

## ANALIZA PYŁKOWA MIĘDZYMORENOWYCH OSADÓW Z PROFILU SUCHA WIEŚ (POJEZIERZE EŁCKIE, PÓŁNOCNO-WSCHODNIA POLSKA)

### POLLEN ANALYSIS OF INTERMORAIN DEPOSITS FROM THE SUCHA WIEŚ SECTION (EŁK LAKELAND, NORTHEASTERN POLAND)

ZOFIA JANCZYK-KOPIKOWA<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Wyniki analizy pyłkowej międzymorenowej serii dolnego plejstocenu w profilu Sucha Wieś przedstawione są na diagramie pyłkowym, który dokumentuje sukcesję pyłkową z dwoma ciepłymi okresami rangi interglacjału i przedzielającym je okresem chłodnym. W pierwszym ciepłym okresie roślinność miała charakter lasów sosnowo-brzozowych. Lasy liściaste z dębem, wiązem, grabem, lipą, olchą i leszczyną oraz obecność ciepłolubnych taksonów, takich jak *Pterocarya*, *Juglans*, *Celtis*, *Ilex*, *Vitis* i *Hedera*, reprezentują drugi ciepły okres.

Nowe dane palinologiczne wskazują, że sukcesja pyłkowa z Suchoj Wsi jest podobna do sukcesji ze Szczebry, chociaż w chłodnym okresie w profilu z Sucha Wieś zostało zapisanych więcej oscylacji klimatycznych.

Badania palinologiczne pozwalają odnieść sukcesję z Suchoj Wsi do interglacjału augustowskiego reprezentowanego przez sukcesje pyłkowe ze Szczebry i Czarnuchy.

Uzyskany obraz sukcesji pyłkowej pozwala na korelację badanych osadów z interglacjałem augustowskim, stwierdzonym w profilach Szczebra i Czarnucha.

**Słowa kluczowe:** analiza pyłkowa, dolny plejstocen, interglacjał augustowski, Pojezierze Ełckie.

**Abstract.** The results of pollen analysis of the Lower Pleistocene intermoraine deposits from Sucha Wieś are shown in a pollen diagram. The diagram documents a pollen sequence with two warm periods of interglacial rank separated by a cold one. The first warm period vegetation was represented by a pine-birch forest. Deciduous forest with oak, elm, hornbeam, lime, alder and hazel and the occurrence of warm demanding taxa such as *Pterocarya*, *Juglans*, *Celtis*, *Ilex*, *Vitis* and *Hedera* represent the second warm period.

New palynological data indicate that the Sucha Wieś pollen succession is similar to the Szczebra succession although more climatic oscillations are recorded in the cold time between the first and second warm periods at Sucha Wieś.

The palynological studies allow referring the Sucha Wieś succession to the Augustovian Interglacial represented by the Szczebra and Czarnucha pollen successions.

**Key words:** pollen analysis, Lower Pleistocene, Augustovian Interglacial, Ełk Lakeland.

## WSTĘP

Otwór wiertniczy Sucha Wieś jest usytuowany na Pojezierzu Ełckim, około 15 km na północny zachód od Augustowa (fig. 1). W profilu tym (fig. 2) opisano serię międzymorenową, położoną na głębokości 146,90–178,00 m, której litologia przedstawia się następująco (opis według autorki):

Głębokość [m]	Opis osadu
146,90–153,60	piaski żółte i szarozółte, na głębokości 150,00 m poziomo drobno laminowane; na głębokości 147,70 m występuje 1 cm warstewka torfu zailonego, natomiast

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: zofia.janczyk-kopikowa@pgi.gov.pl

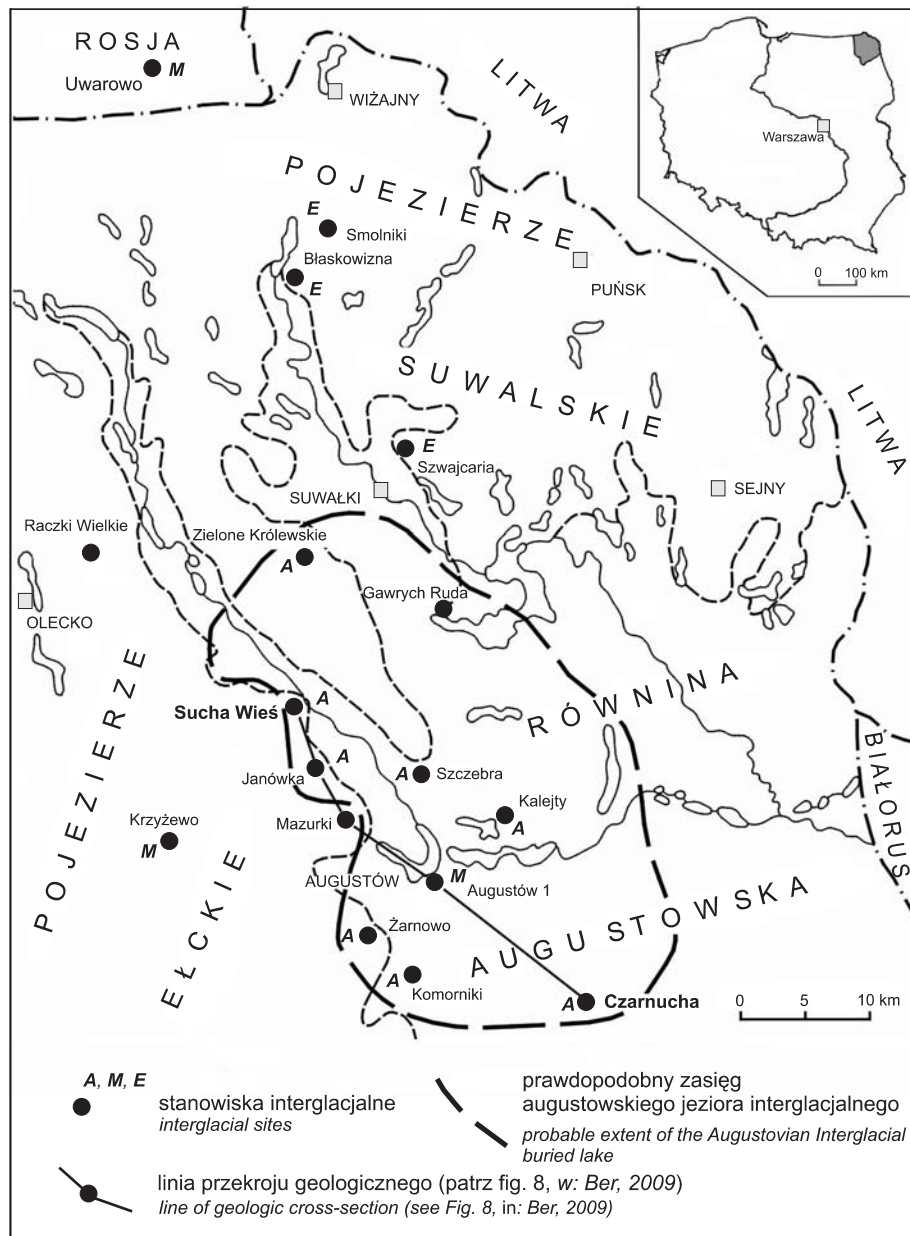


Fig. 1. Szkic sytuacyjny stanowisk interglacjalnych w północno-wschodniej Polsce (Ber, 2009)

