, es stimmen sogar die durch Jessen und Milthers ausgeschiedenen floristischen Zonen (b-n) mit den Veränderungen der Waldflora aus der Umgebung von Grodno überein.

Aus der floristischen Charakteristik der ältesten Stufe „α“ in Żydowszczyzna geht es hervor, dass diese der subarktischen Zone „b“ entspricht, welche in Herning, Solsö, Dalager Nygaard und

Brörup Hotel Bog sich hervorhebt und durch dieselben Elemente repräsentiert wird, mit Ausnahme der Erle, die interessanterweise in Żydowszczyzna recht frühzeitig zum Vorschein kommt. Die Phase der Fichte, welche Żydowszczyzna besonders charakterisiert, hat in den Interglazialen Dänemarks wie in Rodebaek III, Tuesböl II, Brörup Hotel Bog, Kuhnung II und anderer Orte, eine ganz geringe Abspiegelung, wo dieser Baum höchstens 5% erreicht und in den drei floristischen Zonen von „c“ bis „e“ vorkommt. Diese Behinderung der Fichte an stärkerer Entwicklung erklären Jessen und Milthers mit einem rapiden Übergang vom kalten in ein entschieden atlantisches Klima. Aus obigem ersehen wir, dass das Klima der Umgebung von Grodno, einer langsamen Änderung unterliegend, mehr kontinental, für die Fichte vorteilhafter war und ihr ermöglicht hat ein Hauptbestandteil des Waldes zu werden. Die Bestätigung der Richtigkeit dieser Annahme liefern uns auch interglaziale Standpunkte in Russland (wie Iljinskoje, Kopys, Lobatschii, Baltshug, Gorki, Studeny Owrag, Potylich, Troickoje - Dokturovskij 1931, 1932), wo wir ähnlich wie in Żydowszczyzna eine gute Entwicklung der Fichtenperiode vor dem klimatischen Optimum antreffen. In die Stufe „β“ der in Żydowszczyzna zuerst im unteren Teile dominierenden Fichte fällt die Zone „c“ aus Römstedt III, Brörup Hotel Bog, wo fernerhin Birke mit Kiefer dominieren; das Erscheinen und die Zunahme der Elemente des Eichenmischwaldes, bei gleichzeitigem Schwinden der Birke, führt uns wieder in die Zone „d“ und nachher „e“, wo die Kiefer unbedeutend kulminiert, wie in Nörbölling, Herning, Rodeback II, Solsö, Römstedt III, unterscheidet sich aber dadurch, dass sie nicht unter dem Übergewicht der Birke, sondern der Fichte steht, welche hier ihre beste Entwicklung erreicht.

Die nächste floristische Stufe „γ“ der Laubbäume — in der ersten Hälfte durch das Maximum der Hasel und des Eichenmischwaldes gekennzeichnet, welcher teilweise durch die Tanne ersetzt wurde, als Ausdruck der Hochgradigkeit eines ozeanischen Klimas — entspricht der, in Dänemark, Nordwestdeutschland, aber auch in Żoliborz sehr deutlich auftretenden Zone „f“, sie entbehrt jedoch der in Żydowszczyzna so charakteristisch auftretenden Tanne gemeinsam mit *Quercetum mixtum*. Der zweite Teil dieser Stufe mit der Kulmination der Weissbuche und dem sie begleitenden Eichenmischwalde tritt ähnlich in Żoliborz, aber auch in Szeląg auf, und stellt die Zone „g“ aus Römstedt I, II, Herning, Nörbel-

ling dar. Ein Vergleichsmaterial zu dieser Phase liefern uns auch interglaziale Schichten aus Kopys (Russland), welche eine gut gekennzeichnete Tannen — Weissbuchenphase, bei unbedeutendem Auftreten der Elemente eines Eichenmischwaldes enthalten.

Die in Żydowszczyzna und in Szelağ gut entwickelte, aus Żoliborz nur mangelhaft dargestellte Kiefernwaldphase enthält zuerst beim Rücktritt des *Quercetum mixtum* und bei der Entwicklung der Fichte mit der Birke, die Zonen „h-i“ (Römstedt I, II, Nörbölling, Rodeback I). Das Aufsteigen der Birke in Gesellschaft der Fichte zum Hauptbestandteile der Kiefernwälder in Żydowszczyzna fällt auf Zone „k“ (Herning), und endlich der Abschnitt dieser Phase mit den sich schwach entwickelnden Laubbäumen mit Übergewicht der Tanne und Fichte, würde die Zone „l“ umfassen (Herning, Brörup, Hotel Bog).

Die Periode der Birkenwälder mit der Kiefer und Weide ist ähnlich gekennzeichnet wie die Zone „m“ in Brörup Hotel Bog, und der letzte Abschnitt des Profils aus Żydowszczyzna, Szelağ und Żoliborz fällt auf das Ende des Interglazials, welches in Dänemark mit „n“ bezeichnet ist.

