

BOŻENA NORYSKIEWICZ

INTERGLACJAŁ EEMSKI W NAKŁE NAD NOTECią

The Eemian Interglacial at Nakło on the River Noteć (N Poland)

STRESZCZENIE. Odtworzono położenie i ukształtowanie powierzchni dna jeziora eemskiego, które w świetle badań morfometrycznych reprezentuje najprawdopodobniej fragment rynny z okresu zlodowacenia środkowopolskiego. Na podstawie wyników badań palinologicznych zrekonstruowano skład i sukcesyjne następstwo roślinności w poszczególnych fitofazach (fazy *b* do *W*₁). Badane były również szczątki makroskopowe roślin i zwierząt.

SPIS TREŚCI

Wstęp	67
Osady jeziora eemskiego na tle budowy geologicznej okolic Nakła	68
Opis wybranych profili	72
Metody pracy	75
Uwagi o niektórych roślinach	80
Sporomorfy egzotyczne na wtórnym złożu	89
Szcątki zwierzęce	91
Rozwój roślinności interglacjalnej w okolicach Nakła	92
Chronologia wydarzeń paleogeomorfologicznych i paleobotanicznych	99
Okres poprzedzający akumulację eemskich osadów organicznych	99
Sedymentacja, wahania poziomu wody oraz rekonstrukcja roślinności	99
Utwory zlodowacenia bałtyckiego i holocenu	101
Literatura	102
Summary	105

WSTĘP

W 1970 r. Pracownia Geologiczno-Fizjograficzna „Geoprojekt” w Toruniu zwróciła się do Instytutu Geografii UMK z propozycją wykonania ekspertyzy palinologicznej osadów organicznych z Nakła. Weześniejsze badania „Geopro-

jektu" wykazały, że występują tu trudne warunki dla budownictwa. Przygotowanie nowej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wymagało szczególnej ostrożności, gdyż istniejące już budynki wykazywały spękania spowodowane ich położeniem w strefie brzegowej osadów interglacjalnego jeziora. Ekspertyza palinologiczna stwierdziła, że osady te powstały w interglacjale eemskim (Noryskiewicz 1970). Rozpoznanie to zdecydowało o podjęciu szczegółowych badań na tym stanowisku, łącznie z wykonaniem specjalnego wiercenia.

W 1972 r. Borówko-Dłużakowa opublikowała wyniki ekspertyzy palinologicznej osadów pochodzących z wiercenia przy ulicy Bydgoskiej w Nakle (profile nr 56 i 57, ryc. 2). Okazało się, że osady te pochodzą z opisanego w tej pracy jeziora kopalnego i reprezentują schyłek optimum oraz początek fazy chłodnej interglacjału eemskiego. Warunki geologiczne występowania osadów zbadanych przez Borówko-Dłużakową (l.c.) opisał Karaszewski (1973).

Pragnę wyrazić wdzięczność Profesorowi Rajmundowi Galonowi za zachętę do rozpoczęcia badań, umożliwienie wykonania wiercenia oraz za opiekę naukową i stałe zainteresowanie postępem pracy. Miło mi również podziękować Profesorowi A. Środoniowi za życzliwą pomoc i udostępnienie materiałów porównawczych oraz literatury. Dziękuję także Profesorowi K. Kępczyńskiemu za konsultacje w czasie opracowywania wyników badań. Szczególne wyrazy wdzięczności winna jestem Dr K. Mamakowej za pomoc w oznaczaniu i przedyskutowanie wyników analizy pyłkowej. Za sprawdzenie oznaczeń sporomorf trzeciorzędowych dziękuję Dr hab. J. Oszast a Dr M. Białobrzeskiej i Dr J. Truchanowicz dziękuję za sprawdzenie oznaczeń orzeszków brzoź. Koleżankom i kolegom z Instytutu Geografii UMK jestem wdzięczna za pomoc i życzliwy stosunek do mojej pracy.

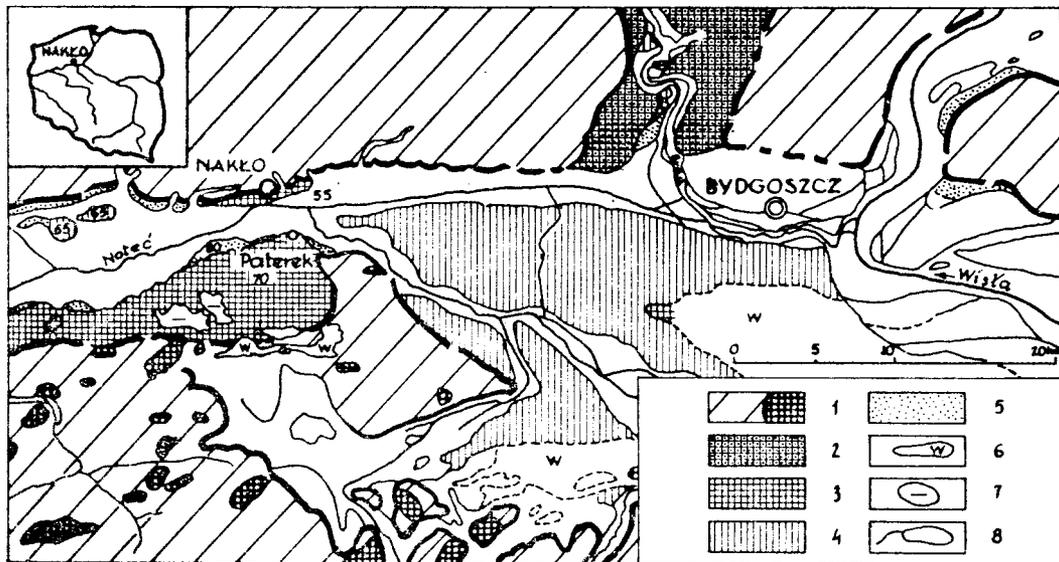
OSADY JEZIORA EEMSKIEGO NA TLE BUDOWY GEOLOGICZNEJ OKOLIC NAKŁA

Opracowane stanowisko znajduje się w miejscowości Nakło n/Notecią położonej 27 km na zachód od Bydgoszczy. Zlokalizowane zostało w strefie zboczowej, pomiędzy pradoliną Noteci—Warty a przyległym do niej od północy płatem morenowej Wysoczyzny Krajeńskiej (Galon 1972). Część miasta położona w pradolinie znajduje się na obszarze eemskiego jeziora, którego osady przykryte zostały utworami zlodowacenia bałtyckiego, osadami holocenijskimi i nasypem antropogenicznym.

Analiza profili uzyskanych z wierceń wykonanych dla potrzeb gospodarczych i naukowych wykazała, że budowa geologiczna tego obszaru jest bardzo zmienna. Profile sąsiadujące w obrębie pradoliny różnią się głębokością zalegania utworów zarówno trzeciorzędowych, jak i czwartorzędowych. Najgłębsze wiercenia sięgają dolnej jury, której strop zanotowano w Paterku, Bielawach i przy szosie Potulice—Nakło na głębokościach 121 m, 213 m i 110 m. Na utworach jury dolnej

sposzczywają piaski i ily trzeciorzędowe. Brak jury środkowej i górnej oraz kredy (Wilczyński 1973).

Trzeciorzęd reprezentowany jest przez piaski drobne i średnie oraz ily pylaste, często przewarstwione wkładkami węgla brunatnego. Miąższość tych utworów wynosi od 109,5 m (Bielawy) do 16 m (szosa Potulice—Nakło). Utwory trzeciorzędowe stwierdzono najbliżej obecnej powierzchni w wierceniu wykonanym na terenie szpitala miejskiego (profil nr 1, ryc. 2). Zalegają tu one na



Ryc. 1. Szkic geomorfologiczny teras pradoliny Noteści w okolicy Nakła wg Galona (1961). 1 — wysoczyzna morenowa i moreny czołowe, 2 — terasa sandrowa i pradolinna, 3 — terasa pradolinna przejściowa, 4 — górna terasa, 5 — górna terasa przejściowa, 6 — wydmy, 7 — zagłębienia wytopiskowe, 8 — jeziora

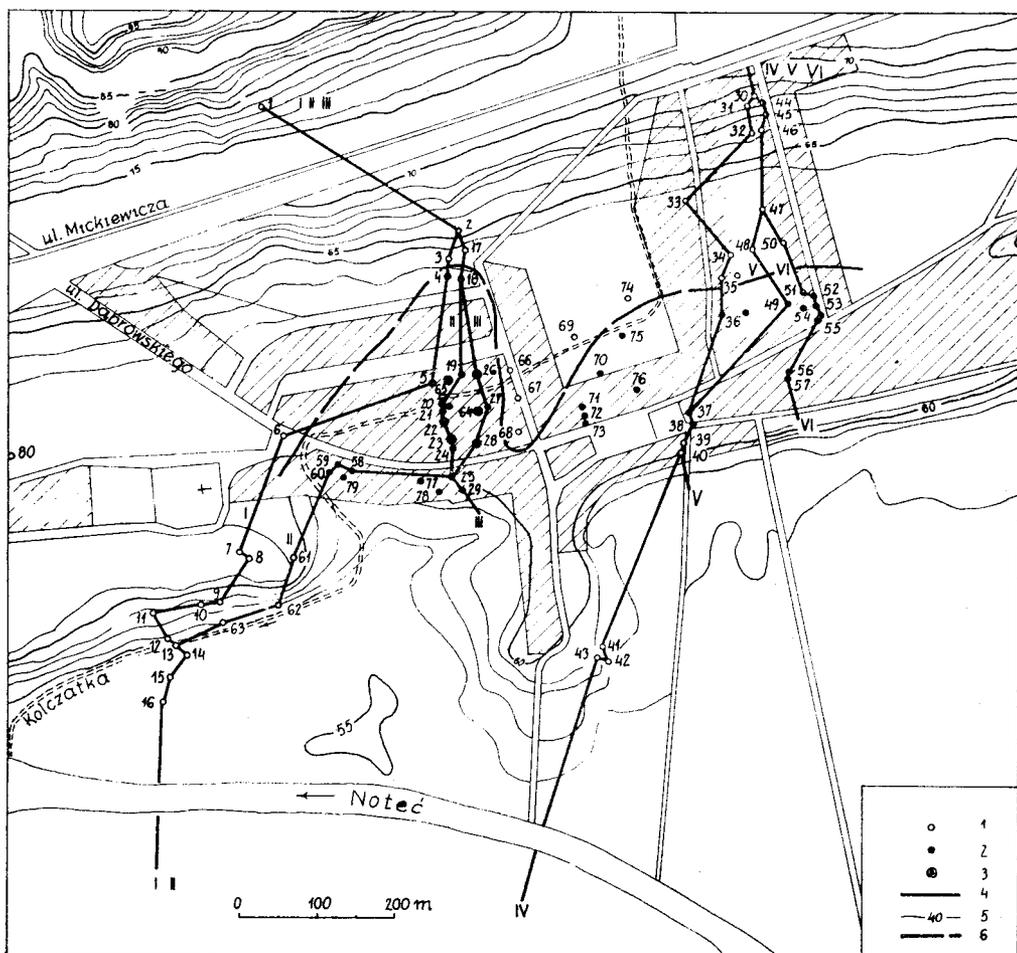
Fig. 1. Geomorphological sketch of terraces of the Noteć ice-marginal streamway in the neighbourhood of Nakło (Galon 1961). 1 — moraine plateau and end moraines, 2 — outwash — and ice-marginal streamway terrace, 3 — ice-marginal streamway transition terrace, 4 — upper terrace, 5 — upper transition terrace, 6 — dunes, 7 — kettles, 8 — lakes

głębokości 26 m, tj. na wysokości 52,6 m n.p.m. W profilu z Bielaw występują dopiero na głębokości 103,5 m, tj. 35 m n.p.m.

Utwory czwartorzędowe Nakła i najbliższej okolicy reprezentowane są głównie przez gliny morenowe i serie fluwioglacjalne oraz torfy i osady jeziora eemskiego. Największą miąższość czwartorzędu stwierdzono w profilu z Bielaw (103,5 m), natomiast najmniejszą, wynoszącą zaledwie 26 m, na terenie stacji kolejowej. Zarejestrowano występowanie czterech kolejnych pokładów glin morenowych, przewarstwionych osadami fluwioglacjalnymi. O dużym zróżnicowaniu czwartorzędu świadczą dwa profile odległe zaledwie o 150 m, pochodzące z terenu cukrowni (Szupryczyński 1966). W pierwszym z nich seria 36 m piasku drobno- i średnioziarnistego leży na glinie morenowej. W drugim pod czterometrową warstwą terasowych utworów piaszczystych i żwirowych, do-

głębokości 32 m zalega zwarty pokład gliny morenowej, pod którym występują utwory fluwiogłajalne.

Wiercenia w obrębie rozpatrywanego obszaru rozmieszczone są nierównomiernie. Największa ich koncentracja, co jest zrozumiałe, występuje na terenie ścisłej zabudowy miasta. Odczuwa się natomiast ich brak na pobliskiej wysoczyźnie morenowej. Jej budowę geologiczną opisał Rühle (1954) na podstawie wierceń wykonanych w Śmielinie, odległym od Nakła o 8 km na zachód. Występują tam trzy poziomy gliny zwałowej, przy czym dolny i środkowy oddzie-



Ryc. 2. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia wierceń. 1 — profile nie zawierające osadów eemskich, 2 — profile z eemskimi osadami organicznymi, 3 — profile zbadane metodami paleobotanicznymi, 4 — linie przekrojów geologicznych (I—IV), 5 — poziomicze, 6 — północny brzeg jeziora

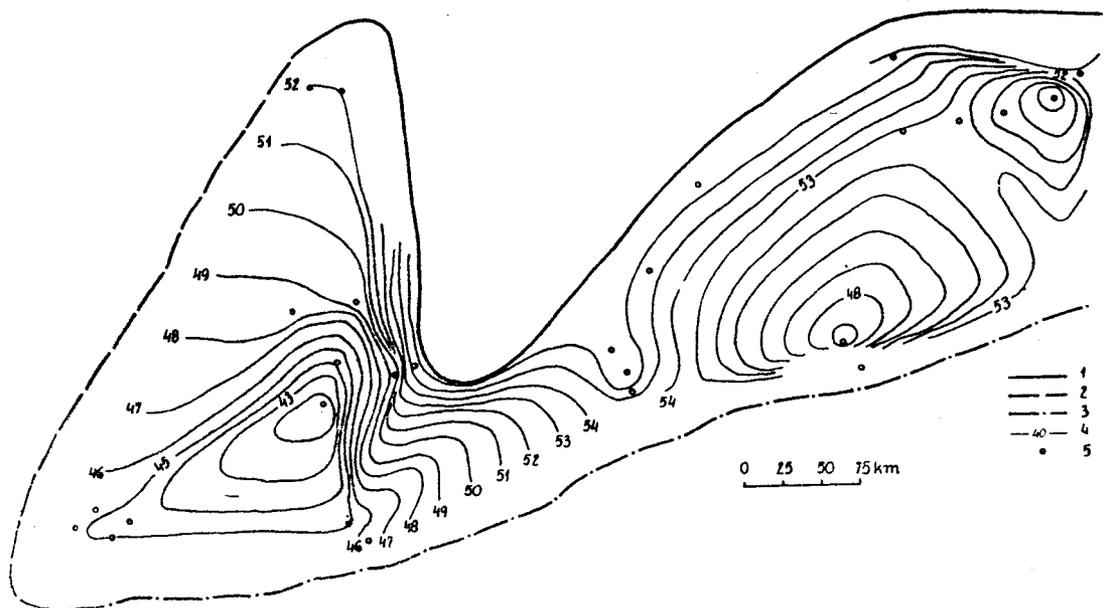
Fig. 2. Outline of distribution of boreholes. 1 — profiles showing no Eemian deposits, 2 — profiles with Eemian organic deposits, 3 — profiles studied by paleobotanical methods, 4 — lines of geological sections (I—IV), 5 — contour lines, 6 — north shore of the Eemian lake

lają utwory rzeczne, rzeczno-lodowcowe, zastoiskowe i 70 cm warstwę torfu z interglacjału eemskiego (Środoń 1954).

Aby ustalić położenie jeziora interglacjalnego na tle budowy geologicznej okolic Nakła, wykonano 6 przekrojów geologicznych prostopadłych do Noteci (ryc. 5 do 10). Przekroje te sporządzono wykorzystując 63 wiercenia usytuowane głównie w zasięgu osadów jeziora kopalnego (ryc. 2). Analiza profili i opracowanych na ich podstawie przekrojów geologicznych pozwala na datowanie oraz określenie pochodzenia materiałów osadzonych przed powstaniem zbiornika interglacjalnego oraz w czasie jego rozwoju i stopniowego zanikania.

Osady interglacjalne podściela glina morenowa zlodowacenia środkowopolskiego. Jej strop znajduje się na różnych wysokościach: 45,8 m n.p.m. w wierceniu 5 (ryc. 5), 48,0 m n.p.m. w wierceniu 19 (ryc. 6), natomiast na północ od zbiornika 76,0 m n.p.m. (ryc. 5)¹.

Szkic ukształtowania powierzchni dna zbiornika przedstawia ryc. 3, która uwidacznia, że jego dno było zróżnicowane rysującymi się wyraźnie przegłębienie-



Ryc. 3. Szkic ukształtowania powierzchni dna zbiornika. 1 — maksymalny zasięg zbiornika eemskiego, 2 — prawdopodobny zasięg zbiornika, 3 — linia zasięgu erozji osadów eemskich, 4 — izobaty, 5 — lokalizacja wierceń osiagających spąg osadów organicznych

Fig. 3. Outline of basin bottom relief. 1 — maximum range of the Eemian basin, 2 — presumed range of basin, 3 — range line of erosion of Eemian deposits, 4 — izobaths, 5 — location of boreholes reaching the bottom of organic deposits

niami i progami. Zbocza były na ogół łagodnie nachylone, bardziej strome w sąsiedztwie głębozczków. To jeziorne obniżenie jest prawdopodobnie fragmentem

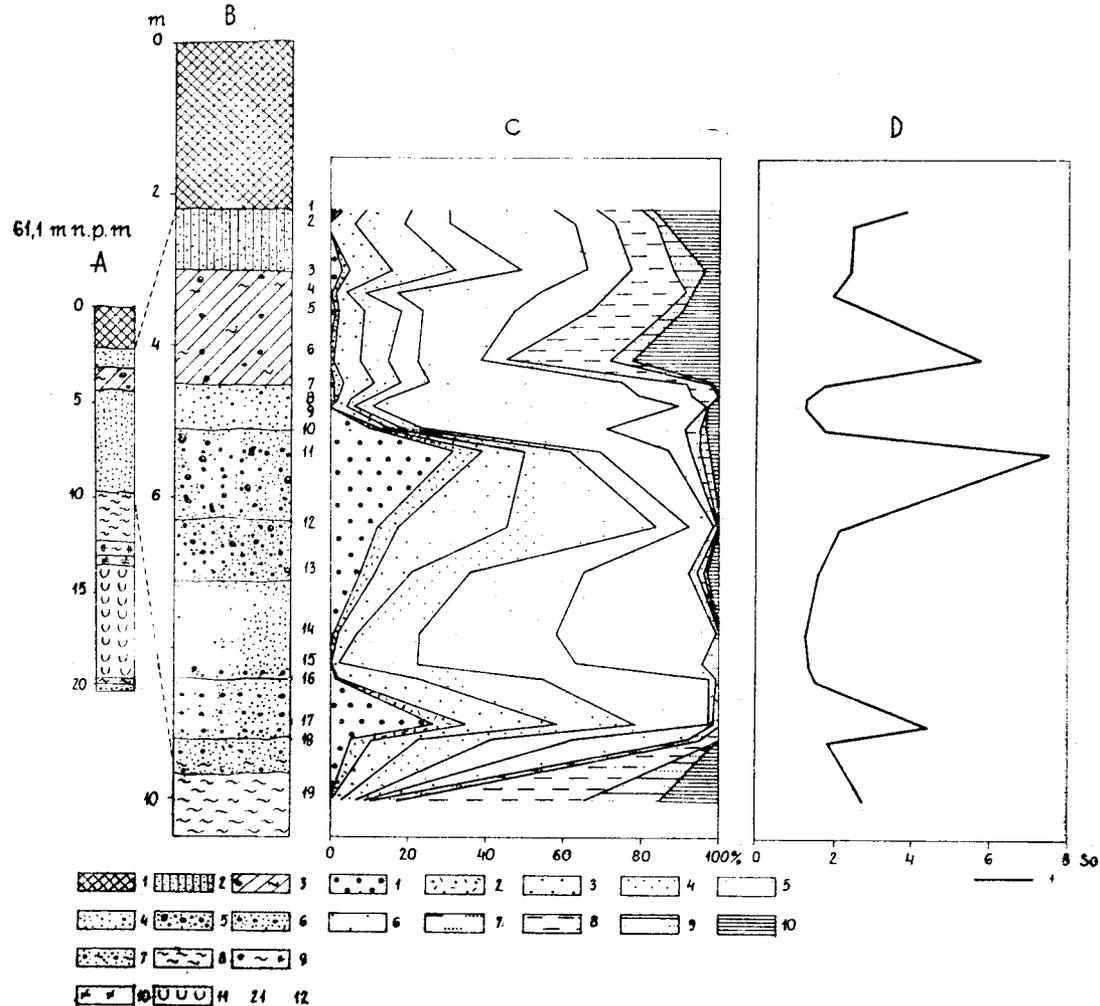
¹ Ryc. 5 i 6 zamieszczono na końcu zeszytu.

kopalnej rynny z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, wykorzystywanej przez płynące wody.