A – interglacjał augustowski, M – interglacjał mazowiecki, E – interglacjał eemski

Location of interglacial sites in northeastern Poland (Ber, 2009)

A – Augustovian Interglacial, M – Mazovian Interglacial, E – Eemian Interglacial

	na głębokości 148,50 m, w postaci poziomych lamin, humus i detrytus roślinny	153,70–153,75	torf czarny, zwarty, $\text{HCl}^-$
		153,75–153,80	gytia ciemnobrunatna, bezstrukturalna, $\text{HCl}^-$
153,60–153,65	mulek szary ilasty, bezstrukturalny, $\text{HCl}^-$ ; dobrze widoczna granica z niżej leżącym osadem	153,80–154,00	mulek szary, bezstrukturalny z fauną (skorupki ślimaków i małży)
153,65–153,70	piasek jasnoszary niewarstwowany, $\text{HCl}^-$ ; ostra, dobrze zaznaczona, pozioma granica		

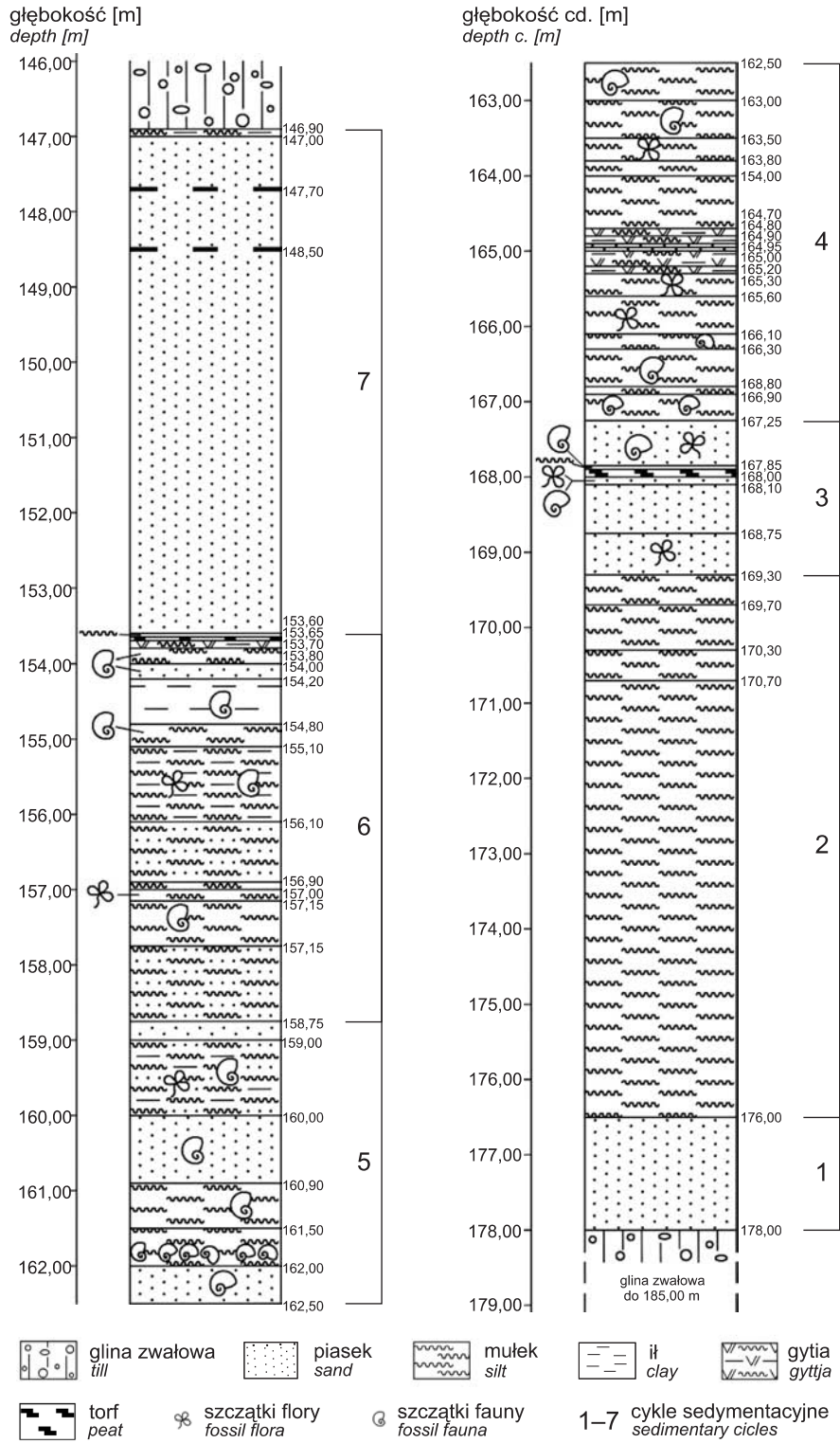


Fig. 2. Profil osadów interglacialnych w otworze wiertniczym Sucha Wieś (152,00 m n.p.m.) (Ber, 2009)

Section of interglacial deposits in the Sucha Wieś borehole (152.50 m a.s.l.) (Ber, 2009)