Um den Einklang des letzten Interglazials aus Żydowszczyzna mit den Resultaten der Forschungen russischer Standorte festzustellen, müsste man das der unteren Hälfte entsprechende Profil aus Kopys (gouv. Mohylow), mit den ihre oberen Phasen entfallenden Profilen aus Kostianiec und Lupynyn (Zerow 1931—1932) verbinden. Doch fehlt in Kopys die älteste, subarktische Phase und wir finden hier gleich die gut prosperierende Fichtenwaldperiode mit starker Anteilnahme der Erle, Kiefer und Birke, welche allmählich in eine Tannen-Weissbuchenperiode mit geringem Quantum von *Quercetum mixtum*, doch mit stärkerer Beimischung der Kiefer übergeht. Nachher dominiert durch kurze Zeit die Fichte, welche durch den Kiefern-Birkenwald abgelöst wird. Die weitere Phase finden wir in Kostianiec, wo bei der Überzahl von Kiefer, Birke und Weide, auch Tanne, Fichte, Weissbuche, Eiche und Ulme sich vorfinden. Zum Schlusse tritt die Birken-Kiefernperiode mit grosser Zahl der Weiden hervor (ähnlich auch in Lupynyn), während sich andere Bestandteile gänzlich zurückgezogen haben. Das mehr kontinentale Klima Russlands ist in der Zusammensetzung der Flora zum Ausdruck gekommen, wo wir in diesen Profilen das ständige Übergewicht der Kiefer, in Kopys auch der Fichte sehen.

Ein bemerkenswertes Merkmal des letzten Interglazials ist das Auftreten in ausgedehnten Gebieten, so vor allem der Weissbuche, welche überall deutlich hervortritt, dann der Eibe, welche in Dänemark heimisch, bis nach Grodno reicht, wogegen das, in den westlichen Interglazialen oft vorkommende, eminent atlantische Element *Ilex aquifolium* L., im Osten nur bis Szelağ reicht und heute ihren äussersten Standpunkt in Wittenberge a. d. Elbe und in Osterling in der Altmark hat (Frau Czeczott 1928).

Neben den gemeinsamen Kennzeichen, welche beim Vergleich des allgemeinen Verlaufes der Entwicklung der Flora festgestellt werden konnten, lassen sich gewisse regionale Unterschiede nachweisen. So erscheint die Tanne in Żydowszczyzna und in Szelağ ziemlich zeitlich, in Żoliborz später, in Dänemark kommt sie nicht vor, es wurden nur in Fleestedt an der Elbe Spuren der Tanne als *Abies pectinata*, neben Elementen des Eichenmischwaldes gefunden. Die Teilnahme dieser Bäume an der Flora ist verhältnismässig besser in Russland u. zw. in Kopys, Lobaczi, Gorki, Trockoje (Dokturovskij 1931) und in Kostianiec (Zerow 1931) zu sehen.

Die in der oberen Hälfte des Interglazials auftretende Tanne stammt wahrscheinlich aus Nordosten, denn sie ist im Ostteile Polens und in Russland, in den letzten, ziemlich kalten Perioden sehr verbreitet — es ist möglicherweise *Abies sibirica*.

Die Analyse hat das Vorkommen der Buche in Żydowszczyzna nicht nachgewiesen, in Żoliborz sind Spuren davon gefunden worden und in Szelağ kommt dieser Baum markant vor. Im Westen begegnet man der Buche nur in Fahrenkrug (Weber 1900), in Russland aber in Lobacz und Balczug. Die in Żydowszczyzna noch verhältnismässig zahlreiche Lärche lässt in Szelağ nur Spuren sehen, entwickelt sich aber reichlich in Russland (Kopys, Gorki, Balczug, Galicz). Durch das Vorkommen, einerseits subatlantischer Elemente, d. i. der Tanne und der Buche, andererseits der Lärche, nähert sich das letzte Interglazial in Polen eher den russischen Standpunkten.

Die Ergebnisse der Forschungen zusammenfassend, kommen wir zum Schlusse, dass das Klima der Umgebung von Żydowszczyzna, obwohl aus einigen Phasen zusammengesetzt, im allgemeinen kühl und ziemlich feucht, durch das Vorherrschen der Nadelbäume gekennzeichnet war, welche im ganzen Interglaziale

60,43% anderer Bäume und Sträucher ausmachen. Dies bestätigt auch die teilweise schwache Entwicklung der Waldelemente vom Typus des *Quercetum mixtum* mit der Hasel, doch konnten das auch andere Faktoren, insbesondere edaphischer Natur bedingt haben, denn in Żoliborz und in Russland (Potylica, Trockoje) gedeihen diese Elemente vorzüglich.

*Aus dem Botanischen Institut der Jagellonischen Universität
in Kraków.*