W stropie osadów interglacialnych występuje seria utworów mułowo-piaszczystych z zachowaną w szczytkach gliną morenową ostatniego zlodowacenia. Nadległe utwory, częściowo piaszczyste, częściowo organiczne wiążą się z pradoliną Noteci—Warty.

OPIS WYBRANYCH PROFILI

Analizie paleobotanicznej poddano pięć profili, pochodzących z zachodniej części zbiornika. Charakterystyka osadów profilu głównego przedstawiona została na podstawie szczegółowej analizy materiału mineralnego (ryc. 4) i organicznego (tab. 1). Opis profili pozostałych pochodzi z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla osiedla mieszkaniowego przy ulicy Dąbrowskiego 22, uzupełniony własnymi obserwacjami.



Profil główny (wiercenie 22, ryc. 2)

m	
0— 2,20	nasyp antropogeniczny
2,20— 3,00	gleba piaszczysto-mułowa
3,00— 4,50	głina piaszczysta z dużą ilością frakcji mułowo-ilastej, żółtozielona
4,50— 5,10	piasek drobny i średni z pojedynczymi ziarnami żwiru, jasnożółty
5,10— 7,10	piasek średni, gruby ze żwirem oraz kamieniami, słabo wysegregowany, żółty
7,10— 8,40	piasek drobny i średni, jasnożółty, dobrze wysegregowany, w spągu domieszka piasku grubego
8,40— 9,20	piasek średni i drobny ze żwirem, szary
9,20— 9,60	piasek drobny i średni, jasnoszary z domieszką żwiru i wkładkami piasku mułkowego
9,60—10,40	mułek szary, warstwowany
10,40—11,10	mułek ilasty, ciemnoszary, delikatnie warstwowany z niewielką ilością substancji organicznej oraz drobnymi wtrąceniami żelazistymi, po wysuszeniu bardzo twardy
11,10—12,10	mułek ciemnooliwkowy, plastyczny z rdzawymi plamami, drobno warstwowany
12,10—12,50	mułek humusowy, ciemnobrunatny z drobnymi wtrąceniami CaCO ₃ , warstwowanie niewidoczne
12,50—13,00	mułek humusowy, ciemnobrązowy z wyraźnymi wtrąceniami jaśniejszych warstewek, w których widoczne są drobne konkracje węglanu wapnia
13,00—13,75	gytia humusowa, wapienna o zabarwieniu żółtobrunatnym z niewielką ilością mułku
13,75—18,40	gytia wapienna, ciemnopopielata, jednorodna, bardzo słabo warstwowana, w nieregularnych warstewkach widoczne mikrowytrącenia CaCO ₃
18,40—19,70	gytia wapienna bardzo drobno faliście warstwowana, popielata z ciemniejszymi przewarstwieniami, przelamana dzieli się na drobne warstewki

Ryc. 4. A — Profil główny (zgeneralizowany); B — Profil osadów przykrywających eemskie złoża organiczne. 1 — nasyp antropogeniczny, 2 — gleba piaszczysta, 3 — glina piaszczysta, 4 — piasek drobno- i średnioziarnisty, 5 — piasek różnoziarnisty ze żwirem i kamieniami, 6 — piasek gruboziarnisty ze żwirem, 7 — piasek różnoziarnisty z wkładkami piasku mułkowego, 8 — mułek szary warstwowany, 9 — mułek humusowy, 10 — gytia humusowa, 11 — gytia wapienna, 12 — miejsca punktowego pobrania prób do analizy składu granulometrycznego; C — Kartogram syntetyczny składu mechanicznego osadów przykrywających eemskie osady organiczne. 1 — 10—5,0 mm, 2 — 5,0—2,0 mm, 3 — 2,0—0,5 mm, 4 — 0,5—0,25 mm, 5 — 0,25—0,2 mm, 6 — 0,2—0,1 mm, 7 — 0,1—0,05 mm, 8 — 0,05—0,006 mm, 9 — 0,006—0,002 mm, 10 — <0,002 mm; D — Przebieg wskaźnika wysortowania S_0 wg

$$\text{Traska (1932): } S_0 = \frac{Q_3}{Q_1}, \quad 1 \text{ — krzywa } S_0$$

Fig. 4. A — Main profile (generalized); B — Profile of deposits overlying the Eemian organic deposits. 1 — anthropogenic layer, 2 — sandy soil, 3 — sandy loam, 4 — fine- and medium-grained sand, 5 — variously-grained sand with gravel and stones, 6 — coarse-grained sand with gravel, 7 — variously-grained sand with silty sand lenses, 8 — stratified grey silt, 9 — humic silt, 10 — humic gyttja, 11 — calcareous gyttja, 12 — sites of sampling material for granulometric analysis; C — Synthetic cartogram of grain size composition of deposits overlying the Eemian organic deposits. 1 — 10—5.0 mm, 2 — 5.0—2.0 mm, 3 — 2.0—0.5 mm, 4 — 0.5—0.25 mm, 5 — 0.25—0.2 mm, 6 — 0.2—0.1 mm, 7 — 0.1—0.05 mm, 8 — 0.05—0.006 mm, 9 — 0.006—0.002 mm, 10 — <0.002 mm; D — Variation in sorting index S_0 after Trask

$$(1932): S_0 = \frac{Q_3}{Q_1}, \quad 1 \text{ — curve } S_0$$

Nakło. Skład osadów organogenicznych wiercenia głównego określony metodą Troels-Smitha (1955)

Nakło. Composition of organic deposits of the main borehole determined by Troels-Smith's (1955) method

Nr No.	Głębokość Depth m in	Skład osadów organogenicznych Composition of organic deposits			
1a	10,5 -10,7	Sh 0,5		As 1	Ag 2,5
1b	10,7 -11,0	Sh 0,5		Lf + As 1	Ag 2,5
2	11,0 -11,1	Sh 0,5	Dg +	As 1	Ag 2,5
3	11,1 -11,6	Sh 0,5	Dg +	As 0,5	Ag 3
4	11,6 -12,0	Sh 1	Dg +	Lf + As 0,5	Ag 2,5
5	12,0 -12,1	Sh 1	Dg 1	Lf + As 0,5	Ag 1,5
6	12,1 -12,2	Sh 2	Dg + Ld ⁰ +	As +	Ag 2
7	12,2 -12,3	Sh 2	Dg +		Ag 2
8	12,3 -12,5		Dg + Ld ³ 3	Lf +	Ag 1
9	12,5 -12,8		Dg + Ld ³ 1		Ag 3
10	12,8 -13,0		Dg + Ld ³ 2	Lo +	Ag 2
11	13,0 -13,6	Ph +	Dg + Ld ² 4	Lo +	Ag +
12	13,6 -13,75		Dg + Ld ² 4	Lo +	Ag +
13	13,75-13,9		Dg + Ld ² 4	Lo +	
14	13,9 -14,05		Dg + Ld ¹ 4	Lo +	
15-27	15,05-16,25		Dg + Ld ² 4	Lo +	
23	16,25-16,45		Dg + Ld ¹ 3	Lso 1	Lo +
29	16,45-16,65		Dg + Ld ¹ 3	Lso 1	Lo +
30	16,65-16,75		Ld ¹ 3	Lso +	Lo 1
31	16,75-16,9		Ld ¹ 3	Lso 1	Lo +
32	16,9 -17,15		Ld ¹ 3	Lso 1	Lo +
33	17,15-17,4	Sh 1	Ld ⁰ 2	Lso 0,5	Ga +
34	17,4 -17,55	Sh 1	Yg + Ld ⁰ 2	Lso +	Lo 1
35	17,55-17,9	Sh 0,5	Dg + Ld ⁰ 2	Lso 0,5	Lo 1
36	17,9 -18,2	Sh 1	Ld ⁰ 1	Lso 0,5	Lo 1,5
37-38	18,2 -18,9	Sh 0,5	Ld ⁰ 1	Lso 1	Lo 1,5
39	18,9 -19,2	Sh 1	Ld ¹ 2	Lso +	Lo 1
40	19,2 -19,45	Sh 1	Ld ¹ 2	Lso 1	Lo +
41	19,45-19,75	Sh 1	Ld ¹ 2	Lso +	Lo 0,5
42a	19,75-19,95	Sh 0,5	Ld ¹ 2	Lso +	Lo 0,5
42 b	19,95-20,05	Sh 0,5	Ld ¹ 1	As 1,5	Ag + Ga 1

19,70—19,95 gytia ilasta, brudnobeżowa

19,95—20,01 il piaszczysty, szaroniebieski

20,01—20,10 piasek szary

Profil nr 64 (60,99 m n.p.m.)

m

- 0— 2,30 nasyp antropogeniczny
- 2,30— 2,60 piasek średni przewarstwiony piaskiem gliniastym
- 2,60— 4,00 piasek drobny, jasnobrązowy
- 4,00— 4,60 kamienie z domieszką szarego piasku średniego
- 4,60— 6,30 piasek średni, jasnobrązowy
- 6,30— 6,50 glina pylasta humusowa, popielata
- 6,50— 7,00 mułek humusowy, brązowy
- 7,00— 9,00 gytia humusowa, ciemnobrązowa
- 9,00—10,00 gytia wapienna, ciemnoszara

Profil nr 23 (62,08 m n.p.m.)

m

- 0— 0,20 bruk miejski
- 0,20— 3,50 nasyp antropogeniczny
- 3,50— 4,90 piasek drobny z domieszką gliny, szarobrunatny
- 4,90— 5,30 piasek średni, żółtobrazowy
- 5,30— 7,00 piasek różnoziarnisty, żółty ze żwirem i kamieniami
- 7,00— 7,90 piasek drobny, jasnobrazowy
- 7,90— 9,60 gytia humusowa, brunatna
- 9,60—15,40 gytia wapienna, szara
- 15,40—17,10 piasek drobny, szary przewarstwiony gytia humusową
- 17,10—17,50 gytia ilasta, ciemnoszara
- 17,50—19,50 piasek średni, ciemnoszary

Profil nr 26 (60,85 m n.p.m.)

m

- 0— 2,40 nasyp antropogeniczny
- 2,40— 4,20 piasek średni, jasnobrazowy
- 4,20— 5,00 kamienie z domieszką brązowego piasku średniego
- 5,00— 5,30 kreda jeziorna, jasnopielata
- 5,30— 7,30 piasek drobny, szary
- 7,30— 8,00 piasek średni, szary
- 8,00—10,00 piasek różnoziarnisty, szary ze żwirem i kamieniami

Profil nr 28 (62,80 m n.p.m.)

m

- 0— 2,70 nasyp antropogeniczny
- 2,70— 3,40 piasek różnoziarnisty, brązowy ze żwirem i kamieniami
- 3,40— 5,70 kamienie ze żwirem, szarobrazowe
- 5,70— 6,40 glina brązowa
- 6,40— 7,30 kreda jeziorna, jasnobieżowa
- 7,30—12,00 piasek średni, brązowy

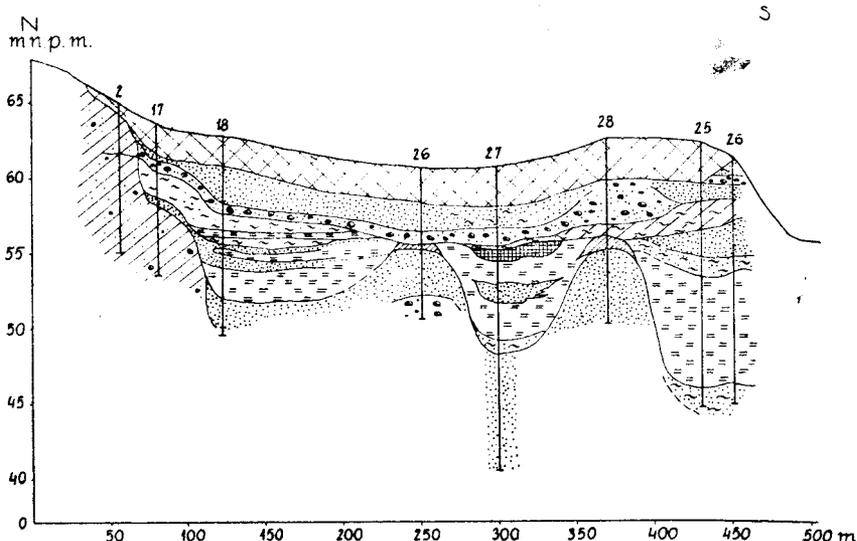
Profil nr 66 (61,10 m n.p.m.)

m

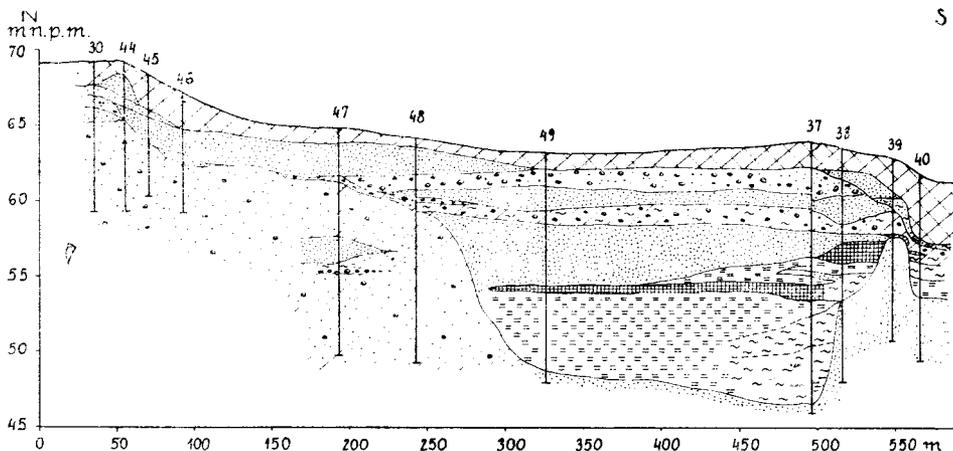
- 0— 2,60 nasyp antropogeniczny
- 2,60— 2,80 piasek średni, brązowy
- 2,80— 5,00 kamienie z domieszką żwiru i gliny szarobrazowej
- 5,00— 7,10 mułek humusowy, brunatnoczarny
- 7,10—11,00 gytia wapienna, szara

METODY PRACY

Materiał do analiz paleobotanicznych pochodzi z profilu uzyskanego wierceniem wykonanym w grudniu 1970 r. przez „Geoprojekt” w Toruniu na zlecenie Instytutu Geografii UMK. Wiercono ręcznie, systemem okrężno-udaraowym przy użyciu świdra rurowego. Materiał do analizy pyłkowej pobrano



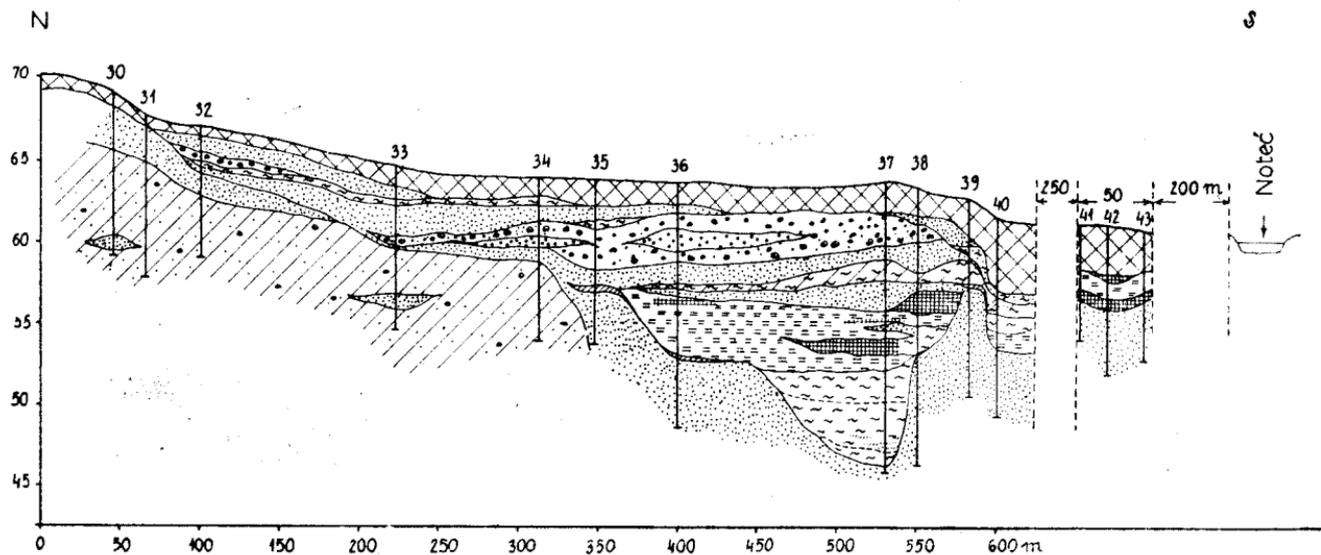
Ryc. 7. Przekrój geologiczny III. Objaśnienia znaków na ryc. 5
Fig. 7. Geological section III. Legend see Fig. 5



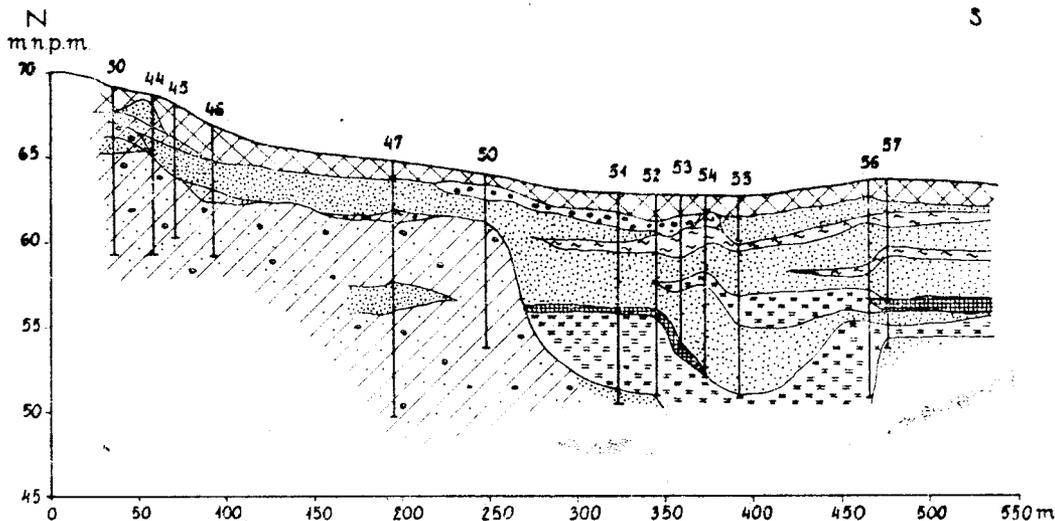
Ryc. 8. Przekrój geologiczny IV. Objaśnienia znaków na ryc. 5
Fig. 8. Geological section IV. Legend see Fig. 5

w terenie do szklanych fiolek, uszczelnionych parafiną. Pozostały osad użyto do badań makroskopowych z zachowaniem odstępów w jakich został pobrany przez świder (42 próby).

Materiał przeznaczony do analizy pyłkowej był przygotowywany w różny sposób w zależności od charakteru osadu. Przed zastosowaniem acetolizy Erdtmanna (Faegri & Iversen 1964) próby zawierające węgiel wapnia traktowano 10% HCl, do osadów ilastych i mułkowatych stosowano kwas fluorowodorowy na gorąco (Wasylkowa 1973). Liczono przeciętnie 1000 AP z dwu lub więcej preparatów, w wypadkach sporadycznych odstąpiono od tej zasady



Ryc. 9. Przekrój geologiczny V. Objaśnienia znaków na ryc. 5
 Fig. 9. Geological section V. Legend see Fig. 5



Ryc. 10. Przekrój geologiczny VI. Objasnienia znaków na ryc. 5
 Fig. 10. Geological section VI. Legend see Fig. 5

(minimum 569, maksimum 1368 AP). Znakiem + oznaczone są na diagramie sporomorfy zidentyfikowane na dodatkowych powierzchniach.

Do analizy makroskopowej materiał szlamowano po uprzednim rozgotowaniu w wodzie z dodatkiem 10% KOH, na sitach o średnicy oczek 0,5 i 0,2 mm. Część uzyskanych tą drogą szczątków makroskopowych powierzono do opracowania specjalistom. Mechy oznaczył dr A. Jutrzenka-Trzebiatowski, pestki rodzaju *Potamogeton* dr M. Aalto z Uniwersytetu w Helsinkach, drewna sosny dr J. Berndt, okrzemki mgr M. Sokół, a nieliczne szczątki ślimaków dr I. Dmoch. Oogonia *Charales* oddano do oznaczenia prof. dr K. Karczmarzowi. Wyniki analizy makroskopowej zawiera tabela 2 i ryc. 11. Zawartość substancji organicznej, uziarnienie utworów mineralnych oraz udział węgla wapnia oznaczono w pracowniach Instytutu Geografii UMK.