154,00–154,20	piasek pylasty, jasnoszary, niewarstwowany, ze skorupkami ślimaków i małży	164,95–165,00	piasek humusowy, brązowy, bezstrukturalny, $\text{HCl}^-$
154,20–154,80	ił szary z cienkimi, poziomymi laminami pylastymi, jasnoszarymi; fragmenty skorupki ślimaków i małży	165,00–165,30	gytia brunatnoszara, mułkowata, grubodetrytusowa (mułek $\text{HCl}^+$ ; gytia $\text{HCl}^-$ )
154,80–155,10	mułek szary, laminowany poziomo warstewkami ilastymi i pylastymi, jasnoszarymi; w spągu liczne skorupki ślimaków i małży	165,30–166,10	mułek żółto- i szarobeżowy, z miejscami występującymi makro szczątkami roślin, niewarstwowany
155,10–156,10	mułek ilasty, szary, niewarstwowany, z fauną (skorupki ślimaków i małży) i szczątkami roślin	166,10–166,90	mułek szarobeżowy ze szczątkami fauny, niewarstwowany
156,10–156,90	mułek ilasty, laminowany poziomo warstewkami pylastymi (beżowe) i ilastymi (brunatnoszare); grubość lamin od 0,1 mm do 2–3 cm.	166,90–167,25	mułek szary, niewarstwowany z licznymi skorupkami fauny
156,90–157,15	mułek brunatny, miejscami ilasty, miejscami piaszczysty, bezstrukturalny, ze szczątkami flory	167,25–167,85	piasek pylasty, szary niewarstwowany ze szczątkami fauny i humusem, w spągu z poziomo ułożoną ławicą fauny
157,15–157,75	mułek ilasty, brunatny, bezstrukturalny z nielicznymi skorupkami ślimaków i małży	167,85–168,00	torf mułkowany $\text{HCl}^-$ , bezstrukturalny, ku spągowi przechodzący w torf czarny, zbity, $\text{HCl}^-$
157,75–158,75	mułek piaszczysty, żółtobeżowy, niewarstwowany	168,00–168,10	piasek średnioziarnisty, beżowy, poziomo warstwowany humusem, z fauną
158,75–159,00	piasek pylasty, szary, niewarstwowany	168,10–168,75	piasek pylasty i drobnoziarnisty, żółtobrunatny, niewarstwowany
159,00–160,00	mułek ilasto-piaszczysto-pylasty, w stopie silnie piaszczysty, beżowy i beżowożółty, w spągu ilasty, ciemnoszary, bezstrukturalny; rozproszone szczątki fauny i flory	168,75–169,30	piasek szary, niewarstwowany ze śladami detritusu roślinnego
160,00–160,90	piasek pylasty, szarobeżowy miejscami ze szczątkami skorupki ślimaków i małży, niewarstwowany	169,30–170,30	mułku ilastego, szarego, bezstrukturalnego, ku spągowi piaszczystego
160,90–161,50	mułek szarobeżowy, nieco piaszczysty z fragmentami skorupki fauny, bezstrukturalny	170,30–170,70	mułek ilasty, bardzo zwięzły, zbrekcionowany (okrucy jasno i ciemno szare)
161,50–162,00	mułek szarobeżowy, z warstewkami poziomo ułożonych skorupki ślimaków i małży	170,70–176,50	mułek ilasto-piaszczysty, miejscami poziomo warstwowany, w spągu silnie piaszczysty
162,00–162,50	piasek pylasty, szarobeżowy, bardzo drobno warstwowany poziomo, miejscami z fauną	176,50–178,00	piasek drobnoziarnisty, jasnoszary, niewarstwowany
162,50–163,00	mułek ilasty, miejscami piaszczysty, szarobeżowy, bardzo drobno warstwowany poziomo, w spągu przechodzący w bezstrukturalny, z fragmentami skorupki ślimaków i małży		
163,00–163,50	mułek piaszczysty, beżowy, bardzo drobno poziomo warstwowany, w spągu ze śladami fauny		
163,50–164,00	mułek brunatnobeżowy z detrytusem roślinnym, niewarstwowany		
164,00–164,70	mułek piaszczysty, beżowy, drobno warstwowany poziomo, w spągu mułek beżowy, niewarstwowany		
164,70–164,95	gytia mułkowa, węglanowa, beżowa, w spągu łupkowata, o wyraźnej poziomej rozdzielności, brązowa, $\text{HCl}^-$		

Metodą analizy pyłkowej (palinologicznej) przebadano całość tej serii. Szczegółowość (częstotliwość) pobieranych i analizowanych próbek zależna była od litologii osadów, wstępnych wyników badań i możliwości analitycznych.

Przygotowanie laboratoryjne próbek do badań palinologicznych polegało na rozpuszczeniu węgla wapnia w 10%  $\text{HCl}$ , usunięciu humusu podczas gotowania osadu w 7%  $\text{KOH}$  oraz rozdzieleniu frakcji mineralnej od organicznej przy użyciu cieczy ciężkiej – roztworze wodnym  $\text{CdJ}_2$  i  $\text{KJ}$  o gęstości 2,1. Macerację frakcji organicznej przeprowadzono stosując metodę acetolizy według Erdtmanna (1960).

Analizę mikroskopową przeprowadzono stosując mikroskop biologiczny firmy Zeiss „Amplival”. Przeglądano preparaty glicerynowe, niektóre barwione fuksyną.

## WYNIKI ANALIZY PYŁKOWEJ

Osady z Suchej Wsi z głębokości 169,30–176,80 m mają specyficzne spektra pyłkowe. Przeważający jest udział pyłku charakterystycznego dla osadów neogenu i nieliczny dla osadów paleogeńskich. Taksony takie jak: *Nyssa*, *Sequoia*, *Liquidambar*, *Taxodiaceae–Cupressaceae*, ziarna trójbruzdowe i trójbruzdowoporowe *Tricoporopollenites brühlensis*, *T. exactus*, *T. pseudocingulum*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Symplocos*, *Quercoidites henrierci*, *Q. microhenricii*, *Engelhardia*, *Ostrya*, *Carya*, *Tsuga*, *Sciadopitys*, *Normapollis*, *Zelkova*, *Neogenisporis* i inne, stanowią element dominujący w spektrach pyłkowych (również *Pinus haploxyylon* typ Rud). Równoczesne występowanie w próbkach planktonu morskiego, głównie Dinoflagellata i słodkowodnego *Pediastrum*, dowodzi redepozycji i przemieszczania materiału. Z tej części profilu analizowano 33 próbki. Niektóre były płonne pyłkowo, w pozostałych wyróżniono taksony, bez liczenia ich procentowego udziału. Próbki te nie zostały umieszczone w diagramie pyłkowym.

Obraz pyłkowy uzyskany dla osadów z Suchej Wsi z głębokości 169,30–176,80 m jest charakterystyczny dla czwartorzędowych osadów zastoiskowych. Biorąc pod uwagę wyniki analizy pyłkowej i charakter osadów, w Suchej Wsi wyróżniono osady zastoiskowe. Chłodny klimat dokumentują sporadycznie występujące taksony *Selaginella selaginoides*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*. Taksony te przyjęto za współczesne tworzącym się osadom.

Osady zastoiskowe z Suchej Wsi można korelować z osadami z profilu Szczebra (Janczyk-Kopikowa, 1996), występującymi poniżej głębokości 123,80 m. Obraz pyłkowy fragmentu tych osadów przedstawia w swojej dolnej części diagram ze Szczebry (pierwszy lokalny poziom pyłkowy – Sz. 1 *Pinus*, redeponowane).

Z osadów jeziornych i bagiennych profilu Sucha Wieś, z głębokości 147,70–168,00 m, opracowano metodą analizy pyłkowej 60 próbek. Wyniki omówiono poniżej i zilustrowano diagramem pyłkowym (fig. 3). Przy przeliczeniach procentowych sumę podstawową stanowił pyłek drzew i krzewów (AP) oraz roślin zielnych lądowych (NAP).  $100\% = AP + NAP$ . Procent pozostałych taksonów obliczono w stosunku do sumy podstawowej.

W diagramie pyłkowym spektra o zbliżonym charakterze łączono w poziomy pyłkowe. Są to poziomy lokalne, oznaczone symbolem S.W., numerowane od dołu profilu i nazwane od pyłku charakteryzującego poziom. W Suchej Wsi wyróżniono 13 poziomów lokalnych. Poziomy 1–11 to poziomy powiązane, 12–13 to poziomy niepowiązane.

**Poziom pyłkowy S.W. 1 *Pinus–Betula–Picea*** (pr. nr 60 – piasek, pr. nr 59 – torf; głęb. 167,90–168,00 m). Dominuje pyłek sosny (*Pinus*) około 50%, świerka (*Picea*) 10–20%, brzozy (*Betula*) 6–20%. Roślinność zielna (NAP) około 10%. Pyłek drzew i krzewów ciepłolubnych dochodzą do 1%. W próbce torfu (głęb. 169,73 m) stwierdzono pyłek *Tsu-*

*ga*. W tworzeniu tego torfu duży udział musiały mieć turzycce (*Carex*), których korzonki z charakterystycznymi radicielami były w preparatach bardzo liczne.

**Poziom pyłkowy S.W. 2 *Pinus–Betula–Azolla*** (pr. nr 47–58, głęb. 163,90–167,75 m).

Taksony dominujące to: *Pinus* 41–72%, *Betula* 10–32%, *Picea* do 10%. Wartości drzew i krzewów ciepłolubnych poniżej 10%. Wśród nich pojawił się pyłek *Juglans*, *Pterocarya*, *Celtis*, *Buxus*, *Vitis* i *Ligustrum*. Wartości pyłku *Tsuga* charakteryzuje prawie ciągła krzywa. Rośliny wodne reprezentowane są przez *Azolla* i *Salvinia*.

Próbka z głębokości 165,00 m (nr 53) różni się od pozostałych z tego poziomu zarówno litologią, jak i składem procentowym pyłku. W próbce piasku z substancją organiczną (pozostałe próbki to gytia i mułek jeziorny) spada udział roślin zielnych (NAP), brzozy i świerku, wzrasta natomiast, do 10%, udział pyłku olszy (*Alnus*). Spektrum to wydzielono jako poziom S.W. 2a. Powyżej tej próbki utrzymują się wysokie wartości *Pinus*.

**Poziom pyłkowy S.W. 3 *Pinus–NAP*** (pr. nr 44–46; głęb. 162,90–163,70 m). Wzrost wartości NAP do 40% jest cechą tego poziomu. Wśród NAP przeważają trawy (*Poaceae*) 18,0% i turzycowate (*Cyperaceae*) 16,0%. *Artemisia* do 2%. Zmniejsza się ilość taksonów drzew i krzewów ciepłolubnych.

**Poziom pyłkowy S.W. 4 *Picea*** (pr. nr 43; głęb. 162,50 m). Poziom dokumentowany tylko jedną próbką. W próbce tej *Picea* osiąga absolutne maksimum, wynoszące 25%, *Pinus* – 44%, *Betula* – 11%, NAP – 11%. Drzewa liściaste ciepłolubne występują śladowo, w niewielkiej ilości taksonów.

**Poziom pyłkowy S.W. 5 *Pinus–Betula*** (pr. nr 27–42; głęb. 157,70–162,10 m). Przeważającymi taksonami są *Pinus* i *Betula*, *Picea* występuje towarzysząco, poniżej 10%, a pozostałe drzewa śladowo. Jałowiec (*Juniperus*) na diagramie charakteryzuje krzywa ciągła. Obecna jest *Tsuga*. W pierwszej połowie poziomu notowane jest występowanie *Azolla*, w drugiej wzrost NAP do około 20%.

**Poziom pyłkowy S.W. 6 *Pinus–Betula–NAP*** (pr. nr 20–26; głęb. 155,40–157,30 m). Wartości NAP w granicach 30–45% z przeważającymi *Poaceae* (ok. 20%) i *Cyperaceae* (ok. 10%), *Artemisia* 7,0% (absolutne maksimum). Wśród drzew wyraźnie dominują *Pinus* i *Betula*. *Juniperus* i *Salix* na diagramie charakteryzuje krzywa ciągła. *Salix* osiąga maksimum występowania – około 8%. W poziomie tym nie odnotowano występowania *Azolla*.

**Poziom pyłkowy S.W. 7 *Alnus–Carpinus*** (pr. nr 10–19; głęb. 154,25–155,30 m). W poziomie tym następuje zasadnicza zmiana w spektrach pyłkowych. Wartości *Pinus* i *Betula* gwałtownie spadają (do 10 i 5%). Dominują taksony, których udział był dotychczas śladowy: olsza (*Alnus*) przekracza 40%, grab (*Carpinus*) 30%, dąb (*Quercus*), wiał (*Ulmus*), lipa (*Tilia*) i leszczyna (*Corylus*) powyżej 10%.

Wracają drzewa i krzewy ciepłolubne: *Juglans*, *Pterocarya*, *Carya*, *Ligustrum*, *Celtis*, *Vitis*. Znaczące są taksony roślin wodnych: *Azolla*, *Salvinia*, *Stratiotes*, *Nuphar*, *Nymphaea*. Udział roślinności zielnej (NAP) osiąga około 5%.