Wyniki analizy palinologicznej przedstawiono graficznie dwoma wykresami. Pierwszy, to totalny diagram pyłkowy (ryc. 24), przygotowany metodą standardową. W diagramie drugim (ryc. 25)² zastosowano korektę uwzględniającą różnice w produkcji pyłku przez poszczególne rośliny. Ilość pyłku drzew, które produkują dużo pyłku, zmniejszono czterokrotnie, zgodnie z propozycją Faegriego i Iversena (1964), a rośliny zielne zebrano w grupy ekologiczne.

- I — drzewa i krzewy z wykluczeniem przedstawicieli siedlisk wilgotnych (grupa II); ilość *Pinus*, *Betula* i *Corylus* dzielono przez 4. Liczbą podstawową, od której obliczano procenty, była suma roślin tej grupy.
- II — drzewa i krzewy siedlisk wilgotnych: *Alnus*/4, *Salix* i *Frangula alnus*. Liczbą podstawową to suma I+II.

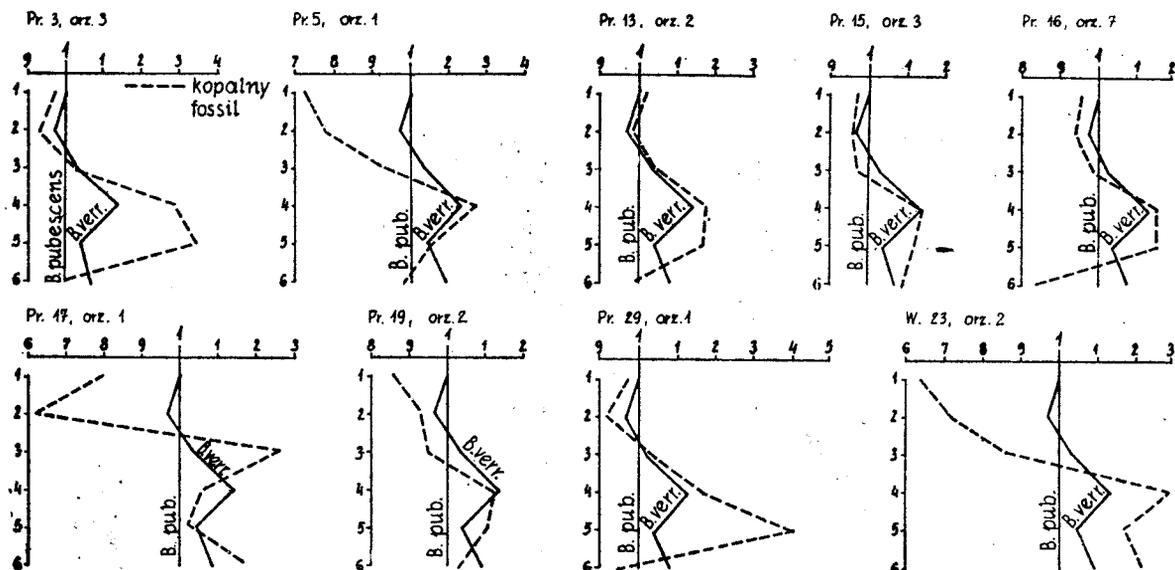
² Ryc. 24 i 25 zamieszczono na końcu zeszytu.

- III — *Hedera helix* — zgodnie z Troels-Smithem (1960), procenty tego gatunku obliczano od sumy drzew światłolubnych, którym najczęściej towarzyszy bluszcz: *Pinus*/4, *Betula*/4, *Populus*, *Fraxinus* i *Quercus*.
- IV — *Viscum* — podstawą obliczeń była suma drzew gospodarzy jemioly (Troels-Smith 1960): *Pinus*/4, *Betula*/4, *Salix*, *Populus*, *Tilia* × 2 i *Acer* × 2.
- V — światłolubne rośliny siedlisk otwartych (liczba podstawowa to suma I+V).
- VI — rośliny łąkowe i błotne (I+VI).
- VII — rośliny zielne i zarodnikowe siedlisk leśnych (I+VII).
- VIII — rośliny wodne (I+VIII).
- IX — rośliny szuwarowe (I+IX).
- X — *Sphagnum* i *Pediastrum* (I).

UWAGI O NIEKTÓRYCH ROŚLINACH

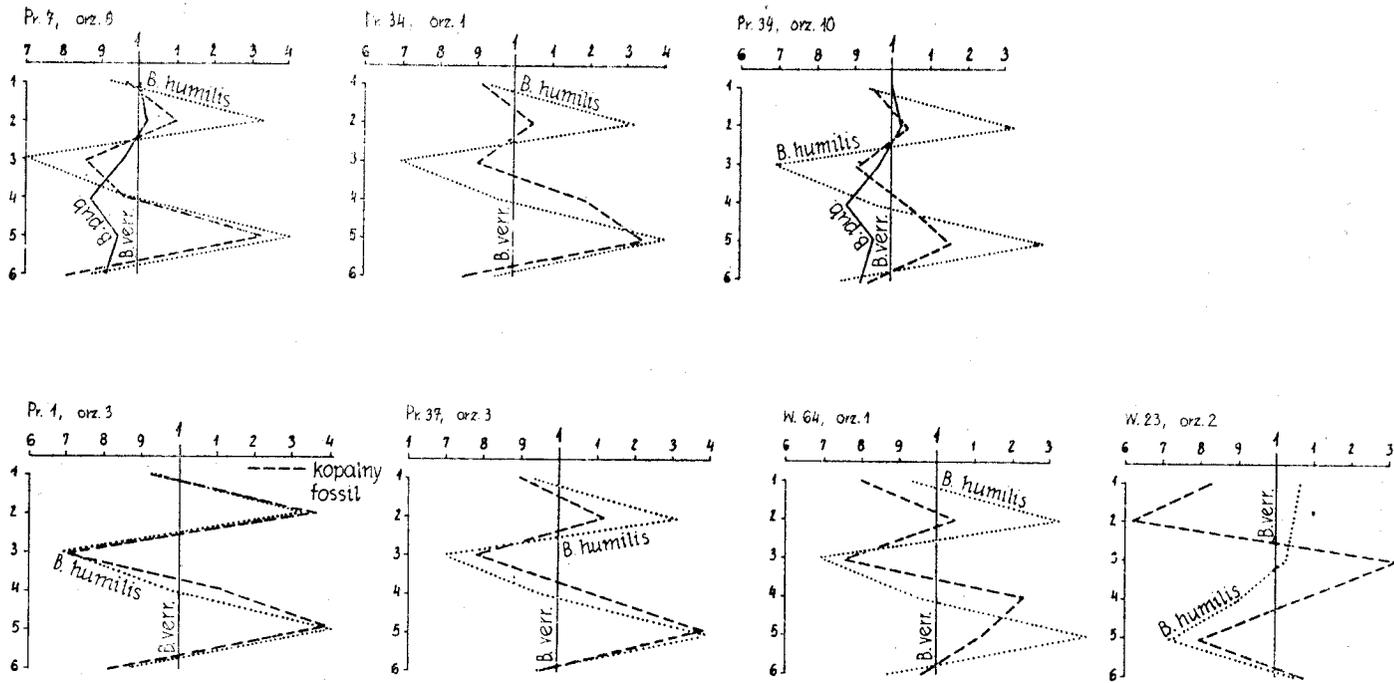
Alnus glutinosa (L.) Gaertn. Stwierdzono dwie łuski owocowe tego gatunku. Ziarna pyłku olszy pojawiają się obficie u schyłku fitofazy *e* (maks. 24%) i występują w niezmienionych ilościach aż do fitofazy h_2 .

Betula L. Materiał kopalny z Nakła zawierał 54 orzeszki brzoź, które zostały zbadane biometrycznie, a następnie porównane z owocami brzoź współczesnych metodą graficzną Jentys-Szaferowej (1959).



Ryc. 12. Linie kształtu kopalnych orzeszek *Betula verrucosa*. Skrót: Pr. — próba, orz. — orzeszek, w — wiercenie

Fig. 12. Shape-lines of fossil nutlets of *Betula verrucosa*. Abbreviations: Pr. — sample, orz. — nutlet, w — borehole



Ryc. 13. Linie kształtu kopalnych orzeszków *Betula humilis*. Skrótóy jak na ryc. 12
 Fig. 13. Shape-lines of fossil nutlets of *Betula humilis*. Abbreviations see Fig. 12

Do scharakteryzowania wielkości i kształtu orzeszków użyto tych samych cech jakimi posłużyły się Białobrzeska i Truchanowiczówna (1960) w badaniach nad 6 gatunkami współczesnych brzoź europejskich. Uwzględniono tylko 6 cech, ponieważ skrzydełka orzeszków były najczęściej zniszczone. Jedynie w dwu przypadkach zachowały się one w całości i można było uwzględnić wszystkie cechy podane przez wymienione autorki.

W materiale z Nakła stwierdzono występowanie czterech następujących gatunków brzoź:

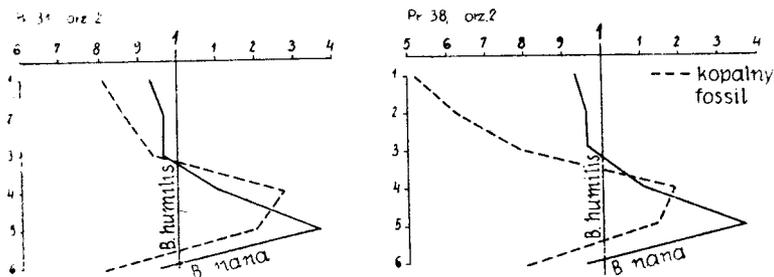
B. verrucosa Ehrh. — 10 orzeszków z profilu głównego i 2 z profilu 23 (ryc. 12).

B. tortuosa Ledeb. — 1 orzeszek we wczesnej fazie *b* (ryc. 17).

B. humilis Schrank. — 6 orzeszków z profilu głównego, 2 z profilu 23 i 1 z profilu 64 (ryc. 13).

B. nana L. — 2 orzeszki z fitofazy *d* i *e* oraz 2 orzeszki z fitofazy *g* (ryc. 14).

Poza tym 9 orzeszków zaliczono do sekcji *albae* (ryc. 16). Charakteryzują się one cechami pośrednimi orzeszków *B. pubescens* i *B. verrucosa*. Brak skrzydełek

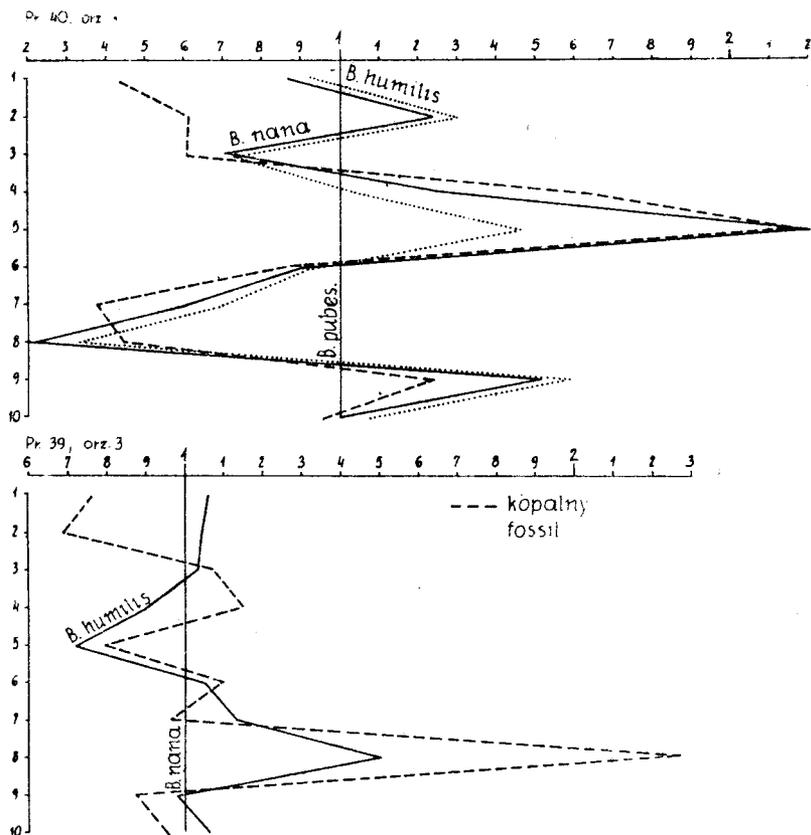


Ryc. 14. Linie kształtu orzeszków kopalnych *Betula nana*

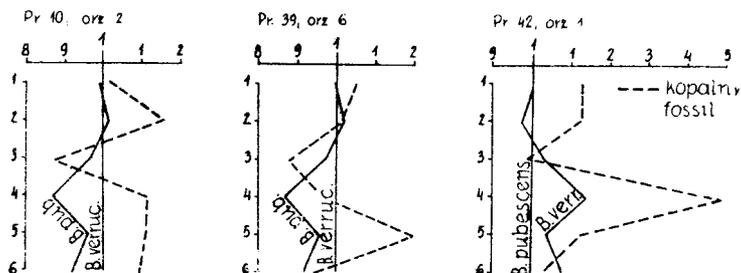
Fig. 14. Shape-lines of fossil nutlets of *Betula nana*

nie pozwolił rozstrzygnąć ich przynależności gatunkowej. Dalsze 4 orzeszki zaliczono do sekcji *nanae* (ryc. 15). Jeden z nich pochodzący z próby 40 jest kształtem zbliżony do *B. nana*, a 3 orzeszki z próby 39 do *B. humilis*.

Wyniki analizy makroskopowej skłoniły do podjęcia analizy biometrycznej ziarn pyłku rodzaju *Betula*. Z poziomów obfitujących w brzozy przygotowano osobne próby metodą acetolizy. Mierzono materiał świeżo przygotowany. Uzyskane wyniki mają znaczenie orientacyjne (Berglund & Digerfeldt 1970). Wielkość ziarn pyłku waha się w granicach od 18,8 μ do 30,6 μ (ryc. 18), są one nieco mniejsze od średnich uzyskiwanych dla pyłku tego rodzaju (Wasylkowa 1964). W próbie z głębokości 19,7 m (fitofaza *b*) wielkość ziarn mieści się w zakresie od 18,8 do 27,2 μ z wyraźnym wierzchołkiem przy 22,1 μ , a więc charakterystycznym dla brzoź o mniejszych wymiarach pyłku. W następnej próbie z 19,6 m, z tego samego okresu, obserwuje się przesunięcie wierzchołka wykresu do następnej klasy, przy jednoczesnym zwiększeniu amplitudy wielkości od 18,8 do 30,6 μ . W próbach pochodzących już ze schyłku fitofazy *b* oraz fitofaz *c*, *d* i *h* wierzchołek wykresu osiąga 23,8 μ . Wartość ta odpowiada *B. verrucosa*, co pozwala przypuszczać, że gatunek ten był tu obficie reprezentowany. Trzy



Ryc. 15. Linie kształtu orzeszków posiadających cechy pośrednie *Betula nana* i *B. humilis*
 Fig. 15. Shape-lines of fossil nutlets showing intermediate features between *Betula nana* and *B. humilis*

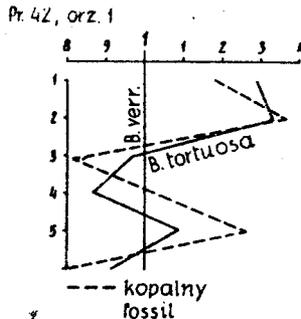


Ryc. 16. Linie kształtu kopalnych orzeszków o cechach pośrednich *Betula verrucosa* i *B. pubescens*
 Fig. 16. Shape-lines of fossil nutlets showing intermediate features between *Betula verrucosa* and *B. pubescens*

kolejne próby z głębokości 18,9, 18,8 i 18,7 m (fitofaza *d*) charakteryzują się zmniejszeniem średnich wielkości pyłku, które w większości grupują się wokół wartości 22,7 μ , odpowiadającej *B. humilis*.

Z przytoczonych danych wynikałoby, że *B. nana* i *B. humilis* najprawdopodobniej przetrwały w ciągu całego interglacjału, pomimo zmian klimatycznych protegujących rozwój brzoź drzewiastych (głównie *B. verrucosa*). Występowanie *B. nana* i *B. humilis* podczas całego interglacjału obserwował również Tołpa (1952) w profilu eemskim z Kalisza, natomiast ich brak podkreśla Niklewski (1968) w profilu z Główeczyña.

Wśród zmierzonych ziarn pyłku (2883) okazy o rozmiarach większych od $25,5 \mu$, charakterystyczne dla *B. pubescens*, stanowiły niewielki procent. Nie stwierdzono także występowania typowych dla tego gatunku orzeszków.



Ryc. 17. Linie kształtu kopalnego orzeszka
Betula tortuosa

Fig. 17. Shape-lines of fossil nutlet of *Betula tortuosa*

Anthemis typ. Zaliczono tu ziarna pyłku, które posiadają kolce o długości 4 do 5μ i szerokiej podstawie, oraz egzynie o grubości 5 do 6μ (Stix 1960). *Anthemis* typ obejmuje rodzaje *Anthemis*, *Achillea*, *Chrysanthemum*, *Matricaria* i *Tanacetum*. W profilu występują w fitofazie *b* i począwszy od fazy *g* aż do W_1 .

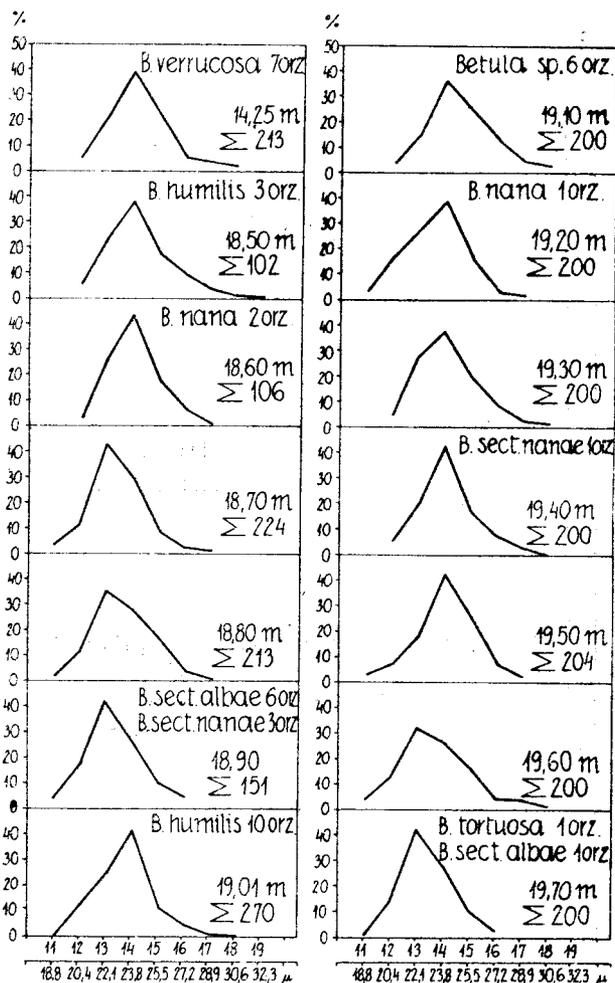
Agrimonia cf. *eupatoria* L. Jedno ziarno znaleziono w fitofazie *d*, razem z przedstawicielami roślinności leśnej. Charakteryzuje się ono dużymi rozmiarami ($62 \times 43 \mu$) oraz elementami skulptury układającymi się w krótkie, krzyżujące się striae.

Arctostaphylos uva-ursi L. Trzy pestki tego gatunku oraz kilka dużych tetrad ($45 \times 55 \mu$) typu *Arctostaphylos* znaleziono w osadzie z fitofazy W_1 . Mącznica lekarska jest gatunkiem holarktycznym o szerokim wokółbiegunowym rozmieszczeniu przekraczającym nieznacznie 70° szer. geograficznej, natomiast w Polsce osiąga południową i południowo-zachodnią granicę zwartego zasięgu. Rośnie w świetlistych i suchych borach sosnowych, na glebach piaszczystych, często zbielcowanych (Browicz & Kaczmarek 1972).

Batrachium S. F. Gray. W profilu głównym stwierdzono występowanie 147 owocków, natomiast w pozostałych tylko 24. Tołpa (1961) omawiając eemską florę ze Sławna, zwraca uwagę na masowe występowanie *Batrachium* w chłodnym okresie panowania lasów szpilkowych. Podobnie jest w profilu

z Nakła, w którym 134 owocki stwierdzono w 4 próbach chłodnej fazy W_1 , odznaczającej się także maksimum występowania ziarn pyłku tego rodzaju.

Callitriche autumnalis L. Piętnaście owoców z dobrze zachowanym oskrzydleniem znaleziono w fitofazach h_2 i W_1 . Jest to gatunek borealno-cyrkumpo-

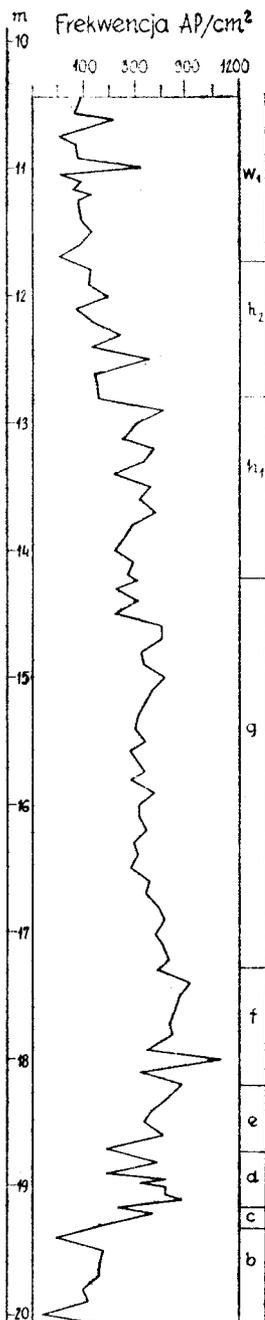


Ryc. 18. Wykres pomiarów ziarn pyłku *Betula* pochodzących z dolnej części profilu głównego oraz z głębokości 14,25 m
Fig. 18. Graph of measurements of *Betula* pollen grains derived from the lower part of the main profile and from a depth of 14,25 m

larny, osiągający w Polsce południową granicę zasięgu (Pawłowski 1956 1959).

Lemna L. Obecność jednego owocu i ziarn pyłku w chłodnej fitofazie W_1 świadczą o występowaniu tego rodzaju w badanym zbiorniku.

Linum L. W fitofazie *b* oznaczono po jednym ziarnie *L.* typ *austriacum* i *L. sp.*, w fitofazie *h₂* *L.* typ *catharticum*, a w fitofazie *W₁* trzy ziarna *L. austriacum*. Jak wiadomo, rodzaj ten posiada ziarna pyłku odznaczające się dimorfizmem (Faegri & Iversen 1964). Zdaniem Saada (1961), rośliny gatunków



Ryc. 19. Frekwencja ziarn pyłku drzew w osadzie profilu głównego

Fig. 19. Frequency of tree pollen grains in the main profile deposit

homostylicznych, a z heterostylicznych posiadające krótkie szyjki słupka, produkują ziarna pyłku z jednopostaciowymi wyrostkami. Okazy długoszyjkowe produkują ziarna o wyrostkach dwupostaciowych. Ziarna pyłku z wyrostkami wielopostaciowymi tworzą stadia pośrednie między typem pyłku z wyrostkami jedno- i dwupostaciowymi. Zaobserwowanie powyższych cech pozwoliło oznaczyć ziarna pyłku z głębokości 11,04, 11,50, 11,70 m jako *L.* typ *austriacum* z kwiatów brewistycznych.

Lysimachia L. W fitofazach *e*, *f* i *g* oznaczono trzy ziarna pyłku *L. nummularia*, a w fitofazie *h*₁ jedno ziarno *L. thyrsoflora*. Pierwszy gatunek posiada ziarna pyłku trójbruzdowoporowe z reticulum (perreticulate) o zarysie południkowym, kolistym, z delikatnymi columellami stojącymi obok siebie w dwu lub więcej szeregach. *L. thyrsoflora* ma ziarna pyłku o typie morfologicznym podobnym do gatunku poprzedniego, różni się jednak delikatniejszymi i słabiej widocznymi columellami, które tworzą reticulum o oczkach zmniejszających się w kierunku bruzdy.

Myriophyllum L. Z osadu wydobyto 26 rozłupek tego rodzaju. Ziarna pyłku *M. spicatum* i *M. verticillatum* występują regularnie od głębokości 12,30 m do stropu profilu. Ich obecność wskazuje na eutroficzny charakter jeziora (Berglund 1966).

Najas marina L. f. *typica* Anderson. Znaleziono 8 owoczków w fitofazie *f* i 4 w fitofazie *g*. Ich średnia długość wynosi 4,7 mm, a skrajne wartości osiągają od 3,9 do 5,1 mm. Są to rozmiary owoczków spotykanych w okresach o klimacie ciepło-umiarkowanym charakterystyczne dla formy typowej (Środoń 1954).

Osmunda L. Andersen (1961) zakwestionował oznaczenia gatunkowe kopalnych spor *O. regalis* i *O. claytoniana*, odznaczających się w niektórych cechach dużym podobieństwem. Większość spor *Osmunda* z Nakła zaliczono do *O.* cf. *claytoniana*, ponieważ posiadały one wyrostki typu verrucae oraz gemmae i clavae układające się we wzór podobny do reticulum, mniej jednak wyraźny niż u *O. regalis*. Na głębokości 13,90 m oznaczono jedną sporę jako *O.* cf. *cinamomea* o elementach skulpturowych zupełnie oddzielonych.

Polygonum L. Pojedyncze ziarna pyłku zaliczone do *P.* cf. *viviparum* znaleziono w fitofazie *W*₁. Bardzo podobne morfologicznie ziarna *P. bistorta* i *P. viviparum* podawane są zwykle jako jeden typ (Andersen 1961; Ralska-Jasiewiczowa 1966). Na podstawie obserwacji materiałów współczesnych można zauważyć, że część ziarn pyłku *P. viviparum* nie posiada por i w porównaniu z *P. bistorta* odznacza się mniejszą różnicą grubości seksyny w biegunowej i równikowej części ziarna, gdy jest ono obserwowane w położeniu równikowym. Ziarna kopalne wyróżnione na podstawie wyżej wymienionych cech opisano jako *P.* cf. *viviparum*, natomiast ziarna stwierdzone w fitofazach *b* i *W*₁ posiadające pory oznaczono jako *P. bistorta-viviparum*. Ponadto oznaczono *P. amphibium*, *P.* typ *aviculare* i *P.* typ *convolvulus* w fitofazie *W*₁ oraz *P.* typ *persicaria* w fitofazach *b* i *h*.

Potamogeton L. Wśród 151 pestek dr M. Aalto oznaczyła pięć gatunków tego rodzaju: *Potamogeton perfoliatus* L. (64 pestki), *P. crispus* L. (41 pestek),

P. praelongus Wulfen (39 pestek), *P. natans* L. (5 pestek), *P. lucens* L. (1 pestka), *Potamogeton* sp. (jeden fragment). Najliczniej reprezentowane są gatunki zasiedlające dna jezior do głębokości 6 m. Pozwala to przypuszczać, że w okresie obfitego rozwoju przedstawicieli rodzaju *Potamogeton* jezioro było stosunkowo głębokie z otwartym lustrem wody.

Ranunculus L. Na podstawie cech morfologicznych ziarn pyłku podanych przez Andersena (1961) oznaczono *R.* typ *acer*. Poza tym wyróżniono *R.* cf. *sceletatus*, którego pyłek posiada wyrostki typu verrucae, na których zaobserwować można drobne kolce. Ziarna pyłku o takim typie budowy występowały w stropie i spągu profilu. W fitofazie h_1 znaleziono także jeden owoc *R. sceletatus*, gatunku związanego z brzegami wód, uważanego za roślinę pionierską zjawiającą się na brzegach, narażonych na okresowe zalewanie (Oberdorfer 1970).

Rumex maritimus L. Dwa okwiaty z dobrze zachowanymi szczytami zębami znaleziono w fitofazie W_1 . Stwierdzono tu także występowanie 4 ziarn pyłku *R.* sect. *lapathum* należące być może do tego gatunku.

Sanguisorba officinalis L. Nordborg (1958) oraz Erdtman i Nordborg (1961) opisali dwa typy chromosomowe tego gatunku: $2n=28$ i $2n=56$. Różnią się one rozmiarami i budową morfologiczną. Oba typy chromosomowe można

Tabela 3
Table 3

Nakł. Wymiary kopalnych ziarn pyłku o cechach morfologicznych *Sanguisorba officinalis* $2n=28$

Nakł. Measurements of fossil pollen grains showing morphological features of *Sanguisorba officinalis* $2n=28$

Głębokość w m Depth in m	Wymiary ziarna w μ Size of grains in μ
10,40	29,4 x 22,0
10,55	27,2 x 20,6
10,80	26,6 x 19,6
11,10	27,7 x 21,3
11,15	25,4 x 20,4
11,30	20,2 x 19,9
11,40	23,4 x 20,0
11,60	24,7 x 18,4
11,70	27,0 x 22,1
12,20	29,2 x 23,0

także wyróżnić w materiale kopalnym (Berglund 1963, 1966; Mamakowa 1968). *Sanguisorba officinalis* $2n=28$ (tetraploid) posiada ziarna pyłku lekko wydłużone o wymiarach $29 \times 22 \mu$ (Erdtman *et al.* 1961), sześcioporowobruzdowe, o płatach rozmieszczonych parami — intercolpium mniejsze znajduje się na przemian z większym (Berglund 1966, I). *Sanguisorba officinalis* $2n=56$ posiada ziarna pyłku większe od tetraploidu ($37 \times 28 \mu$) sześcioporowobruzdowe, z bruzdami rozmieszczonymi w równych odległościach. Badania Nordborg

(1963) wykazały, że w Gotlandii tetraploid spotykany jest na wrzosowiskach o podłożu wapiennym, oktoploid zaś występuje głównie na siedliskach wilgotnych. W Blekinge (SE Szwecja) występują oba cytotypy, tetraploid w osadach późnego glaciału i holocenu, natomiast oktoploid tylko w postglacjale (Berglund 1966). Wszystkie ziarna pyłku znalezione w osadach z Nakła należą do cytotypu $2n=28$ (tab. 3) i pochodzą z chłodnej fitofazy W_1 .

Scrophularia typ. Zalicza się tu ziarna trójbruzdowoporowe posiadające reticulum (perreticulate) z wyraźnymi columellami i słabo widocznym margo. Podobny morfologicznie typ ziarn produkuje *Verbascum* (Faegri & Iversen 1964). Po jednym ziarnie *Scrophularia* typ znalezione w fitofazach g i W_1 profilu głównego.

Selaginella selaginoides L. Obecność jednej makrospory w fitofazie b oraz kilku mikrospor w fitofazach b i W_1 jest dalszym potwierdzeniem chłodnego a zarazem wilgotnego klimatu wczesnej oraz schyłkowej fazy interglacjalu (por. Środoń 1961).

Mchy

W osadach z Nakła oznaczono (dr A. Jutrzenka-Trzebiatowski) następujące gatunki: *Amblystegium juratzkanum* Schimp., *A. varium* (Hedw.) Lindb., *Calliargon cuspidatum* (L.) Lindb., *C. trifarium* (Web. et Mohr) Kindb., *Cinclidium stygium* Sw., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *D. exannulatus* (Br. eur.) Warnst., *D. vernicosus* (Mitt.) Warnst., *D. fluitans* (Hedw.) Warnst., *D. sendtneri* (Schimp.) Warnst., *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.

Wymienione gatunki mchów związane są z eutroficznym siedliskiem, a ich występowanie w fitofazie W_1 wraz z licznymi ziarnami pyłku *Cyperaceae* wskazuje na wzmożenie procesów torfotwórczych w wypłyconych, brzeżnych partiach zbiornika.

Okrzemki

Próby do analizy okrzemkowej (oznaczył mgr M. Sokół) w liczbie 13 pochodzą z faz $b - h_2$. Oznaczono 83 taksony (tab. 4), wśród których najczęstszym jest rodzaj *Cyclotella* (fazy $b - g$). Zmniejszenie się liczebności i zanik niektórych taksonów okrzemek planktonicznych w osadzie fazy h spowodowany został ochłodzeniem klimatu oraz wypłyconiem jeziora.

SPOROMORFY EGZOTYCZNE NA WTÓRNYM ZŁOŻU

Ziarna pyłku roślin trzecieorzędownych spotykane były w próbach stropowych i spągowych. Ich obecności towarzyszy występowanie w złożu domieszki składników mineralnych. Sporomorfy egzotyczne zostały wymienione w tabeli 5

Nakło. Lista okrzemek oznaczonych w osadach jeziora samskiego

Nakło. List of diatom taxa identified in the Samian lake

Fazy - Phases	h ₂ , h ₁		g						f		e	d	b	
	Nr prób - No. of samples		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Achnanthes clevei Grun.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. lanceolata (Bréb.) Grun.	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphora ovalis var. libyca (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. ovalis var. pediculus Kütz.	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Anomoeoneis sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asterionella formosa Hassall	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Caloneis silicula (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cocconeis disculus (Schum.) Cl.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
C. placentula var. euglypta (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Cyclotella bodanica Eulenzst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
C. comta (Ehr.) Kütz.	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C. kützingiana Thv.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
C. kützingiana var. planetophora Fricke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
C. meneghiniana Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
C. ocellata Faut.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W.Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. solca (Bréb.) W.Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cymbella affinis Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
C. cf. aspera (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
C. cistula (Hemp.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
C. ehrenbergii Kütz.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
C. helvetica Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
C. parva (W.Sm.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
C. ventricosa Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diploneis elliptica (Kütz.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Ephesia sorex Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
E. turgida (Ehr.) Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
E. zebra (Ehr.) Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
E. zebra var. saxonica (Kütz.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
E. zebra var. porcellus (Kütz.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Eunetia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragillaria breviseriata Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
F. constricta var. triabdus Hust.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
F. construens (Ehr.) Grun.	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
F. construens var. venter (Ehr.) Grun.	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
F. construens var. triangulata Reich.	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
F. inflata (Heid.) Hust.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
F. intermedia Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
F. leptostaura (Ehr.) Hust.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
F. planata Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema acuminatum Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
G. acuminatum var. trigonocephalum (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
G. angustatum (Kütz.) Rabh.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
G. constrictum var. capitatum (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
G. intricatum Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Gomphonema sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Gyrosigma sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Hantzschia granulata (Ehr.) Ralfs	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
M. granulata var. angustissima Müller	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
M. italica (Ehr.) Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Navicula bacillata Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
N. diocephala (Ehr.) W.Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
N. gastrum Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. gracilis Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. menisculus Schumann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. oblonga Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
N. radiosa Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
N. reismannitii Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
N. scutelloides W.Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
N. taseula (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Navicula sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Noidium affine (Ehr.) Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Noidium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opephora martyi Hérib.	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pinnularia cf. streptoraphe Cl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinnularia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhopaledia gibba (Ehr.) O.Müll.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
R. parallela (Grun.) O.Müll.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Stauroneis sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. anceps Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Striatella biseriata Bréb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Synedra capitata Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
S. parasitica (W.Sm.) Hust.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Synedra sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
S. ulna (Nitzsch) Ehr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Tabellaria sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Nakł. Bez względu na ilość sporomorf egzotycznych i *Hystrix* oznaczonych w profilu głównymNakł. Absolute numbers of sporemorphs of exotic plants and *Hystrix* identified in the main profile

	Głębokość w m - Depth in m																	
	20,1	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6	19,5	19,4	19,3	18,5	14,2	13,8	12,4	12,2	11,5	11,2	10,6	10,5
Anacardiaceae	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araliaceae-Cornaceae	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carya	1	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castanopsis	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corylopsis	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cupressaceae	3	4	9	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyrillaceae	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dievillea	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Engelhardtia	3	8	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gleicheniaceae	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leguminosae	2	2	-	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyssa	19	16	8	3	3	1	4	1	1	-	1	1	1	-	1	2	1	1
Oleaceae	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostrya	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platycarya	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podocarpus	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollenites laesus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pterocarya	2	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Reevesia typ	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhamnaceae Paliurus typ	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhus	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sequoia	1	1	1	1	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciadopitys	5	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Sterculiaceae	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taxodiaceae	12	13	4	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Tsuga	2	1	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Hystrix</i>	12	17	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

i przedstawione na ryc. 21 sumaryczną krzywą. Pierwotnym ich złożem był najprawdopodobniej pokład gliny morenowej występujący w zboczu jeziora (ryc. 5 do 10). Razem z ziarnami pyłku roślin egzotycznych znajdowano formy określane jako *Hystrix*, organizm towarzyszący z reguły trzeciorzędowym ziarnom pyłku na wtórnym złożu (Iversen 1942).

SZCZĄTKI ZWIERZĘCE

Daphnia sp. Począwszy od schyłku fazy *g* pojawiają się ehippia tego rodzaju. Stopniowy ich wzrost, a następnie obfite występowanie (97 okazów w jednej próbie) jest dalszym dowodem wypłycenia jeziora oraz braku przepływu wód u schyłku interglacjalu.

Molusca (oznaczyła dr I. Dmoch). Stwierdzono obecność następujących ślimaków: *Gyraulus cristata* O. T. Müller, *Bithynia* cf. *leachi* Speppard, *B. tentaculata* Linne, *Valvata* cf. *cristata* Linne, *V. piscinalis* O. T. Müller, *V. sp.* Pod wzglę-

dem ekologicznym ślimaki te reprezentują faunę spokojnych wód stojących o mulistym lub piaszczystym dnie i bujnej roślinności. Obecnie są one pospolite, jedynie *Bithynia leachi* można uznać za gatunek rzadszy (Urbański 1957). Ślimaki z Nakła to gatunki eurytermiczne, należące do elementów holarktycznego i palearktycznego. Z wyjątkiem *Bithynia leachi*, sięgają po koło podbiegunowe (*B. leachi* po 60—61° szerokości północnej), natomiast południowa ich granica znajduje się na obszarze śródziemnomorskim. We wszystkich próbach znaleziono 61 szczątków, i to głównie wieczek. Poziomy z wyraźnym nasileniem występowania ślimaków są synchroniczne ze zwiększeniem ilości szczątków mechów, przypadają zatem na okres lądowacenia jeziora.

ROZWÓJ ROŚLINNOŚCI INTERGLACJALNEJ W OKOLICACH NAKŁA

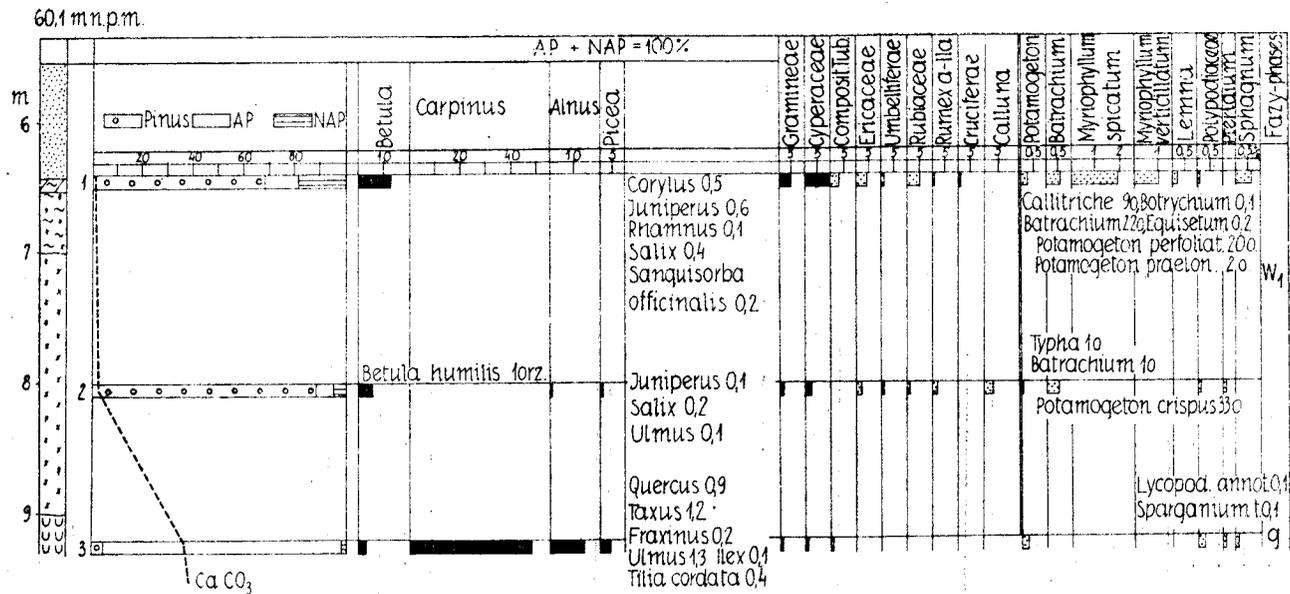
Przy podziale diagramu z Nakła posłużono się schematem stratygraficznym Jessena i Milthersa (1928) opracowanym dla Danii i północno-zachodnich Niemiec. Zgodnie z wynikami badań Andersena (1957) i Zagwijnna (1961), fitofazę *i* zaliczono do wczesnego stadium ostatniego zlodowacenia (W_1). Diagram obejmuje więc fazy *b* — W_1 .

Fitofaza *b*

Odkładanie osadów rozpoczęło się w późnym glacie zlodowacenia środkowopolskiego w czasie gdy w okolicy Nakła panował krajobraz parkowy z grupami drzew (*Betula* sect. *nana*, *B.* sect. *alba*, *B. tortuosa* i *Pinus sylvestris*) wśród zbiorowisk roślin zielnych i krzewów (*Juniperus*, *Salix*, *Hippophaë*). Znaczny udział heliofitów pozwala wyrazić przypuszczenie, że wysoka w tym czasie frekwencja pyłku sosny wiąże się z jego dalekim transportem (Aario 1943; Środoń 1960).