**Poziom pyłkowy S.W. 8 *Pinus–Alnus–Carpinus*** (pr. nr 9–8; głęb. 154,00–154,10 m). Wartość *Pinus* wzrasta do około 30%, *Alnus* do około 15%, a *Carpinus* do około 10%. Wartość NAP osiąga powyżej 10%, *Tsuga* około 1%. W spektrum pyłkowym obecne są taksony ciepłolubne, w tym *Azolla*.

**Poziom pyłkowy S.W. 9 *Alnus–Carpinus–Azolla*** (pr. 5–7; głęb. 153,80–153,90 m). Wzrastają wartości *Alnus* do około 40% i *Carpinus* do około 20%. *Pinus* osiąga około 13%, NAP około 8%. W spektrum obecne są taksony ciepłolubne. *Azolla* osiąga maksimum swego występowania i wynosi 6%. Licznie występuje *Filicales* – 44%.

**Poziom pyłkowy S.W. 10 *Pinus–Alnus–Picea*** (pr. nr 4; głęb. 153,75 m). Wartości *Pinus* i *Alnus* osiągają około 30%. *Picea* około 14%, NAP około 7,0%, licznie występuje *Filicales* – 37,2%. W spektrum obecne są *Azolla* i *Salvinia*.

**Poziom pyłkowy S.W. 11 *Pinus–Betula–Tsuga*** (pr. nr 3; głęb. 153,65 m). Spektrum charakteryzujące ten po-

ziom przedstawia się następująco: *Pinus* – 63,0%, *Betula* – 16,6%, *Tsuga* – 1,0%, NAP – 14,0%.

Poziomy S.W. 1–11 traktuje się jako powiązane poziomy zespołów pyłkowych, tzn. że górna granica niższego (starszego) poziomu jest równocześnie dolną granicą wyższego (młodszy) poziomu. Wynikająca stąd sukcesja pyłkowa staje się sukcesją ciągłą.

Dwa najmłodsze poziomy pyłkowe są poziomami niepowiązanymi.

**Poziom pyłkowy S.W. 12 *Pinus–Betula–Picea*** (pr. nr 2; głęb. 148,50 m). W poziomie tym w *Pinus* osiąga 49,0%, *Betula* 13%, *Picea* 12%, jodła (*Abies*) około 1%. Drzewa liściaste ciepłolubne charakteryzują się wartością pyłku poniżej 1%, za wyjątkiem wiązu (*Ulmus*), który osiąga 3,2%. W spektrum wartości NAP osiągają około 10%.

**Poziom pyłkowy S.W. 13 *Pinus*** (pr. nr 1; głęb. 147,70 m). Poza *Pinus* 62,5% i *Betula* 16,3%, udział pozostałych taksonów drzew szacuje się w granicach 0,3–4,6%. W spektrum brak jest elementów ciepłolubnych. NAP osiąga 12%.

## ROZWÓJ ROŚLINNOŚCI I ZMIANY KLIMATYCZNE

Spektra pyłkowe poszczególnych próbek pobranych z profilu Sucha Wieś dają obraz roślinności, a połączone w poziomy obrazują jej zmiany zależne głównie od zmian klimatycznych. Powiązane poziomy pyłkowe tworzą sukcesję pyłkową, która bywa charakterystyczna dla dłuższych odcinków czasowych. Sukcesja pyłkowa daje obraz rozwoju roślinności w określonej jednostce stratygraficznej.

Spektra pyłkowe z najniższej części badanych osadów międzymorenowych nie są uwidocznione na diagramie pyłkowym. W spektrach tych dominują sporomorfy redeponowane, głównie neogenskie. Roślinność współczesną tworzącym się osadom może reprezentować pyłek roślin zielnych, z charakterystyczną dla obszarów bezleśnych widliczką (*Selaginella selaginoides*). Ogromna przewaga sporomorf redeponowanych nie pozwala jednak na przedstawienie jasnego obrazu roślinności dla okresu tworzenia się osadów na głębokości 168,00–178,00 m. Zachowane sporomorfy i osad typu zastoiskowego pozwalają wnioskować o panowaniu zimnego klimatu.

Powyżej osadów zastoiskowych występuje piasek ze szczątkami roślin. Spektrum pyłkowe próbki tego piasku (fig. 3; pr. nr 60; głęb. 168,00 m) jest świadectwem panowania roślinności klimatu borealnego. Dominują zwarte lasy sosnowo-brzozowe ze znaczącym udziałem świerka. Występują zarośla wierzb i jałowców. Roślinność zielna to głównie turzyce i trawy. Również w klimacie borealnym powstawał torf (pr. nr 59, głęb. 167,93 m), którego spektrum pyłkowe jest zbliżone do spektrum próbki nr 60. Panują lasy sosnowo-brzozowe ze świerkiem. Zaznacza się udział jodły. Nieco więcej jest olszy. Notowana jest obecność liściastych

drzew ciepłolubnych (dębu, wiązu i lipy). Na uwagę zasługuje pojawienie się choiny (*Tsuga*). Opisana powyżej roślinność charakteryzuje pierwszy poziom pyłkowy (S.W. 1).

W powstałym zbiorniku akumulowane są osady mułku i gytii. Na lądzie utrzymuje się panowanie lasów sosnowo-brzozowych ze zmiennymi wartościami obu komponentów (sosny i brzozy). Zmniejsza się udział świerka. Drzewa i krzewy ciepłolubne występują w niewielkim procencie, ale notuje się ich dużą różnorodność taksonomiczną. Występują dęby, wiązy, lipy, klony, grab, leszczyna, a także, o znacznych wymaganiach termicznych: *Pterocarya*, *Juglans*, *Celtis*, *Vitis*, *Carya*, *Buxus*, *Ligustrum* oraz wyróżniona po raz pierwszy w osadach plejstocenyjskich w Polsce *Magnolia*. *Tsuga* jest stałym komponentem lasów. Klimat staje się umiarkowany do umiarkowanie ciepłego, czego dowodzą też rośliny wodne ciepłolubne: *Azolla*, *Salvinia*, *Brasenia*, *Trapa*. Jest to drugi poziom pyłkowy (S.W. 2). W poziomie tym roślinność wodna jest bujna. Oprócz taksonów wymienionych wyżej występują *Nuphar*, *Nymphaea*, *Stratiotes*, *Hippuris*, *Hydrocharis*, *Alisma*, *Sparganium*, dwa gatunki *Typha*, trzy gatunki *Myriophyllum* i kilka gatunków *Potamogeton*.