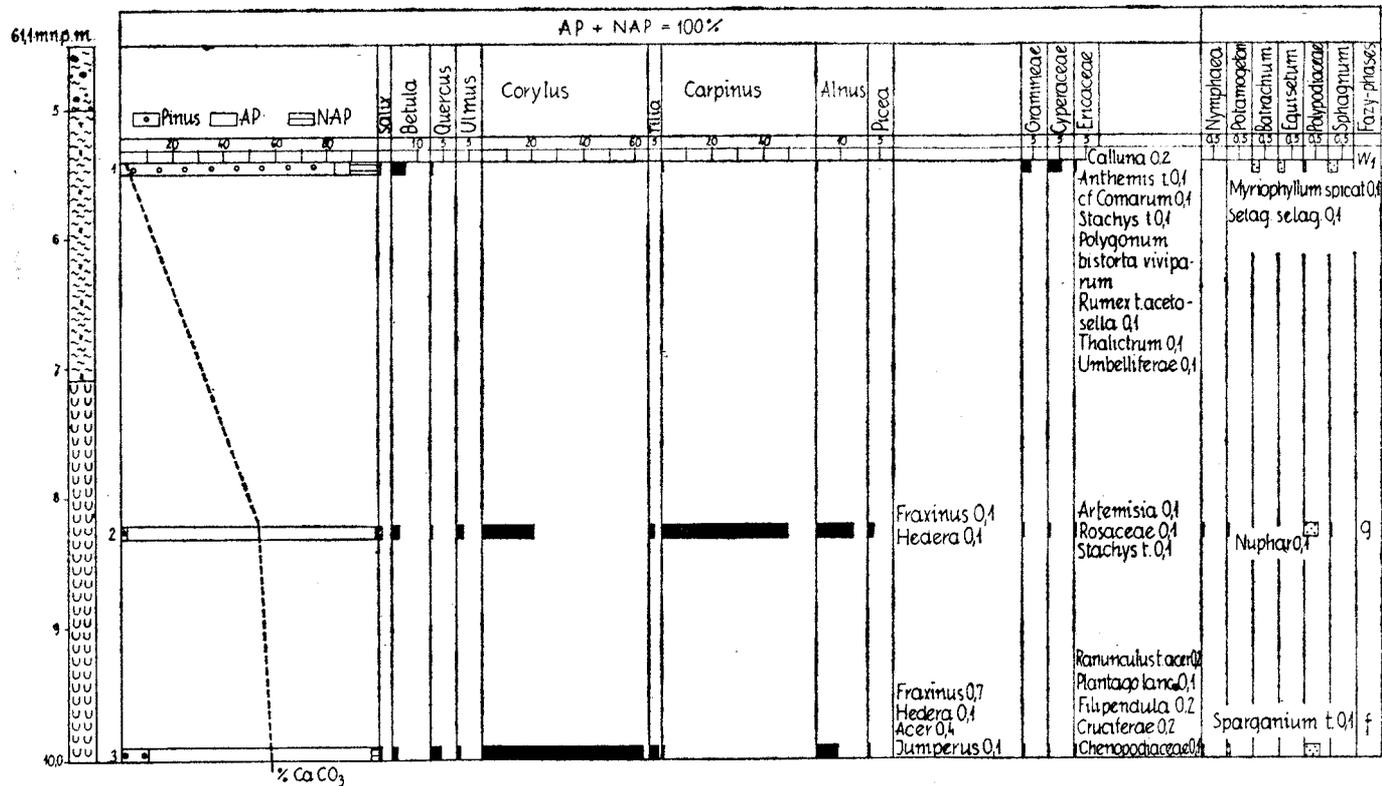
Wśród roślinności zielnej na uwagę zasługują gatunki światłolubne: *Helianthemum* typ *nummularium*, *H.* typ *canum*, *Pleurospermum*, *Linum* typ *austriacum*, *Linum* sp., cf. *Erica*, *Arthemisia*, *Chenopodiaceae*, *Polygonum bistortaviviparum*, *P.* typ *persicaria*, cf. *Chamaenerion*, *Gypsophila*. W brzeżnych partiach jeziora pojawiają się rośliny wodne (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Potamogeton* sect. *Eupotamogeton*, *Sparganium* typ), a wilgotne brzegi sprzyjały rozwojowi torfowców, paproci i skrzypów.

Pod koniec fitofazy *b* zmniejsza się udział sosny z jednoczesnym wzrostem brzozy. W tym czasie pojawia się topola, zwiększa się znaczenie roślinności zielnej (drugie maksimum), a zwłaszcza traw, których ziarna pyłku zbliżone są najczęściej do typu morfologicznego *Phragmites* (Beug 1963). Wzrost brzozy kosztem sosny, jałowca i heliofilnych roślin zielnych jest podstawą do wyznaczenia granicy pomiędzy późnym glacielem a interglacielem.



Ryc. 21. Diagram pyłkowy osadów z profilu 64. Objasnienia na ryc. 20 i 26 *
Fig. 21. Pollen diagram of deposits from profile 64. Legend see Fig. 20 and 26

* Ryc. 20, 26 i 27 zamieszczono na końcu zeszytu.

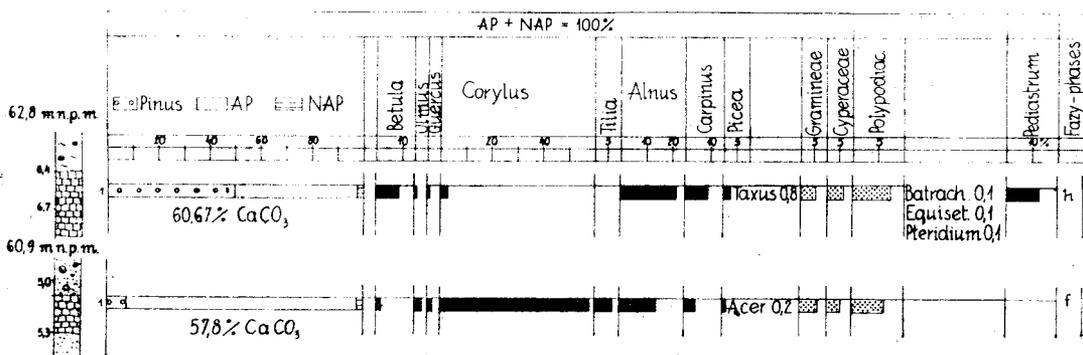


Ryc. 22. Diagram pyłkowy osadów z profilu 65. Objaśnienia na ryc. 20 i 26
 Fig. 22. Pollen diagram of deposits from profile 65. Legend see Fig. 20 and 26

Fitofaza c

Brzozy osiągają wartości maksymalne, zmniejsza się rola roślin zielnych, zanika jałowiec a pojawia się wiąz. Wczesna w stosunku do innych drzew liściastych obecność wiązu jest charakterystyczna dla profili eemskich z zachodniej Europy (Andersen 1964, 1965).

W profilu starano się prześledzić zróżnicowanie kształtu, zgrubień wokółporowych oraz skulptury ziarn pyłku *Ulmus* i na tej podstawie wydzielić typy morfologiczne A i B (Faegri & Iversen 1964). Wśród 81 ziarn tylko 16 wy-



Ryc. 23. Spekttra pyłkowe prób z profili 28 i 26. Objasnienia na ryc. 20 i 26
Fig. 23. Pollen spectra of samples from profiles 28 and 26. Legend see Fig. 20 and 26

kazywało cechy typu A (*Ulmus laevis*), pozostałe należały do typu B (*U. campestris* i *U. scabra*). Oznaczanie kopalnych ziarn pyłku *Ulmus* i określanie na tej podstawie warunków siedliskowych jest trudne, a zdaniem Stockmarra (1970) uzyskane tą drogą wyniki należy interpretować bardzo ostrożnie. W spektrach fitofazy c nie obserwowano już większego zróżnicowania heliofitów. Występują głównie *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* i *Urtica*. Udział roślinności wodnej i szuwarowej był niewielki (*Nuphar*, *Nymphaea*, *Batrachium*, *Sparganium* typ i *Sagittaria*).

Fitofaza d

Ma ona charakter przejściowy. Obok dominującej sosny występuje w dalszym ciągu brzoza, wiąz i topola. Zjawiają się drzewa o większych wymaganiach klimatycznych jak dąb, olsza a pod koniec fazy leszczyna.

Rośliny zielne (maksimum 6,4%) to głównie: *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Rumex acetosella*, *R. acetosa*, *Valeriana officinalis*, *Urtica*, *Stellaria holostea* i *Agrimonia* cf. *eupatoria*. Skład roślinności wodnej w stosunku do fazy poprzedniej nie uległ zmianie.

Fitofaza e

Granice między fitofazami *d* i *e* wyznaczono w miejscu gwałtownego wzrostu udziału pyłku dębu, spadku brzozy i kolejnej kulminacji sosny. Dąb osiąga w krótkim czasie maksymalne wartości w całym profilu (41,5%). Jego szybkie rozprzestrzenianie się było uwarunkowane nie tylko wzrostem temperatury, ale prawdopodobnie i odpowiednim siedliskiem. Wysoka frekwencja pyłku dębu w fazie poprzedzającej kulminację leszczyny jest cechą charakterystyczną dla większości profili eemskich. Jedynie diagramy z niezbyt odległego Rusinowa (Stark *et al.* 1932) i z Józefowa położonego na Wyzynie Łódzkiej (Sobolewska 1966) wykazują brak wyraźnej kulminacji tego rodzaju.

W czasie fitofazy *e*, a zwłaszcza jej młodszej części, obserwuje się stopniowy spadek sosny, ustępującej na skutek rozprzestrzenienia się drzew liściastych. W ich składzie pojawia się jesion, którego udział w drzewostanie był jednak niewielki. W runie lasów rosła orlica (*Pteridium aquilinum*) oraz przedstawiciele *Gramineae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae* i *Polypodiaceae*. Rosły tu poza tym: *Humulus*, *Urtica* i *Lysimachia nummularia*. W podszyciu lasu występowały: *Cornus sanguinea*, *C. cf. suecica* i *Viburnum*, a pod koniec fazy rozprzestrzenia się *Corylus* i *Taxus*. Skład drzewostanu oraz warstwy krzewów i runa może wskazywać na zbiorowiska leśne zbliżone do współczesnego zespołu *Fraxino-Ulmetum*. Jednocześnie z jesionem pojawia się *Hedera*, gatunek wskaźnikowy klimatu ciepłego i wilgotnego. Iversen (1944, 1969) przyjmuje dla tego gatunku średnie temperatury najcieplejszego miesiąca na co najmniej +13°C, a najzimniejszego nie mniej niż -2°C. Pod koniec fitofazy *e* obserwuje się wzrost olszy, której udział w spektrach utrzymuje się odtąd stale na mniej więcej jednakowym poziomie.

Fitofaza f

Początek fitofazy *f* charakteryzuje gwałtowny wzrost leszczyny i jej kulminacja (65%), pojawienie się lipy i stopniowy ubytek dębu. Leszczyna prawdopodobnie tworzyła na słonecznych zboczach zbiornika jednogatunkowe skupienia. Dobre warunki rozwoju miała także w mało zwartych lasach dębowych. W drugiej części fitofazy *f* obserwuje się stopniowe zmniejszanie udziału leszczyny przy równoczesnym wzroście lipy. Pojawia się klon i szybko zyskujący na znaczeniu grab, zwiększa się również udział cisa. W tym samym czasie pojawia się obok bluszczu jemiola — roślina ciepłolubna, której obecny zasięg ograniczony jest izotermą lipca +15°C (Hulten 1950).

Runo ówczesnych lasów reprezentowane jest w diagramie przez niewielką liczbę gatunków. Zanotowano pojedyncze ziarna pyłku *Stellaria holostea*, *Lysimachia nummularia* i *Anemone* typ, natomiast obficie reprezentowane są *Cyperaceae* i *Chenopodiaceae*, których występowanie wiązać należy raczej z brzegami jeziora. Zjawiają się gatunki roślin wodnych takich jak: *Najas flexilis* i *N. marina* f. *typica*.

Fitofaza *g*

Panowanie graba charakteryzuje fitofazę *g*. Jej wykształcenie w diagramach eemskich z terenu Polski jest niejednolite. Pojawienie się graba w czasie obniżenia frekwencji leszczyny a nawet nieco później obserwuje się w profilach z Gołkowa (Janczyk-Kopikowa 1966), Bedlna (Środoń & Gołabowa 1956), Ludomirowa (Bitner 1957), Szczercowa i Dzbanków Kościuszkowskich (Piech 1932), Otap (Bitner 1956) i Grodziska Mazowieckiego (Janczyk-Kopikowa 1973). W profilu z Józefowa (Sobolewska 1966) zarówno grab, jak i leszczyna rozprzestrzeniają się jednocześnie. Natomiast w Głównicy (Niklewski 1968), Kaliskiej (Janczyk-Kopikowa 1965), Horoszkach (Bitner 1954) i w Warszawie-Żoliborzu (Raniecka-Bobrowska 1954) szybki wzrost udziału graba rozpoczyna się w okresie maksymalnego rozwoju leszczyny.

Wysoki udział graba w osadach z Nakła rozpoczyna się już od połowy fitofazy *f*. Jedynym drzewem nie reagującym na jego gwałtowny wzrost była olsza zajmująca odmiennie siedliska. W podszyciu lasów grabowych z nieznaczną domieszką lipy i wiązu rosły: leszczyna, szakłak, dereń, kalina, kruszyna, bukszpan, ostrokrzew i cis. Na okres ten przypada optymalny rozwój bluszczu i jemioli. Udział świerka stopniowo wzrasta osiągając 15,5% pod koniec fitofazy. Jego rosnące znaczenie uzasadnia podział fazy *g* na młodszą część grabową i starszą grabowo-świerkową.

Duża, bo trzymetrowa, miąższość osadów tej fazy, cecha charakterystyczna i innych profili eemskich, świadczy o ciepłym klimacie (obfita produkcja materii organicznej) i trwałości zbiorowiska leśnego z panującym grabem. O ciepłym i wilgotnym klimacie świadczy nie tylko obecność *Hedera* i *Viscum*, ale również *Ilex* i *Buxus* — gatunków atlantycko-śródziemnomorskich. *Buxus* był notowany w eemskich profilach z Głównicy (Niklewski 1968), Żyrardowa (Krupiński 1973) i Ganowiec w północnej Słowacji (Kneblová 1958). Znacznie częściej były znajdowane w eemie ziarna pyłku *Ilex* (Środoń 1972), których nieprzystosowanie do transportu świadczy o miejscowym pochodzeniu.

Wśród niewielkiej ilości pyłku roślin zielnych (maksimum 2,5%) występują gatunki charakterystyczne dla różnych siedlisk. W lasach grabowych rosła *Stellaria holostea*, natomiast w olesach i łągach *Urtica*, *Lycopus europaeus*, *Osmunda* i *Humulus*. Stanowiska suche były prawdopodobnie siedliskiem *Sedum typ acre*, *Jasione montana* i *Potentilla typ*. Skład roślinności wodnej i nadbrzeżnej był podobny jak w fitofazie *f*, wzbogacony udziałem egzotycznej brassenii.

Fitofaza *h*

Fitofaza ta odznacza się wyraźnym już pogorszeniem klimatu. Wycofują się drzewa liściaste, natomiast na znaczeniu zyskują drzewa szpilkowe. Granicę między fitofazami *g* i *h* wytyczono w miejscu gwałtownego obniżenia się krzywej

grabu i wzrostu sosny. Rośnie udział jodły osiagającej w starszej części tej fitofazy swe bezwzględne maksimum (9,5%). Jej stosunkowo niskie wartości wiążą się z położeniem Nakła dość daleko na północ od centrum rozmieszczenia tego gatunku w ostatnim interglacjale (Środoń 1972). Cis występuje jeszcze w starszej części tej fitofazy (h_1), natomiast świerk osiąga swe maksimum (26% w profilu 23). Jego dość znaczny udział świadczy o rozleglejszym rozprzestrzenieniu tego drzewa w stosunku do współczesnego zasięgu (Środoń 1967). Ochłodzenie klimatu jeszcze wyraźniej zaznaczyło się w młodszej części fitofazy (h_2). Zanikają drzewa liściaste i jodła, zmniejsza się udział świerka, natomiast regularnie występuje jałowiec. Rośnie znaczenie roślinności zielnej, a wraz z postępującym rozwojem lasów szpilkowych zwiększa się udział *Calluna* i *Pteridium*. Wśród roślinności wodnej nie występują już *Brasenia* i przedstawiciele rodziny *Najadaceae*, obecny jest *Nuphar*, wzrasta również rola *Sphagnum*.

Fitofaza W_1

Dalsze ochłodzenie klimatu jest sygnalizowane rosnącym znaczeniem brzoźwierz, topoli i jałowca oraz roślinności zielnej z równocześnie malejącym zwarcieciem borów sosnowych. Sporadyczne ziarna pyłku *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* i *Carpinus* pochodzą z transportu z terenów leżących na południe od Nakła, gdzie w profilach eemskich osiagają w tej fazie nieco większą frekwencję (Główczyn, Warszawa-Wola, Góra Kalwaria, Józefów, Grodzisk Mazowiecki). Świerka jest również mniej jak na południu (Główczyn 3,4%, Grodzisk Mazowiecki 3%, Góra Kalwaria około 6%, Józefów 3,2%, Sławno około 4%, Bedlno 5,3%), co świadczyłoby o łagodniejszym klimacie w środkowej Polsce.

W składzie roślinności zielnej na uwagę zasługuje obecność wrzосу i innych *Ericaceae* (pestki *Arctostaphylos uva-ursi*), składników rzadkich borów sosnowych. Maksimum wrzосу jest znacznie niższe (1,2%) jak w profilach duńskich (Rodebaek I — maksimum 30%, Andersen 1961), gdzie wchodzi on w skład zbiorowisk rozwijających się w wilgotnym klimacie atlantyckim. Rośliny zielne osiagają w fitofazie W_1 najwyższe bezwzględne wartości i dużą różnorodność. Panują *Gramineae* i *Cyperaceae* oraz liczne heliofity: *Artemisia*, *Helianthemum* t. *nummularium*, *H. t. oleandicum*, *Linum* t. *austriacum*, *Ephedra* t. *fragilis*, *Bupleurum*, *Polemonium*, *Selaginella selaginoides*.

Welten (1959) przyjmuje, że udział roślinności zielnej do 15% świadczy o występowaniu lasów zwartych, natomiast 35%, przy różnorodnym składzie gatunkowym, charakteryzuje zbiorowiska bezciężne. W profilu z Nakła 20–25% roślin zielnych dowodzi istnienia w fitofazie W_1 mało zwartych lasów sosnowych.

Wyraźne spłylenie jeziora sprzyjało rozwojowi roślinności wodnej i bagiennej. W długiej liście oznaczonych taksonów występują gatunki świadczące o umiarkowanie chłodnym klimacie w czasie fitofazy W_1 : *Stratiotes aloides*, *Typha latifolia*, *Butomus*, *Sagittaria*, *Lemna* i inne. Skład roślinności wykształconej w fitofazie W_1 jest w dużym stopniu podobny do roślinności fitofazy *b* tego interglacjalu.

CHRONOLOGIA WYDARZEŃ PALEOGEOMORFOLOGICZNYCH
I PALEOBOTANICZNYCH

Okres poprzedzający sedymentację eemskich osadów
organicznych

W czasie zlodowacenia środkowopolskiego intensywna erozja wód doprowadziła do rozcięcia pokładów gliny oraz uformowania zboczy i dna doliny. Na podstawie serii wykonanych wierceń sądzić można, że dno doliny sięgało rzędnej 41,0 m n.p.m. W miarę zmniejszania się szybkości wód, w utworzonej dolinie były odkładane utwory zwirowe i piaszczyste. Strop tych osadów budują piaski drobne występujące w spagu profilu głównego, które w sąsiednich profilach (ryc. 6) spotyka się na wysokościach od 42 m do 46 m. Nie jest wykluczone, że wcześniej sięgać one mogły jeszcze wyżej, do 52 m n.p.m. (ryc. 6).

Różnice w wysokości zalegania utworów piaszczystych, spoczywających bezpośrednio na glinie morenowej, dowodzą prawdopodobnie istnienia kopalnych teras ówczesnej doliny, którą mogły być odprowadzane wody roztopowe w czasie zlodowacenia środkowopolskiego. Ostateczne wykształcenie się dna interglacialnego jeziora nastąpiło na skutek ponownej erozji utworów zwirowo-piaszczystych, poprzedzającej akumulację osadów eemskich. Powstałe wcięcie dochodzi do rzędnej najgłębszego miejsca zalegania organicznej serii eemskiej.

Sedymentacja, wahania poziomu wody oraz rekonstrukcja
roślinności

W najwcześniejszym okresie formowania się zbiornika jeziornego (fitofaza *b*) osadzały się substancje ilaste bogate w węglan wapnia. W osadach stwierdzono 14—36% CaCO_3 i 9—16% substancji organicznej. Panowały wówczas mało zwarte lasy brzożowo-sosnowe z jałowcem i różnorodną roślinnością heliofitów. W trakcie akumulacji gytii wapiennej zwiększyła się w osadzie ilość CaCO_3 (73%), przy niewielkim wzroście substancji organicznej (21%). Podnoszenie się poziomu wody spowodowało przewarstwienie osadów jeziornych materiałem mineralnym (ryc. 6, wiercenie 23 i 24). Z położenia jednowiekowych osadów gytii w profilu głównym (spąg na poziomie 41 m n.p.m.) i profilu 23 (strop na poziomie 46,5 m n.p.m.) wynika, że głębokość jeziora na przelomie faz *b* i *c* wynosiła co najmniej 6 m.

W płytszych partiach jeziora rozwinęły się zbiorowiska z klasy *Potametea*, natomiast przy brzegu pojawiły się gatunki z klasy *Phragmitetea*. Niewielkie ilości ziarn pyłku wskazują na niezbyt obfite skupienie tej roślinności. Na lądzie wśród panujących lasów brzożowo-sosnowych, na siedliskach żyznych pojawia się wiaź (fitofaza *c*).

Stopniowy wzrost temperatury powoduje na przelomie fitofazy *d* i *e* rozwój lasów liściastych z przewagą dębu, a na dnie zbiornika w dalszym ciągu osadza się gytia wapienna.

W osadzie fitofazy *f* rośnie udział substancji organicznych. Dzieje się to jednocześnie ze wzrostem udziału *Alnus*, co również pozostaje w związku z większą produkcją substancji organicznej w strefie przybrzeżnej. W fitofazie *f* podnosi się woda w zbiorniku, zjawisko znane w większości jezior kopalnych Polski środkowej (Różycki 1967). W badanym jeziorze wyraża się to położeniem jednowiekowych osadów jeziornych w profilu głównym na poziomie 43,3 m n.p.m. (ryc. 21) i w profilu 26 (ryc. 26) na poziomie 56 m n.p.m. Biorąc pod uwagę niewielką odległość między tymi profilami (około 70 m), słuszne wydaje się przypuszczenie o powstaniu wspomnianych osadów w tym samym zbiorniku. W profilu głównym gytia fitofazy *f* podścielona jest osadami organogenicznymi z faz poprzednich, natomiast osad wapienny w profilu 26 (ryc. 7) spoczywa na warstwie mineralnej (piaski drobne i średnie). Jest to rezultat podniesienia się poziomu wody i zatopienia terenów przyległych. Zakładając, że 30 cm warstwa osadów jeziornych powstała w zbiorniku o co najmniej jednometrowej głębokości, można przypuszczać, że jego głębokość wynosiła około 15 m. W tych warunkach nastąpiło zwiększenie ilości CaCO_3 w osadzie, natomiast udział substancji organicznej nie zmienił się. Roślinność wodna gromadziła się jedynie w strefie przybrzeżnej. W płytkich i dobrze nagrzewanych wodach obok *Batrachium*, *Potamogeton*, *Nuphar* i *Nymphaea* pojawiają się *Brasenia*, *Najas flexilis* i *N. marina f. typica*. Na terenach okalających zbiornik następuje szybki rozwój lasów liściastych, z gatunkami wskaźnikowymi dla optimum klimatycznego.

Po ociepleniu i zwiększeniu głębokości jeziora nastąpił długi okres (fitofaza *g*) spokojnej sedymentacji osadów bez większych zmian w ilości CaCO_3 i substancji organicznej. Duży przyrost osadów (3 m w profilu głównym) doprowadza do stopniowego wypłylenia jeziora. Znajduje to potwierdzenie we wzroście ilości *Pediastrum*, glonu występującego masowo w spokojnych, niezbyt głębokich wodach. Spływanie jeziora nie znajduje odbicia w bujniejszym rozwoju wyższej roślinności wodnej. W lasach dominuje grab, wycofują się inne rodzaje drzew liściastych, natomiast od połowy fazy narasta stopniowo udział świerka.

Początek fitofazy *h* przynosi kolejne podniesienie się poziomu wody w jeziorze. Osady zachowują ciągłość sedymentacyjną. W profilu głównym osady tej fazy rozpoczynają się na poziomie 46,6 m n.p.m., a w profilu 28 (ryc. 7) występują na wysokości 55,4 m n.p.m., bezpośrednio na podłożu mineralnym. Położenie profilu 28 w odległości około 70 m od profilu głównego oraz jego umiejscowienie w pobliżu brzegu, na stoku misy jeziornej, wskazuje, że wysokość poziomu wody była podobna jak w fitofazie *f*. W osadach następuje wzrost CaCO_3 z równocześnie malejącym udziałem substancji organicznej (minimum 19%). Klimatyczne uwarunkowanie zanikania lasów liściastych umożliwiło żywszy spływ powierzchniowych wód z terenów otaczających jezioro. Spowodowało to podniesienie poziomu wody (zanik *Pediastrum*) i wprowadzenie do strefy przybrzeżnej osadów mineralnych przewarstwiających gytie (ryc. 5 i 6). Wraz z materiałem pochodzącym z rozmytej moreny, stanowiącej zbocze

zbiornika, do osadów dostały się sporadyczne ziarna pyłku roślin egzotycznych (tab. 5). Minimalna głębokość zbiornika na początku fitofazy *h* wynosiła około 11 m. Od połowy fazy zaznacza się zmniejszenie wartości CaCO_3 i na dnie zbiornika zaczyna gromadzić się gytia humusowa. Ta zmiana wiąże się z bujniejszym rozwojem roślinności wodnej i bagiennej oraz — być może — mniej intensywnym jej rozkładem.

W chłodnej i wilgotnej fitofazie W_1 dochodzi do spłylenia i częściowego zładowacenia powierzchni jeziora. Znaleziono tu największe ilości szczątków makroskopowych, a suma ziarn pyłku roślinności wodnej i bagiennej osiąga swoje bezwzględne maksimum (52%). Rozwijają się zbiorowiska z klasy *Potamoetea*, *Phragmitetea* i *Scheuchzeria-Caricetea fuscae*, odkładające pokłady torfu. W otoczeniu jeziora panują świetliste bory sosnowe z brzozą oraz dominujące w ich runie heliofity.

Utwory zlodowacenia bałtyckiego i holocenu

W fazie anaglacialnej ostatniego zlodowacenia, w eemskim obniżeniu pradoliny Noteci, zostaje zakumulowana seria mułowo-piaszczysta. Grubsze piaski przykrywające tę serię są prawdopodobnie zwiastunem zbliżania się lądolodu (profile 25, 19, 5, ryc. 5 i 6). Jego istnienie na tym obszarze dokumentuje glina morenowa o miąższości 2,5 m w profilu 37 (ryc. 9).

Podczas postoju lądolodu na linii moren stadium pomorskiego wykształciła się pradolina Noteci—Warty. Działalność płynących nią wód doprowadziła do wytworzenia się poszczególnych, coraz to niższych teras (ryc. 1) i do lokalnego zniszczenia gliny morenowej, jak również piasków i mułków osadzonych we wcześniejszej fazie tego zlodowacenia, a być może także górnej części osadów eemskich (profile 20—24, ryc. 6).

Warstwa mułków widoczna w przekroju IV (profile 56 i 57, ryc. 10) zawiera domieszkę substancji próchnicznych, która według Karaszewskiego (1973) jest następstwem procesów glebowych w interstadiale Bölling. Autor ten nie wyklucza także możliwości, że jest ona wieku allrödskiego. Nadległe piaski wraz z górnym mułkiem byłyby tym samym odłożone w młodszym dryasie.

Dno pradoliny wyścielają torfy i gytia (Churski 1971). W profilu 12 (ryc. 5) osiągają one miąższość 7 m. Bezpośrednie sąsiedztwo utworów organicznych z interglacialną eemską i holocenu występujących na identycznych poziomach, odległych między sobą zaledwie o 30 m (przekrój IV, ryc. 8) dowodzi, że utwory eemskie zostały ścięte w wyniku płynięcia wód pradoliną Noteci—Warty. Osady organogeniczne występujące w profilu 6 (ryc. 5) zostały odłożone również w holocenie. We wstępnym opracowaniu (Noryśkiewicz 1973) osady te łączono z interglacialnym zbiornikiem, jednak analiza pyłkowa wykluczyła tę interpretację. Do holocenu należą także nasypy antropogeniczne niwelujące spadki wynikające z położenia miasta na różnych poziomach terasowych pradoliny.

Są to nasypy piaszczyste, gruzowe i niekiedy próchniczne, osiagające ponad 4 m miąższości (profil 40, ryc. 8 i 9).

University of Toruń, Institute of Geography, ul. Fredry 8/10, 87-100 Toruń
Instytut Geografii UMK

LITERATURA

- Aario L. 1943. Über die Wald- und Klimaentwicklung an der Lälpländischen Eismeerküste in Petsamo. *Annal. Bot. Soc. Zool. Botan. Fenn. Vanamo*, 19 (1): 1—158.
- Andersen S. T. 1957. New investigations of interglacial fresh-water deposits in Jutland. A preliminary report. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 8: 181—186.
- 1961. Vegetation and its environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial. *Danm. Geol. Unders.*, II, 75: 1—175.
- 1964. Interglacial plant successions in the light of environmental changes. *INQUA, Rep. of the VI-th Int. Congr. on Quaternary*, Warsaw 1961, 2: 359—368, Łódź.
- 1965. Interglacialer og interstadialer i Danmarks kvartaer. *Medd. fra Dansk. Geol. Forening*, 15: 486—506.
- Berglund B. E. 1963. Late-quaternary records of *Sanguisorba officinalis* in South-Eastern Sweden. *Bot. Notiser*, 116 (2): 289—292.
- 1966. I. Late-quaternary vegetation in eastern Blekinge, Southeastern Sweden. *Opera Botanica*, 12: 1—180.
- Berglund B. E. & Digerfeldt G. 1970. A palaeoecological study of the Late-glacial lake at Torreberga, Scania, South Sweden. *Oikos*, 21: 98—128.
- Beug H. J. 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete, 1: 1—63.
- Białobrzaska M. & Truchanowiczówna J. 1960. Zmienność kształtów owoców i łusek europejskich brzoź (*Betula* L.) oraz znaczenie ich w staniu kopalnym (summary: The variability of shape of fruits and scales of the European birches (*Betula* L.) and their determination in fossil materials). *Monogr. Bot.*, 9 (2): 1—93.
- Bitner K. 1954. Charakterystyka paleobotaniczna utworów interglacialnych w Horoszkach koło Mielnika na Podlasiu (summary: The paleobotanic characteristic of the interglacial deposits at Horoszki near Mielnik in Podlasie). *Inst. Geol. Biul.*, 69: 79—90.
- 1956. Flora interglacialna w Otapach (summary: Interglacial flora in Otapy — District Białystok). *Inst. Geol. Biul.*, 100: 62—120.
- 1957. Trzy stanowiska flory interglacialnej w okolicach Sidry (summary: Three localities of interglacial flora in the vicinity of Sidra — Nord-Eastern Poland). *Inst. Geol. Biul.*, 118: 109—154.
- Borówko-Dłużakowa Z. 1960. Dwa nowe profile interglacialne z Warszawy w świetle badań paleobotanicznych (summary: Two new interglacial stratigraphical columns from Warsaw in the light of paleobotanical investigations). *Inst. Geol. Biul.*, 150: 105—124.
- 1973. New localities with Eemian flora in the Polish Lowland. *Palinologija Pleistocena i Pliocena*, Nauka, 17—20, Moskwa.
- Browicz K. & Kaczmarek C. 1972. Atlas rozmieszczenia drzew i krzewów w Polsce (summary: Atlas of distribution of trees and shrubs in Poland). *Zakł. Dendr. i Arboretum Kórnickie PAN*, 11.

- Churski T. 1971. Charakterystyka gytii w Polsce (summary: Characteristics of gyttja in eastern part of the Noteć—Warta ancient valley). *Zeszyty Probl. Post. Nauk Rol.*, 107: 85—101.
- Drozdowski E. & Tobolski K. 1972. Stanowiska interglacjału eemskiego w Basenie Grudziądzkim — wiadomość wstępna (summary: Sites of Eem Interglacial in Grudziądz Basin — preliminary information). *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, A, 25: 75—91.
- Erdtman G. & Nordborg G. 1961. Über die Möglichkeiten die Geschichte verschiedener Chromosomenzahlenrassen von *Sanguisorba minor* und *S. officinalis* pollenanalytisch zu beleuchten. *Bot. Not.*, 114 (1): 19—21.
- Faegri K. & Iversen J. 1964. Text-book of pollen analysis. Copenhagen.
- Galon R. 1961. Morphology of the Noteć—Warta (or Toruń-Eberswalde) ice marginal streamway. *Prace Geogr. IG PAN*, 29: 1—96.
- 1968. New facts and problems pertaining to the origin of the Noteć—Warta Pradolina and the valleys linked with it. *Przegl. Geograf.*, 40 (2): 307—315.
- 1972. Ogólne cechy rzeźby Niżu Polskiego. W: *Geomorfologia Polski, Niż Polski*, t. 2: 10—34, PWN, Warszawa.
- Hultén E. 1950. Atlas of the distribution of vascular plants in NW Europe, Stockholm.
- Iversen J. 1942. En pollenanalytisk tidsfaestelse af ferskvandslagene ved Nørre Lyngby. *Medd. dansk geol. for.*, 10: 130—151.
- Janczyk-Kopikowa Z. 1966. Interglacjał eemski w Gołkowie koło Warszawy (summary: Eemian Interglacial at Gołków near Warsaw). *Kwart. Geol.*, 10 (2): 453—461.
- 1965. Flora interglacjału eemskiego w Kaliskiej koło Chodcza na Kujawach (summary: Eemian Interglacial flora at Kaliska near Chodecz in Kujawy). *Inst. Geol. Biul.*, 187: 107—117.
- 1973. Analiza pyłkowa osadów interglacjału eemskiego w Grodzisku Mazowieckim (summary: Pollen analysis of the Eemian Interglacial in Grodzisk Mazowiecki). *Kwart. Geol.*, 17: 821—826.
- Jentys-Szaferowa J. 1959. A graphical method of comparing the shapes of plants. *Rev. Pol. Acad. Scien.*, 4: 9—38.
- Jessen K. & Milthers V. 1928. Stratigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jutland and Northwest Germany. *Danm. Geol. Unders.*, II, 48: 1—380.
- Jung W., Beug H.-J. & Dehm R. 1972. Das Riss/Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. *Bayer. Akad. d. Wiss., math-nat. Kl., Abhand. N. F.*, 151: 1—131.
- Karaszewski W. 1973. Warunki geologiczne występowania osadów interglacjału eemskiego w Nakle (summary: Geological conditions of the Eemian Interglacial deposits in Nakło). *Kwart. Geol.*, 17 (4): 803—807.
- Kneblová V. 1958. Flora interglacialna trawertynów w Ganowcach — wschodnia Słowacja (summary: The interglacial flora in Gánovce travertines in eastern Slovakia-Czechoslovakia). *Acta Biol. Cracov.*, ser. bot., 1 (1): 1—5.
- Krupiński K. M. 1973. Studium paleogeograficzne okolic Żyrardowa w młodszym plejstocenie. *Maszynopsis*.
- Mamakowa K. 1968. Flora z interstadiału Paudorf w Łązku koło Zaklikowa (summary: Flora from the Paudorf Interstadial at Łązek near Zaklików — SE Poland). *Acta Palaeobot.*, 9 (1): 30—40.
- 1976. Vegetation of the Eemian Interglacial at Imbramowice near Wrocław (Preliminary report). *Acta Palaeobot.*, 17 (1): 27—38.
- Niklewski J. 1968. Interglacjał eemski w Główczyńce koło Wyszogrodu (summary: The Eemian Interglacial at Główczyn near Wyszogród — Central Poland). *Monogr. Bot.*, 27: 125—191.
- Nordborg G. 1958. Slaktät *Sanguisorba*-Kromosomtalsbestämningar pa svenskt material. *Bot. Not.*, 111 (1): 241—248.
- Noryśkiewicz B. 1970. Analiza pyłkowa osadów organicznych w Nakle nad Notecią. *Maszynopsis w archiwum „Geoprojektu” w Toruniu*.
- 1973. Das Eem-Interglazial in Nakło. II. Bilaterale Konferenz in Eberswalde — DDR.

- Oberdorfer E. 1970. Exkursionsflora. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Pawłowski B. 1956. Rozmieszczenie gatunków rodzaju *Callitriche* L. w Polsce i krajach sąsiednich (summary: Distribution specierum generis *Callitriche* L. in Polonia et in terris adjacentibus). *Frag. Flor. et Geobot.*, 2: 27—48.
- 1959. *Callitrichaceae*. *Flora Polska*, 8: 269—278, PWN, Warszawa.
- Piech K. 1932. Das Interglazial von Szczerów — östlich v. Wieluń. — Wojewodschaft Łódź. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 8(2): 51—132.
- Ralska-Jasiewiczowa M. 1966. Osady denne Jeziora Mikołajskiego na Pojezierzu Mazurskim w świetle badań paleobotanicznych (summary: Bottom sediments of the Mikołajki Lake — Masurian Lake District — in the light of palaeobotanical investigations). *Acta Palaeobot.*, 7 (2): 1—118.
- Raniecka-Bobrowska J. 1954. Analiza pyłkowa profilów czwartorzędowych Woli i Żoliborza w Warszawie (summary: Pollen analysis of Quaternary profiles at Wola and Żoliborz, Warsaw). *Inst. Geol. Biul.*, 69: 107—140.
- Różycki S. Z. 1967. Plejstocen Polski środkowej (summary: The Pleistocene of Middle Poland). PWN, Warszawa.
- Rühle E. 1954. Profil geologiczny utworów czwartorzędowych w Śmielinie koło Nakła na Pomorzu (summary: The geological profile of Quaternary formations at Śmielin near Nakło, Pomerania). *Inst. Geol. Biul.*, 69: 149—152.
- Saad S. I. 1961. Pollen morphology and sporoderm stratification in *Linum*. *Grana Pal.*, 3, 1: 110—129.
- Sobolewska M. 1961. Flora interglacjału eemskiego z Góry Kalwarii (summary: Flora of the Eemian Interglacial from Góra Kalwaria — Central Poland). *Inst. Geol. Biul.*, 169: 73—90.
- 1966. Wyniki badań paleobotanicznych nad osadami eemskimi z Józefowa na Wyżynie Łódzkiej (summary: Results of paleobotanic researches of Eemian deposits from Józefów, Łódź Upland). *Biul. Perygl.*, 15: 303—312.
- Stark P., Firbas F. & Overbeck T. 1932. Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Rinersdorf in der östlichen Mark Brandenburg. *Abh. Naturwiss. Ver. Bremen*, 28: 105—130.
- Stix E. 1960. Pollenmorphologische Untersuchungen an Compositen. *Grana Pal.*, 2, 2: 39—104.
- Stockmarr J. 1970. Species identification of *Ulmus* pollen. *Geol. Survey of Denmark*, IV, 4 (11): 7—19.
- Szupryczyński J. 1966. Fizjografia urbanistyczna miasta Nakła, pow. Wyrzysk, woj. bydgoskie.
- Środoń A. 1954. Interglacialny torf ze Śmielina k. Nakła na Pomorzu (summary: Interglacial peat from Śmielin near Nakło, Pomerania). *Inst. Geol. Biul.*, 69: 153—158.
- 1960. Pollen spectra from Spitsbergen. *Folia Quaternaria*, 3: 1—17.
- 1961. Paleobotanical studies on the Quaternary in Poland. *Inst. Geol. Prace*, 34: 667—674.
- 1967. Świerk pospolity w czwartorzędzie Polski (summary: The common spruce in the Quaternary of Poland). *Acta Palaeobot.*, 8: 1—59.
- 1972. Roślinność Polski w czwartorzędzie. W: *Szata roślinna Polski*, t. 1: 527—569, PWN, Warszawa.
- Środoń A. & Gołąbowa M. 1956. Plejstocenska flora z Bedlna (summary: Pleistocene flora of Bedlna — Central Poland). *Inst. Geol. Biul.*, 100: 7—36.
- Troels-Smith J. 1955. Characterization of unconsolidated sediments. *Danm. Geolog. Unders.*, IV, 3: 1—73.
- 1960. Ivy, mistletoe and elm. Climate indicators-fodder plants. *Danm. Geol. Unders.*, IV, 4 (4): 1—32.
- Tołpa S. 1952. Flora interglacialna w Kaliszu (summary: Interglacial flora at Kalisz). *Inst. Geol. Bul.*, 68: 73—113.
- 1961. Flora interglacialna ze Sławna koło Radomia (summary: Interglacial flora from Sławno near Radom — Central Poland). *Inst. Geol. Biul.*, 169: 15—56.

- Urbański J. 1957. Krajowe ślimaki i małże. PZWS, Warszawa.
- Wasylikowa K. 1964. Roślinność i klimat późnego glacjału w środkowej Polsce na podstawie badań w Witowie koło Łęczycy (summary: Vegetation and climate of the Late-glacial in Central Poland based on investigations made at Witów near Łęczycza). Biul. Perygl., 13: 261—418.
- 1973. Badanie kopalnych szczątków roślin wyższych. W: *Metodyka badań osadów czwartorzędowych*: 161—210, Wyd. Géol., Warszawa.
- Welten M. 1950. Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpine Vegetation. Ber. Geob. Inst. Rübel: 48—57.
- Wileczyński A. 1973. Budowa geologiczna. W: *Województwo bydgoskie*: 7—16, PWN, Poznań.
- Zagwijn W. H. 1961. Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Med. Geol. St., N. S. 14: 15—45.