W całym poziomie S.W. 2 roślinność jest dość jednolita za wyjątkiem spektrum próbki nr 53 (głęb. 165,00 m), wyróżnionego jako podpoziom S.W. 2a, w którym zauważalnie wzrasta udział olszy. Odmiennością jest także brak roślin wodnych. Łączy się to ze zmianą osadu. Próbką nr 53, jako jedyną w tym poziomie, pochodzi z piasku z substancją organiczną. Zmianę w obrazie roślinności należałoby wiązać raczej z lokalnymi zmianami środowiska, niż ze zmianami klimatycznymi.

Zmiany klimatyczne rysują się natomiast pod koniec poziomu S.W. 2. Pojawia się *Selaginella selaginoides* i wzrasta ilość roślin zielnych, osiągając w poziomie S.W. 3 wartości do 40%. Jest to wyraźnie zaznaczone oziębienie klimatu. Dominują lasy sosnowe z udziałem brzozy. Stopniowo wzrasta ilość świerka. Zmniejsza się ilość taksonów ciepłolubnych. Lasy nie są zwarte. Występują zbiorowiska roślinności bezleśnej – zielnej. Wśród roślin zielnych przeważają trawy i turzycowate. Bylice (*Artemisia*) nie osiągają wysokich wartości, ale ich obecność jest wyraźnie zaznaczona. Klimat ma charakter borealny. W zasadzie ten typ klimatu utrzymuje się, z tym że poziom S.W. 4 dokumentuje niewielkie wahnięcia klimatyczne, czego wyrazem jest zmniejszenie udziału roślin zielnych i wzrost udziału świerka. Wartości jakie osiąga pyłek świerka w poziomie S.W. 4 (25,6%) są najwyższe dla całego diagramu Suchej Wsi. Borealny klimat poziomu S.W. 4 jest bardziej wilgotny i nieco cieplejszy, niż poziomu S.W. 3.

Zmniejszenie udziału świerka i wzrost wartości brzozy powoduje powrót lasów sosnowo-brzozowych. Dotyczy to poziomów S.W. 5 i S.W. 6. Stopniowo zwiększa się ilość roślinności zielnej, aby w poziomie S.W. 6 osiągnąć wartości do 46%. Są to głównie trawy i turzycowate. Maksimum swe go występowania osiągają tu bylice (*Artemisia*) – około 7%. Wierzba, będąca stałym komponentem zbiorowisk roślinnych, również tu osiąga maksimum występowania. Dotyczy to też jałowca. Sporomorfy roślin ciepłolubnych, które w śladowych ilościach występują w poziomach S.W. 5 i S.W. 6, pod koniec tego ostatniego zanikają. Roślinność poziomu S.W. 6, a zwłaszcza jego młodszej części, dokumentuje panowanie klimatu chłodnego borealnego.

Zbiorowiska roślinne właściwe dla chłodnego klimatu borealnego gwałtownie ustępują lasom klimatu umiarkowanego. Dzieje się to w obrębie makrosopowo jednolitej serii mułku jeziornego z liczą malakofauną. Granicą jest głębokość około 155,35 m. Spektrum pyłkowe próbki nr 20 z głębokości 155,40 m świadczy o panowaniu zbiorowisk sosnowo-brzozowych i bezleśnych klimatu chłodno-borealnego, zaś spektrum pyłkowe próbki nr 19 z głębokości 155,30 m jest świadectwem panowania lasów liściastych klimatu umiarkowanego. Jest to ostra granica florystyczna, pozwalająca wnioskować o dość gwałtownym ociepleniu klimatu, który spowodował całkowitą zmianę obrazu roślinności w Suchej Wsi.

Zaczynają dominować drzewa liściaste, wśród których przeważa olsza, dotychczas występująca jedynie śladowo. Z drzew liściastych ciepłolubnych jako pierwszy maksimum występowania osiąga dąb. Znaczący jest udział wiązu i leszczyny. Występują jesion i lipa, a nieco później kulminujący grab osiąga wartości do 40%. Ponownie występują takie taksony ciepłolubne jak: *Juglans*, *Pterocarya*, *Carya*, *Celtis*, *Ligustrum*, *Vitis*, *Ilex*, *Berberis*. Jest także *Tsuga*, dość stały komponent lasu. Dokumentowane jest to spektrami pyłkowymi poziomu S.W. 7. Lasy tego poziomu to wielogatunkowe lasy liściaste. Występowanie drzew o znacznych wymaganiach termicznych, jak też stała obecność ciepłolubnych

roślin wodnych *Salvinia* i *Azolla*, pozwala wnosić, że klimat był umiarkowany do umiarkowanie ciepłego.

Wzrost roli sosny w zbiorowiskach roślinnych (poziom S.W. 8) przy stałej obecności taksonów ciepłolubnych, zarówno drzew, jak i roślin wodnych, może świadczyć o mniejszej wilgotności klimatu, nie zaś o jego ochłodzeniu.

Spektra pyłkowe poziomu S.W. 9 świadczą o powrocie wielogatunkowych lasów liściastych. Notuje się też bogactwo roślinności wodnej. *Azolla* osiąga maksimum występowania – 6%. Obecne są: *Salvinia*, *Brasenia*, *Nuphar*, *Stratiotes* i inne.

Zbiornik ulega zatorfieniu (S.W. 10). Wielogatunkowe lasy liściaste ustępują lasom sosnowym ze znacznym udziałem świerka. Olsza, w dalszym ciągu liczna, zajmować mogła wilgotne siedliska, o których istnieniu świadczy występowanie paproci (37%).

Klimat ulegał konsekwentnemu ochłodzeniu, czego dowodem jest panowanie lasów sosnowo-brzozowych z niewielką domieszką innych drzew, w tym *Tsuga*. Lasy są zwarte, roślinność zielna występuje w ilości do 15%; głównie są to trawy i turzycowate. Panuje klimat borealny (poziom S.W. 11).

Powyżej poziomu S.W. 11 występują piaski (głęb. 146,90–153,60 m), wśród których próbka piasku z detrytusem roślinnym (głęb. 148,50 m) dała spektrum pyłkowe poziomu S.W. 12, obrazujące lasy sosnowe z brzozą i świerkiem. Próbką torfu zailonego (głęb. 147,70 m) – poziom S.W. 13, świadczy o występowaniu lasów sosnowo-brzozowych.

Poziomy pyłkowe S.W. 12 i S.W. 13 są poziomami niepowiązanymi, to znaczy, że ich spektra pyłkowe nie są bezpośrednią kontynuacją obrazu rozwoju roślinności w Suchej Wsi, przedstawionej na diagramie pyłkowym (poziomy S.W. 1–11) (fig. 3).