SUMMARY

THE EEMIAN INTERGLACIAL AT NAKŁO ON THE RIVER NOTEĆ (N POLAND)

INTRODUCTION

The site under study lies at Nakło, a small town situated on the river Noteć, not far from the mouth of the Kanał Bydgoski (the Bydgoszcz Canal) (Fig. 1). The part of the town situated in the ice-marginal streamway stretches over the area of an Eemian lake, whose deposits were covered by the last glaciation deposits, and by Holocene and anthropogenic deposits.

In order to locate the basin in the geological structure of the region of Nakło six geological sections perpendicular to the Noteć were made (Figs. 5—10³). The sections were based on 63 bores situated mainly within the range of the fossil lake deposits (Fig. 2).

The interglacial deposits are underlain by Middle Polish Glaciation boulder clay. Its top reaches various levels: 45.8 m a.s.l. in bore 5 (Fig. 5), 48.0 m a.s.l. in bore 19 (Fig. 6), and north of the basin 76.0 m a.s.l. (Fig. 5).

The floor of the basin is varied by readily traceable overdeepenings and swells (Fig. 3). The sides are generally gently sloping, only near hollows somewhat steeper.

This lacustrine depression is probably a fragment of a fossil channel of the Middle Polish Glaciation period, followed by flowing waters.

In the top of interglacial deposits there occurs a series of silty-sand deposits with fragments of boulder clay of the last glaciation. The overlying deposits, in part sandy, in part organic, are associated with the Noteć—Warta ice-marginal streamway.

* Figs. 5, 6 and 20 are under the cover.

Five profiles have been subject to paleobotanical analysis: one of them was derived from a bore specially made for that purpose, bore 22 (Fig. 2). A characterization of the deposits of that profile has been based on a close analysis of mineral (Fig. 4) and organic material (Table 1).

METHODS

The material destined for pollen analysis was prepared in various ways depending on the character of the deposit. Before applying Erdtman's acetolysis (Faegri & Iversen 1964) the samples containing calcium carbonate were treated with 10% HCl, whereas for silty and clayey deposits heated hydrofluoric acid was used (Wasylikowa 1973).

For macroscopic analysis 42 samples were taken from the main bore maintaining the intervals at which the deposit had been taken by the drill. From the remaining bores 11 samples were studied. The results of the macroscopic analysis have been presented in Figure 2 and Figure 11.

The results of the pollen analysis have been represented in two graphs. The first is a total pollen diagram (Fig. 24) made by the standard method. In the second diagram (Fig. 25)⁴ a correction has been applied allowing for the differences in pollen production by various plants. The quantities of pollen of highly pollen-producing trees have been reduced by dividing by 4, as proposed by Faegri and Iversen (1964), and herbaceous plants have been grouped in ecological units.

- I — trees and shrubs with the exception of representatives of moist habitats (group II); the numbers of *Pinus*, *Betula* and *Corylus* were divided by 4. The basis of calculations of percentage was the total number of plants of the group.
- II — trees and shrubs preferring moist habitats: *Alnus*/4, *Salix* and *Frangula alnus*. Basis of calculation: I+II.
- III — *Hedera helix*; as proposed by Troels-Smith (1960) the percentage of this species was calculated on the basis of the total number of light-demanding trees which are most commonly accompanied by ivy: *Pinus*/4, *Betula*/4, *Populus*, *Fraxinus* and *Quercus*.
- IV — *Viscum*; the basis of calculation was the total number of mistletoe hosts (Troels-Smith 1960): *Pinus*/4, *Betula*/4, *Salix*, *Populus*, *Tilia* × 2 and *Acer* × 2.
- V — light-demanding plants of open habitats (basis of calculations I+V).
- VI — grassland and uliginose plants (I+VI).
- VII — herbaceous and spore-bearing plants of forest habitats (I+VII).
- VIII — aquatic plants (I+VIII).
- IX — reedswamp plants (I+IX).
- X — *Sphagnum* and *Pediastrum* (I).

⁴ Figs. 24 and 25 are under the cover.

Alnus glutinosa (L.) Gaertn. Two fruit scales of this species are derived from phases *f* and *g*. Alder pollen grains appear in greater abundance at the decline of phase *e* (max. 24%) and occur in unchanging number until phase *h*₂.

Betula L. The fossil material from Nakło contained 54 birch nuts, which have been biometrically examined, and then compared with present-day birch fruits by the graphic method devised by Jentys-Szaferowa (1959). For a characterisation of the size and shape of the nuts the same features were applied as those used by Białobrzaska and Truchanowicz (1960) in their studies on six species of present-day European birch.

In the material obtained from Nakło the following four birch species have been found:

B. verrucosa Ehrh. — 19 nuts from the main bore and two from bore 23 (Fig. 12).

B. tortuosa Ledeb. — one nut in early phase *b* (Fig. 17).

B. humilis Schrank. — 6 nuts from the main profile, 2 from profile 23 and one from profile 64 (Fig. 13).

B. nana L. — two nuts from phases *d* and *e* and two from phase *g* (Fig. 14).

Moreover, 9 nuts have been assigned to the *albae* section (Fig. 16) and 4 more to the *nanae* section (Fig. 15).

The results of the macroscopic analysis induced the author to undertake biometric studies of pollen grains of the genus *Betula*. Freshly prepared material was measured. The pollen grains range in size from 18.8 μ to 30.6 μ (Fig. 18), they are then somewhat smaller than the mean values obtained for this genus (Wasylikowa 1962). The results obtained would indicate that *Betula nana* and *B. humilis* most probably survived round the lake throughout the interglacial in spite of the climatic changes favouring the development of arborescent birches (particularly *B. verrucosa*). Among the pollen grains examined (2883), specimens exceeding 25.5 μ in size, characteristic of *B. pubescens*, constituted a negligible minority. Neither were any nuts typical of this species found.

Anthemis type. Grains characteristic of this genus occur in phase *b*, and starting from phase *g* up to *W*₁.

Agrimonia cf. *eupatoria* L. One grain has been found in phase *d* together with representatives of forest flora.

Arctostaphylos uva-ursi L. Three fruit stones of this species and several large tetrads (45 × 55 μ) of the *Arctostaphylos* type have been found in the deposit of phase *W*₁.

Batrachium S. F. Gray. In the main profile 147 fruits have been found, 134 of which come from phase *W*₁, in which the maximum occurrence of pollen grains of this genus was found.

Callitriche autumnalis L. Fifteen fruits with well preserved wings have been found in phases *h*₂ and *W*₁.

Lemna L. One fruit and pollen grains are evidence of the occurrence of this genus in phase *W*₁.

Linum L. In phase *b* one grain of *L. t. austriacum* and one of *Linum* sp. have been identified, in *h*₂ one grain of *L. t. catharticum*, and in phase *W*₁ three grains of *L. t. austriacum*. This genus is known to show dimorphism in pollen grains, which is manifested in multiform processes. By distinguishing these characteristic features it was possible to identify pollen grains from depths of 11.04, 11.50, 11.70 m as *L. t. austriacum* of brevistylic flowers.

Lysimachia L. In phases *e*, *f* and *g* three pollen grains of *L. nummularia* have been identified, and in phase *h*₁ one grain of *L. thyrsoiflora*.

Myriophyllum L. 26 fruits of this genus have been extracted from the deposit. Pollen grains of *M. spicatum* and *M. verticillatum* occur regularly from a depth of 12.30 m up to the top of the profile. Their presence points to the eutrophic character of the lake (Berglund 1966, I).

Najas marina L. f. *typica* Anderson. 8 fruits have been found in phase *f*, and 4 in phase *g*. Their mean length is 4.7 mm, the extreme values reaching 3.9 and 5.1 mm. Fruits of this size occur in periods of warm-temperate climate (Środoń 1954).

Osmunda L. Andersen (1961) questioned the specific identifications of fossil spores of *O. regalis* and *O. claytoniana* which show a large degree of similarity in certain characteristics. The majority of *Osmunda* spores from Naklo have been classified as *O. cf. claytoniana*, since their processes were of the verrucae type, and their gemmae and clavae formed a pattern similar of reticulum, but less clear than in *O. regalis*. At a depth of 13.90 m one spore has been identified as *O. cf. cinamomea* with completely separated sculpture elements.

Polygonum L. A few pollen grains classified as *P. cf. viviparum* have been found in phase *W*₁. They have no pores, and compared with *P. bistorta*, they are distinguished by a smaller difference in sexine thickness between the polar and the equatorial regions of the grain when viewed in the equatorial position. The grains with pores found in phases *b* and *W*₁ have been identified as *P. bistorta-viviparum*. Moreover, *P. amphibium*, *P. t. aviculare* and *P. t. convolvulus* have been identified in phase *W*₁, and *P. t. persicaria* in phases *b* and *h*₁.

Potamogeton L. Among the 151 fruit stones Dr. M. Aalto identified five species of this genus: *Potamogeton perfoliatus* L. 64 fruit stones, *P. crispus* L. (41), *P. praelongus* Wulfen (39), *P. natans* L. (5), *P. lucens* L. (1), *P. sp.* (1).

Ranunculus L. On the base of the morphological characteristics of pollen grains given by Andersen (1961) *R. t. acer* has been identified. Moreover, in the top and bottom of the profile *R. cf. sceleratus* has been distinguished, and in phase *h*₁ one fruit of *R. sceleratus* has been found.

Rumex maritimus L. Two perianths with well-preserved setaceous dents have been found in phase *W*₁. Four pollen grains of *R. sc. Lapathum* have also been found there.

Sanguisorba officinalis L. In the pollen diagram this species occurs in the cool phase *W*₁. Both the measurements and details of structure of the identified grains indicate that they belong to type 2n=28 (Table 3).

Linum L. In phase *b* one grain of *L. t. austriacum* and one of *Linum* sp. have been identified, in *h*₂ one grain of *L. t. catharticum*, and in phase *W*₁ three grains of *L. t. austriacum*. This genus is known to show dimorphism in pollen grains, which is manifested in multiform processes. By distinguishing these characteristic features it was possible to identify pollen grains from depths of 11.04, 11.50, 11.70 m as *L. t. austriacum* of brevistylic flowers.

Lysimachia L. In phases *e*, *f* and *g* three pollen grains of *L. nummularia* have been identified, and in phase *h*₁ one grain of *L. thyrsoiflora*.

Myriophyllum L. 26 fruits of this genus have been extracted from the deposit. Pollen grains of *M. spicatum* and *M. verticillatum* occur regularly from a depth of 12.30 m up to the top of the profile. Their presence points to the eutrophic character of the lake (Berglund 1966, I).

Najas marina L. f. *typica* Anderson. 8 fruits have been found in phase *f*, and 4 in phase *g*. Their mean length is 4.7 mm, the extreme values reaching 3.9 and 5.1 mm. Fruits of this size occur in periods of warm-temperate climate (Środoń 1954).

Osmunda L. Andersen (1961) questioned the specific identifications of fossil spores of *O. regalis* and *O. claytoniana* which show a large degree of similarity in certain characteristics. The majority of *Osmunda* spores from Naklo have been classified as *O. cf. claytoniana*, since their processes were of the verrucae type, and their gemmae and clavæ formed a pattern similar of reticulum, but less clear than in *O. regalis*. At a depth of 13.90 m one spore has been identified as *O. cf. cinamomea* with completely separated sculpture elements.

Polygonum L. A few pollen grains classified as *P. cf. viviparum* have been found in phase *W*₁. They have no pores, and compared with *P. bistorta*, they are distinguished by a smaller difference in sexine thickness between the polar and the equatorial regions of the grain when viewed in the equatorial position. The grains with pores found in phases *b* and *W*₁ have been identified as *P. bistorta-viviparum*. Moreover, *P. amphibium*, *P. t. aviculare* and *P. t. convolvulus* have been identified in phase *W*₁, and *P. t. persicaria* in phases *b* and *h*₁.

Potamogeton L. Among the 151 fruit stones Dr. M. Aalto identified five species of this genus: *Potamogeton perfoliatus* L. 64 fruit stones, *P. crispus* L. (41), *P. praelongus* Wulfen (39), *P. natans* L. (5), *P. lucens* L. (1), *P. sp.* (1).

Ranunculus L. On the base of the morphological characteristics of pollen grains given by Andersen (1961) *R. t. acer* has been identified. Moreover, in the top and bottom of the profile *R. cf. sceleratus* has been distinguished, and in phase *h*₁ one fruit of *R. sceleratus* has been found.

Rumex maritimus L. Two perianths with well-preserved setaceous dents have been found in phase *W*₁. Four pollen grains of *R. sc. Lapathum* have also been found there.

Sanguisorba officinalis L. In the pollen diagram this species occurs in the cool phase *W*₁. Both the measurements and details of structure of the identified grains indicate that they belong to type 2n=28 (Table 3).

Scrophularia type. Two grains of the *Scrophularia* type have been found in phases *g* and W_1 .

Selaginella selaginoides L. The presence of one macrospore in phase *b* and of several microspores in phases *b* and W_1 is further evidence of a cool and moist climate prevailing in the early and final phases of the interglacial (Środoń 1961).

Musci. The following species have been identified (Dr. A. Jutrzenka-Trzebiatowski) in the Nakło deposits: *Amblystegium juratzkanum* Schimp., *A. varium* (Hedw.) Lindb., *Calliergon cuspidatum* (L.) Lindb., *C. trifarium* (Web. et Mohr) Kindb., *Cinclidium stygium* Sw., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *D. exannulatus* (Br. eur.) Warnst., *D. sendtneri* (Schimp.) Warnst., *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.

The above moss species are associated with eutrophic habitat, and their occurrence in phytophase W_1 together with numerous pollen grains of *Cyperaceae* points to an intensification of peat-forming processes in the shallowed marginal parts of the basin.

Exotic sporomorphs in rebedded deposit

Pollen grains of Tertiary plants have been found in top and bottom samples. Their original bed was probably the boulder clay layer occurring in the slope and in the bottom of the lake (Figs. 5—10).

Animal remains

Daphnia sp. Numerous ephippia of this species have been found mainly in phase W_1 (184 specimens).

Molusca (identified by Dr. I. Dmoch). 61 remains have been found in the Nakło deposits. These are mainly opercula of molusca belonging to six species (Table 2): *Gyraulus crista* O. T. Müller, *Bithynia* cf. *leachi* Speppard, *B. tentaculata* Linne, *Valvata* cf. *crispata* Linne, *V. piscinalis* O. T. Müller, *V.* sp.

The horizons showing an increased frequency of their occurrence coincide with those containing moss remains, which means that they date from the period when the lake was disappearing.

THE DEVELOPMENT OF INTERGLACIAL VEGETATION

In dividing the Nakło diagram Jessen and Milthers (1928) stratigraphic scheme has been applied. In accordance with the results of Andersen's (1957) and Zagwijn's (1961) studies, phytophase *i* has been assigned to the beginning of the last glaciation (W_1). The diagram has been divided into phytophases *b* — W_1 .

During the late-glacial of the Middle Polish Glaciation (phase *b*) the region of Nakło had a park-like landscape with groups of trees (*Betula* sect. *nana*

and *B. sect. alba*, *B. tortuosa* and *Pinus sylvestris*) among communities of herbaceous plants and shrubs (*Juniperus*, *Hippophaë*, *Salix*). Among herbaceous plants the heliophilous species deserve particular attention.

The increase of the birch at the cost of the pine, the juniper and heliophilous herbaceous plants constitutes the basis for demarcation of the line between the late glacial and the interglacial.

In phase *c* the dominant species is the birch, herbaceous plants decrease in number, and, starting from the middle phase, there is a decline in the juniper, while *Populus* is on the increase and the elm first appears. There have been attempts to define the difference in shape, in the swellings surrounding the pores and in the sculpture of *Ulmus* pollen grains and by this criterion to distinguish morphological types A and B (Faegri & Iversen 1964). In 81 grains only 16 showed characteristics of type A (*U. laevis*), the remaining ones belonged to type B (*U. campestris* and *U. scabra*).

The plants representing phase *d* are transitional in character. Besides the dominant pine, the birch, the elm and the poplar still continue. Trees with greater climatic requirements appear: the oak, the alder and, towards the end of the phase, the hazel.

A rapid increase in the percentage of *Quercus* marks the line of phase *e*. Mixed and deciduous forest communities form, with the oak as the chief component (max. 41.4%). The presence of *Cornus sanguinea*, *C. cf. suecica*, *Viburnum*, *Corylus*, *Pteridium aquilinum* and some others is evidence of a rich growth of undergrowth and herb layer in those communities.

In the following period (phase *f*) the dominant part was undoubtedly played by the hazel (max. 65%). Its gradual decline starting from the middle phase coincides with an increase in the lime, the yew and the hornbeam. The herb layer of the forests of those days is represented by a small number of species. A few pollen grains of *Stellaria holostea*, *Lysimachia nummularia* and *Anemone* type have been recorded. Species of aquatic plants appear: *Najas flexilis* and *N. marina f. typica*.

Phase *g* is characterized by the domination of the hornbeam. The undergrowth of hornbeam forests with a slight admixture of lime, elm and maple consisted of *Corylus*, *Rhamnus cathartica*, *Viburnum*, *Frangula alnus*, *Ilex*, *Taxus* and *Buxus* has been also reported from other Eemian profiles in this country, viz. from Główny (Niklewski 1968) and from Żyrardów (Krupiński 1973). The aquatic flora is enriched by the exotic *Brasenia*.

The fall of the hornbeam curve and the rise of the pine marks the closure of phase *h*. The first period of maximum values for *Picea* and *Abies* (h_1) is followed by a regression of deciduous trees (h_2). There is regular occurrence of juniper and increased percentage of NAP. The comparatively low values of *Abies* (max. 9.5%) are due to the situation of Nakło rather far north of the centre of the range of this species in the Eemian Interglacial (Środoń 1972), the fairly high percentage of *Picea* (26% in profile 26), on the other hand, would point to a wider dispersion of that tree compared with its present-day range (Środoń 1967).

The increasing part of birch, willow, poplar and juniper together with herbaceous plants, and the simultaneous thinning of pine forests indicates the cooling of the climate in the early glacial (phase W_1). Here herbaceous plants reach the highest absolute values (25%) and considerable variety.

CHRONOLOGY OF PALEOGEOGRAPHICAL AND PALEOBOTANICAL EVENTS

During the Middle Polish Glaciation heavy water erosion resulted in the dissection of the boulder clay layer and the formation of the slopes and bottom of a valley. As the water flow decreased in velocity, gravel and sand layers were deposited in the valley (Figs. 6—10). The final formation of the interglacial lake bottom was the result of re-erosion of the gravel-sandy deposits, which preceded the accumulation of Eemian deposits. The incision thus formed reaches the ordinate of the deepest place of occurrence of the Eemian organic series (42 m a.s.l., Fig. 6).

In the earliest period of lake basin formation (phase *b*) clayey deposits with calcium carbonate were formed (14—36% CaCO_3).

On the border line between the late glacial and the interglacial an increase in the amount of calcium carbonate in the deposit (max. 73%) is observed. The rise in the water level caused interbedding of the lacustrine deposits by mineral material (Fig. 6; bores 23 and 24). The depth at the borderline between phases *b* and *c* was at least 6 m. Calcareous gyttja enriched with organic substance continues to settle on the lake bottom. This coincides with an increase of *Alnus*, which is also related with the increased production of organic substance in the lake marginal zone.

In phase *f* the water level in the lake rises. It was now at least 15 m deep. The situation of coeval deposits in the main profile (43.3 m a.s.l.) and in profile 26 (56 m a.s.l.) lying directly on sands is evidence of this. The rising of water level in Eemian basins is known from the majority of lakes in Central Poland (Różycki 1967).

Phase *g* is a period of quiet sedimentation of deposits with similar content of calcium carbonate and organic matter. The marked increment of deposits in that phase (3 m in the main profile) results in a gradual shallowing of the lake (increase in *Pediastrum*).

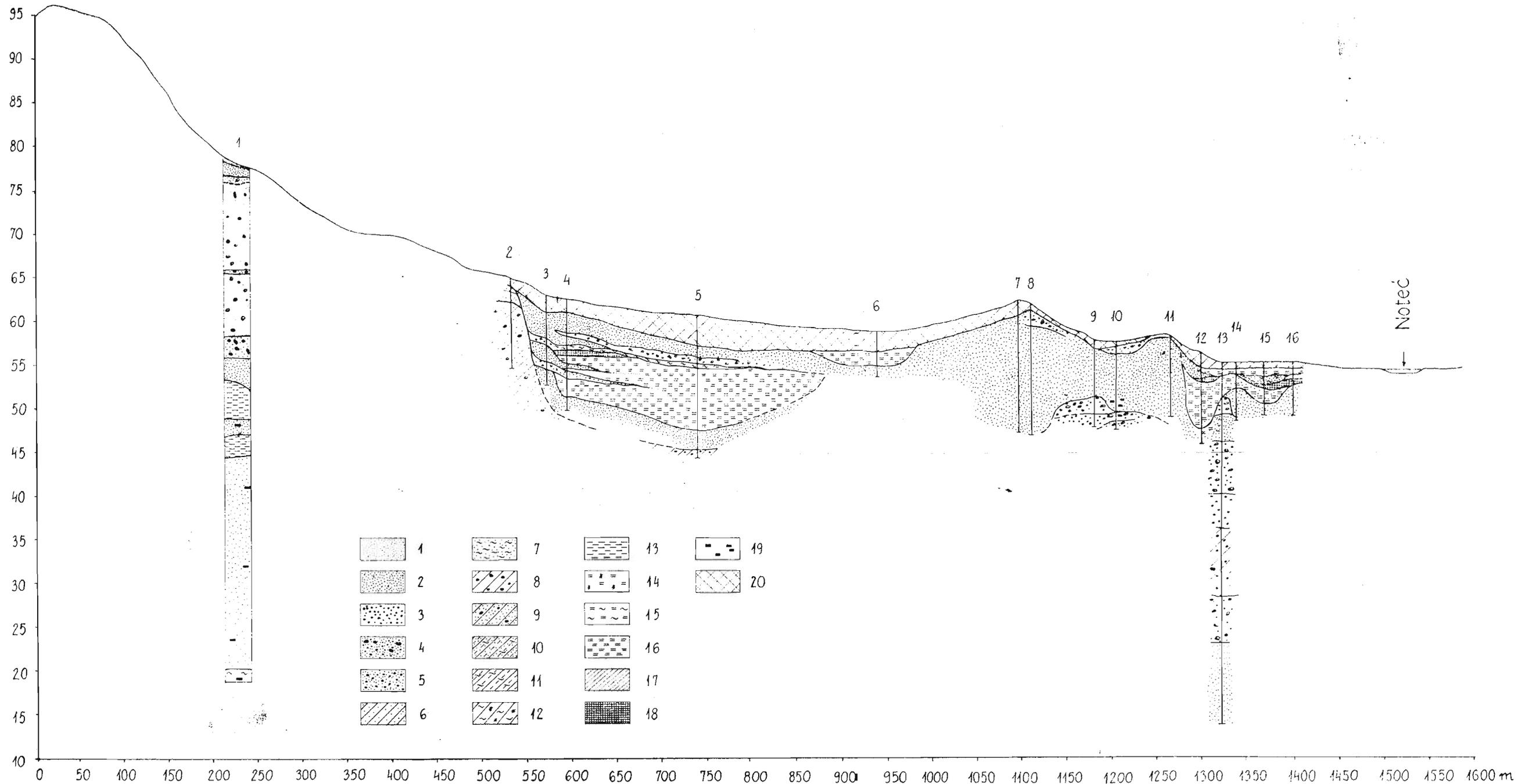
The beginning of phase *h* brings a further rise in water level evidenced by a decrease in *Pediastrum* and the occurrence of deposits of this phase in profile 28 at a depth of 55.4 m a.s.l. (Fig. 7), and in the main profile from the level of 46.6 m a.s.l.

In the cool and moist phase W_1 the lake becomes shallow and partly disappears. The largest number of macroscopic remains have been found there, and the total number of pollen grains of aquatic and marshland plants reaches its absolute maximum (52%).

The early glacial of the last glaciation begins with an accumulation of a silt-sandy series. The coarser sands overlying this series probably marks the approach

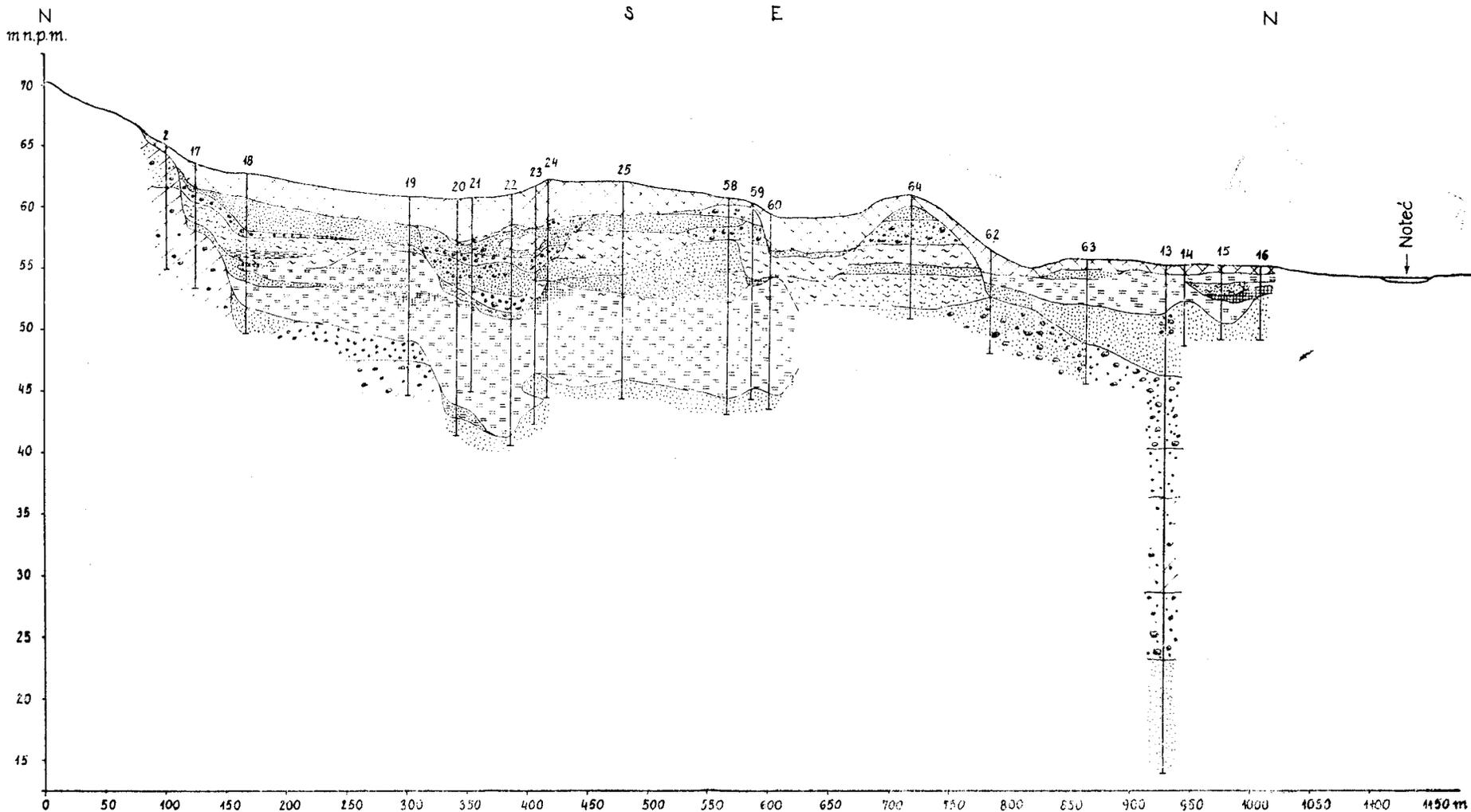
of the icesheet (profiles 25, 19, 5; Figs. 5 and 6). Its presence in this area is evidenced by a 2.5 m thick layer of boulder clay in profile 37 (Fig. 9).

It was during the icesheet halt on the Pomeranian Stage moraines that formed the ice-marginal streamway of the Noteć—Warta. The activity of the waters flowing along it resulted in the formation of a number of terraces at descending levels. The floor of the ice-marginal streamway is lined with Holocene and late-glacial peats and gyttjas (Churski 1971). In profile 12 they reach 7 m in thickness. The anthropogenic layer levelling the falls resulting from the situation of the town on various terrace levels of the ice-marginal streamway should also be assigned to the Holocene.

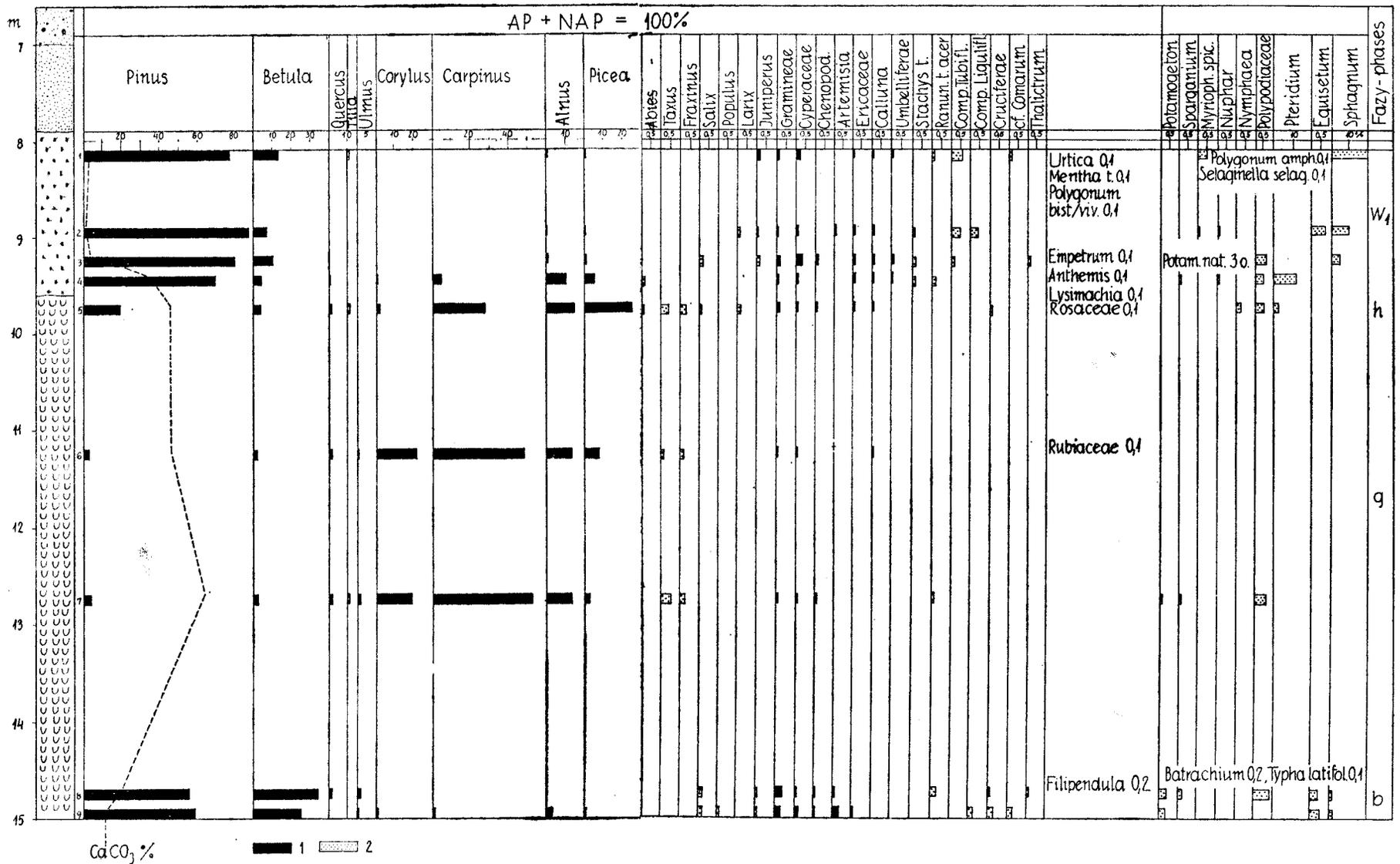


Ryc. 5. Przekrój geologiczny I. Oznaczenia osadów w przekrojach geologicznych: 1 — piasek drobny i średni, 2 — piasek gruboziarnisty, 3 — żwir, 4 — piasek różnoziarnisty ze żwirem, 5 — żwir z domieszką piasku, 6 — piasek gliniasty, 7 — piasek pylasty i pył, 8 — glina z otoczkami, 9 — glina piaszczysta, 10 — glina mułowo piaszczysta, 11 — glina mułowo ilasta, 12 — glina mułowo humusowa, 13 — il, 14 — namuł torfiasty, 15 — namuł pylasty, 16 — osady jeziorne, 17 — kreda jeziorna, 18 — torf, 19 — wkładki węgla brunatnego, 20 — nasyp antropogeniczny

Fig. 5. Geological section I. Deposits in geological sections: 1 — fine — and medium-grained sand, 2 — coarse-grained sand, 3 — gravel, 4 — variously grained sands with gravel, 5 — arenaceous gravels, 6 — loamy sands, 7 — dusty sand and dust, 8 — boulder clay with pebbles, 9 — sandy loam, 10 — silty-sandy loam, 11 — silty-clayey loam, 12 — silty-humic loam, 13 — clay, 14 — peaty mud, 15 — dusty mud, 16 — lacustrine deposits, 17 — lake marl, 18 — peat, 19 — brown coal lens, 20 — antropogenic layer



Ryc. 6. Przekrój geologiczny II. Objasnienia znaków na ryc. 5
 Fig. 6. Geological section II. Legend see Fig. 5



Ryc. 20. Nakło. Diagram pyłkowy osadów z profilu 23. Czarne sylwetki przedstawiają wartości procentowe, kropkowane — wartości procentowe przewiększone 10×. Oznaczenie osadów na ryc. 26

Fig. 20. Pollen diagram of deposits from profile 23. Black areas represent percentage values, dotted areas — percentage values $\times 10$. Denotation of deposits see Fig. 26

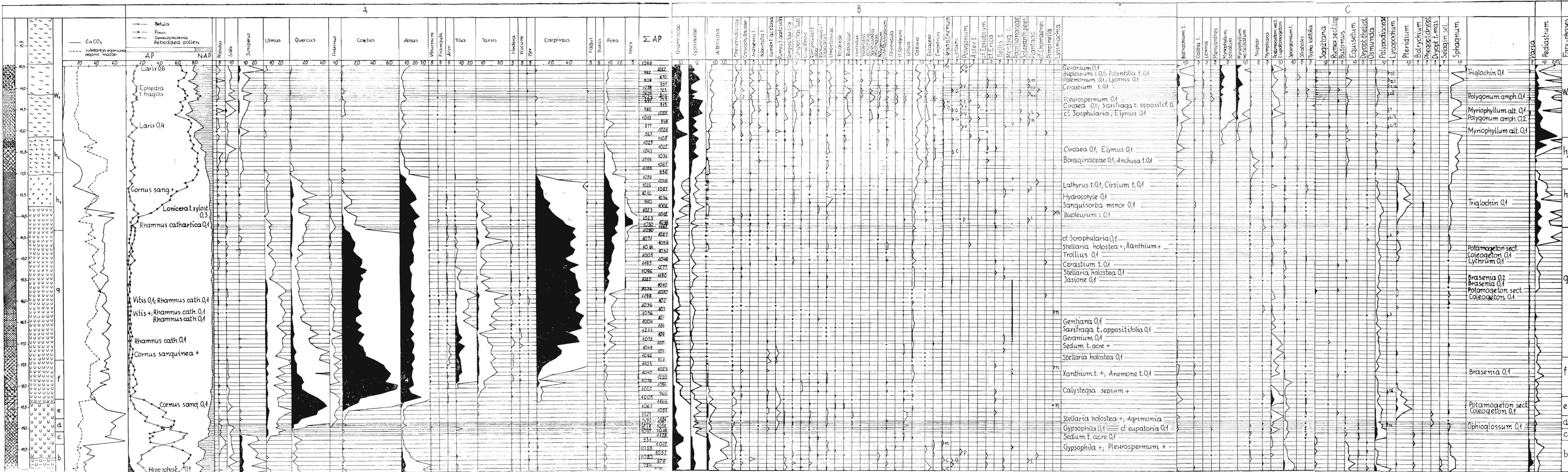
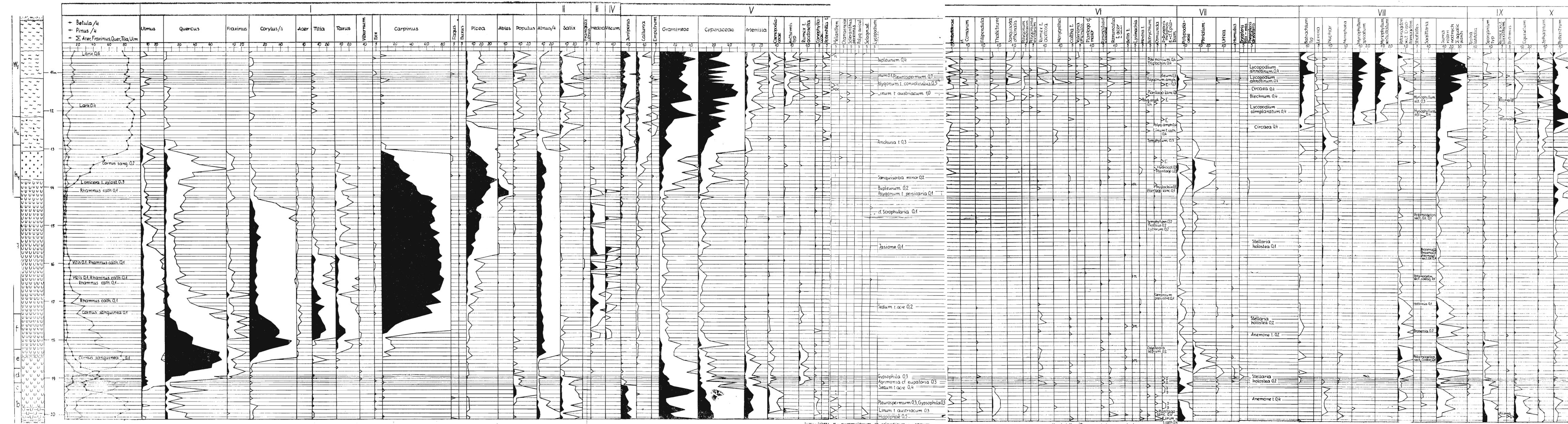


Fig. 24. Nakło. Diagram pyłkowy. Oznaczenia osadów na ryc. 26 i 27
 Fig. 24. Nakło. Pollen diagram. Denotation of deposits see Figs. 26 and 27

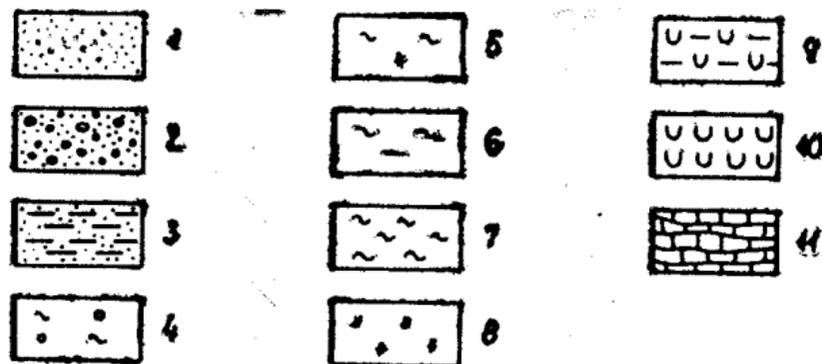
n - H. t. nummularium, o - H. t. oelandicum, c - H. t. canum,
 a - P. t. aviculare, c - P. t. convolv., p - P. t. persicaria, v - P. t. viviparum
 a - L. t. austriacum, c - L. t. cathart., n - L. t. nummularia, th - L. t. thyrsoiflora
 m - P. cf. maior, me - P. media, l - P. lanceolata

a - L. annotinum, al - L. alpinum
 cl - L. clavatum, c/t - L. complanatum/tristachyum
 i - L. inundatum, s - L. selago



Ryc. 25. Nakło. Diagram pyłkowy. Oznaczenia osadów na ryc. 26
Fig. 25. Nakło. Pollen diagram. Denotation of deposits see Fig. 26

th - *L. thyriflora*, n - *L. nummularia*



Ryc. 26. Oznaczenie osadów w diagramach pyłkowych. 1 — piasek drobny i średni, 2 — żwir z domieszką piasku, 3 — il piaszczysty, 4 — glina pylasta, 5 — mułek humusowy, 6 — mułek ilasty, 7 — mułek, 8 — gytia humusowa, 9 — gytia ilasta, 10 — gytia wapienna, 11 — kreda jeziorna

Fig. 26. Deposits in pollen diagrams. 1 — fine- and medium-grained sands, 2 — arenaceous gravels, 3 — sandy clay, 4 — dusty loam, 5 — humic silt, 6 — clayey silt, 7 — silt, 8 — humic gyttja, 9 — clayey gyttja, 10 — calcareous gyttja, 11 — lake marl



Substantia humosa

Limus humosus c. detritu

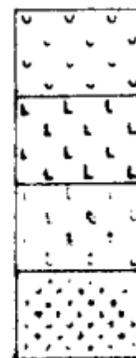
Limus humoso - detrituosus



Limus detrituosus c. humo

Limus detrituosus

Limus siliceus organogenes



Limus calcareus

Argilla steatodes

Argilla granosa

Grana arenosa

Ryc. 27. Oznaczenia składników osadu (Troels-Smith 1955)
Fig. 27. Determination of deposits components (Troels-Smith 1955)

B. Noryskiewicz

Acta Palaeobotanica XIX/1