W profilu Sucha Wieś notowano ziarna na wtórnym złożu (patrz fig. 3). Symptomatyczne było pojawienie się w próbkach planktonu morskiego *Dinoflagellata* (patrz fig. 3) łącznie z planktonem słodkowodnym *Pediastrum*. Jest to świadectwem redepozycji. Równocześnie z *Dinoflagellata* pojawiły się sporomorfy redeponowane, mezozoiczne, paleogeńskie i neogeńskie. Jednak ich stan zachowania był inny, niż sporomorf uznanych za równowiekowe z tworzącym się osadem, przedstawionych na diagramie pyłkowym. Sporomorfy redeponowane były zniszczone, ze śladami transportu i wietrzenia. Ślady transportu nosi też materiał pyłkowy z próbki nr 1 (głęb. 148,50) i nr 2 (głęb. 147,70 m). Materiał organiczny może być tu namyty.

Problem redepozycji (wtórnego złoża) jest istotny zwłaszcza w przypadku osadów starszego plejstocenu. W profilu Sucha Wieś do zespołu roślinności włączono taksony, które niekiedy uznawane są za relikty neogeńskie. Zawsze można postawić pytanie, czy nie jest to złożo wtórne? Autorka na podstawie znajomości materiału przyjęła, że taksony podane w diagramie pyłkowym z Suchej Wsi wchodziły w skład ówczesnej roślinności.

## KORELACJA I WIEK OSADÓW

Sukcesja pyłkowa, którą obrazuje diagram pyłkowy z Suchej Wsi, jest bardzo charakterystyczna zarówno pod względem występujących taksonów, ich następstwa oraz udziału procentowego. Rozwój roślinności jest świadectwem zmian klimatycznych. W Suchej Wsi wyróżniono pierwszy (I) okres ciepły, następnie okres chłodny, powtórnie okres ciepły – drugi (II) i ponowne ochłodzenie. Jest jednak różnica pomiędzy roślinnością pierwszego i drugiego okresu ciepłego. Różnica dotyczy głównie obrazu lasu.

W pierwszym (I) ciepłym okresie panowały lasy sosnowo-brzozowe, w drugim (II) wielogatunkowe lasy liściaste. O ciepłocie okresu tak pierwszego, jak i drugiego świadczy obecność drzew i krzewów ciepłolubnych: *Pterocarya*, *Juglans*, *Celtis*, *Carya*, *Ligustrum*, *Ilex*, *Vitis*, *Hedera*. Względnie stałym komponentem lasów jest *Tsuga*. Ciepłolubna jest również roślinność wodna: *Azolla* i *Salvinia*.

Odnosząc pierwszy i drugi okres ciepły do jednostek klimatostratygraficznych można przyjąć, że reprezentują one jednostki rangi interglacjalnej. Natomiast dzielący je okres chłodny nie stanowi odpowiednika flor glacialnych klimatu subarktycznego. Klimat okresu chłodnego w Suchej Wsi między pierwszym i drugim okresem ciepłym miał charakter borealny.

Porównując ciepłe okresy pierwszy (I) i drugi (II) z Suchej Wsi należy stwierdzić, że ranga pierwszego okresu jest niższa niż drugiego. Optimum klimatyczne w Suchej Wsi przypada na drugi (II) okres ciepły.

Sukcesja pyłkowa z Suchej Wsi daje się jednoznacznie korelować z sukcesją pyłkową profilu Szczebra (Janczyk-Kopikowa, 1996). Odrębność sukcesji profilu Szczebra od innych sukcesji pyłkowych stała się podstawą wydzielenia nowej jednostki ciepłej w plejstocenie Polski – Augustovianu (Ber, 1996a–c; Janczyk-Kopikowa, 1996).

Rozwój roślinności, różnorodność taksonomiczna i wartości procentowe w diagramach Szczebra i Sucha Wieś są zbliżone. Występujące różnice mieszczą się w odrębnościach lokalnych.

Największą różnicą zanotowaną w obu diagramach jest to, że w Suchej Wsi zdecydowanie bardziej rozwinięty niż w Szczebrze jest okres chłodny między pierwszym (I) a drugim (II) okresem ciepłym, jednak ranga tego chłodnego okresu jest zachowana. W okresie chłodnym, w Suchej Wsi można prześledzić wahania klimatyczne niższej rangi. Ważne jest również bardziej konsekwentne występowanie pyłku *Tsuga* w osadach z Suchej Wsi niż w osadach ze Szczebry. W prób-

kach z Suchej Wsi nie znaleziono natomiast pyłku *Eucomnia*, który stwierdzono w Szczebrze.

Z punktu widzenia powtarzalności wyników i dokumentowania ciepłych jednostek plejstocenu profil Sucha Wieś jest bardzo istotny. Umacnia on obraz augustowskiej sukcesji pyłkowej.

Równocześnie z profilem Sucha Wieś został opracowany profil Czarnucha (Winter, 2009). Sukcesje pyłkowe z Suchej Wsi i Czarnuchy są równowiekowe i bardzo zbliżone obrazem florystycznym. Wydaje się, że można w nich korelować również wahania klimatyczne niższej rangi zapisane drobnymi zmianami krzywych pyłkowych.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że większe jest podobieństwo między diagramami Czarnucha i Sucha Wieś, niż między diagramami Sucha Wieś i Kalejty (Winter, 2001), mimo że Sucha Wieś i Kalejty są położone bliżej siebie, niż Sucha Wieś i Czarnucha. W Kalejtach pierwszy (I), starszy okres ciepły ma inny obraz florystyczny i nieco inną rangę klimatyczną niż pierwszy (I) okres ciepły w Szczebrze, Suchej Wsi i Czarnusze. Na obecnym etapie poznania profile Czarnucha, Szczebra i Sucha Wieś podobnie charakteryzują augustowską sukcesję pyłkową.

Względnie prosta koncepcja klimatycznego podziału na interglacjal–glacjal nie daje się jednoznacznie odnieść do augustowskiej sukcesji pyłkowej. To samo dotyczy ferdyndowskiej sukcesji pyłkowej. Zagadnienie to było i jest szeroko dyskutowane.

Autorka artykułu sądzi, że zmienność roślinności, dającej obraz różnych formacji roślinnych i poważnych zmian klimatycznych zarejestrowanych w jednej sukcesji pyłkowej, należałoby traktować jako kompleks (zespół) zjawisk uzupełniających się i tworzących całość. W takim ujęciu znaczenie sukcesji pyłkowych, jako jednostek palinostratygraficznych, umacnia się.

Nawiązując do Europy zachodniej, augustowska sukcesja pyłkowa daje się korelować z diagramami pyłkowymi kompleksu kromerskiego. W Europie wschodniej, wśród stanowisk na Białorusi brak jest takich, których diagramy pyłkowe można by jednoznacznie utożsamiać z interglacjalem augustowskim.

Dyskusja dotycząca problemów florystycznych, palinostratygraficznych i stratygraficznych odnośnie pyłkowych stanowisk interglacjalu augustowskiego została przeprowadzona przez Winter (2009).

## LITERATURA

BER A., 1996a — Geological-floristic setting of the Augustovian (Pastonian, Bavelian?) interglacial lake sediments of Szczebra, near Augustów (NE Poland). *W*: Geological history of the Baltic Sea. Abstrakt: 19–20. Vilnius, Litwa.

BER A., 1996b — Stratygrafia dolnego plejstocenu północno-wschodniej Polski w nawiązaniu do obszarów sąsiednich. *W*: III Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. 6–7 września. Wigry. Wyd. Geol. UW, Warszawa.



- BER A., 1996c — Sytuacja geologiczna jeziornych osadów piętra augustowskiego w Szczebrze koło Augustowa oraz osadów jeziornych interglacjału mazowieckiego w Krzyżewie. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **373**: 35–48.
- BER A., 2009 — Litologia i sytuacja geologiczna osadów interglacjału augustowskiego z profilu Sucha Wieś (Pojezierze Elckie) i Czarnucha (Równina Augustowska). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **345**: 3–22.
- ERDTMAN G., 1960 — The acetolysis method. *Svensk Botan. Tidskr.*, **54**, 4: 561–564.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z., 1996 — Ciepłe okresy w mezoplejstocenie północno-wschodniej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **373**: 49–66.
- WINTER H., 2001 — Nowe stanowiska interglacjału augustowskiego w północno-wschodniej Polsce. *W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych* (red. A. Kostrzewski) T. 3. Ser. Geogr. UAM, **64**: 439–450. Wyd. Nauk UAM, Poznań.
- WINTER H., 2009 — Sukcesja pyłkowa z profilu Czarnucha (Równina Augustowska) i jej znaczenie dla stratygrafii dolnego plejstocenu północno-wschodniej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **435**: 109–120.

## SUMMARY

Deposits from the Sucha Wieś section (northeastern Poland, Elk Lakeland), depth of 146.90–176.80 m, contain floral microfossils.

Pollen spectra from the depth of 169.30–176.80 m reveal the presence of redeposited pollen grains. Taxa characteristic of the Paleogene and Neogene of Poland, and represented by *Byssa*, *Liquidambar*, *Symplocos*, *Normapolles*, *Zelkova*, *Taxodiaceae*–*Cupressaceae*, *Neogenisporis*, *Tricolporopollenites*, *T. exactus*, *T. pseudocinquulum* and others, have been found.

The co-occurrence of Dinoflagellata marine plankton and fresh-water plankton of *Pediastrum* indicates a mixing of the deposits.

*Artemisia*, *Chenopodiaceae* and *Selaginella selaginoides* sporomorphs, typical of cool climate conditions, are

also present. All the floristic data allow considering the 169.30–176.80 m deposits to represent ice-dam lake sediments. Pollen spectra of these deposits are not given in the pollen diagram.

The pollen diagram (Fig. 3) illustrates pollen spectra of the Sucha Wieś deposits from the depth of 147.70–168.00 m, representing 13 L PAZ. These Local Pollen Assemblage Zones represent a pollen succession characterized by varying floral communities that required different climate conditions.

The Sucha Wieś pollen succession is typical of the Augustovian Interglacial of northeastern Poland, found also in the Szczebra, Czarnucha and Kalety sections.

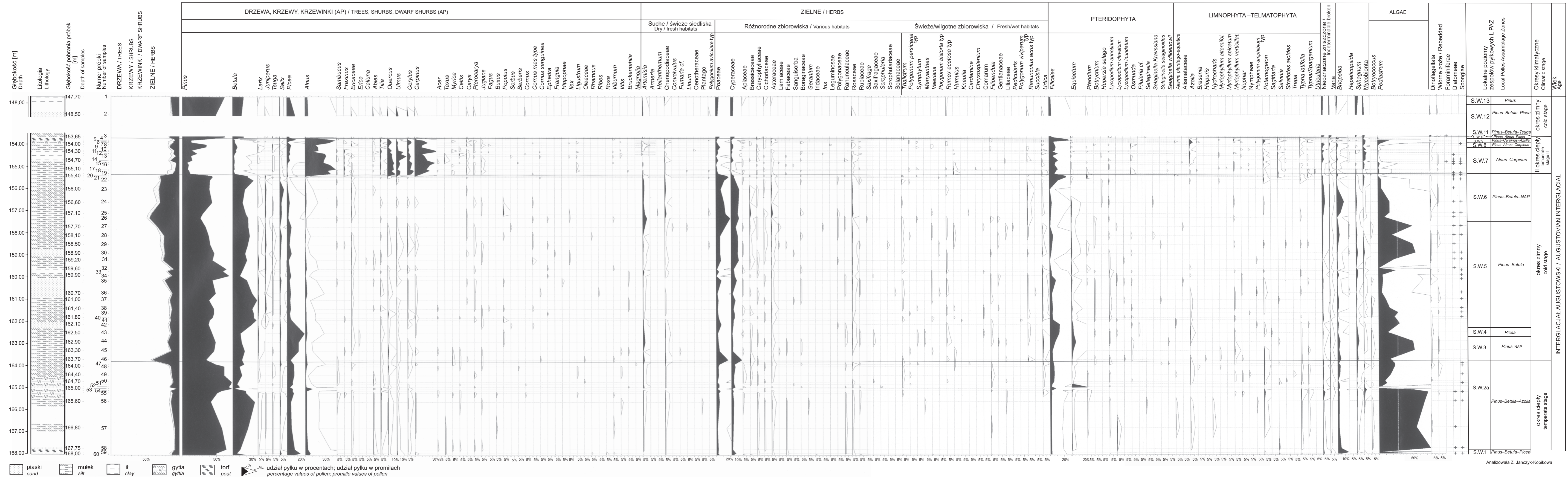


Fig. 3. Diagram palinologiczny profilu z Suchoj Wsi  
 Pollen diagram of the Sucha Wieś section