

LITOLOGIA I SYTUACJA GEOLOGICZNA OSADÓW INTERGLACJAŁU AUGUSTOWSKIEGO Z PROFILI SUCHA WIEŚ (POJEZIERZE EŁCKIE) I CZARNUCHA (RÓWNINA AUGUSTOWSKA)

LITHOLOGY AND GEOLOGICAL POSITION OF THE AUGUSTOVIAN INTERGLACIAL DEPOSITS FROM SUCHA WIEŚ (EŁK LAKELAND) AND CZARNUCHA (AUGUSTÓW PLAIN)

ANDRZEJ BER¹

Abstrakt. W odwierconych w latach 1988–1989 profilach otworów badawczych Sucha Wieś i Czarnucha, w spągowych partiach miąższych osadów plejstocenijskich (Sucha Wieś – 185 m; Czarnucha – 142 m) różnego wieku i genezy, napotkano jeziorne (organiczne) i rzeczne (mineralne) osady interglacjalne (Sucha Wieś – 31,1 m; Czarnucha – 32,1 m). Na podstawie analiz palinologicznych tych osadów oraz datowań paleomagnetycznych określono ich wiek na interglacjał augustowski. Przedstawiono również szczegółową charakterystykę litologiczną i petrograficzną osadów występujących w obu profilach, a także opisano litologię i sedimentologię interglacjalnych osadów jeziornych i rzecznych.

W jeziornych i rzecznych osadach interglacjalnych, dla obu profili, wyróżniono odrębne litologicznie sekwencje osadów; dla profilu Sucha Wieś – 7, a dla profilu Czarnucha – 5 sekwencji.

Wykształcenie osadów w profilu Sucha Wieś świadczy o tym, że w okresie całego plejstocenu panowały tu podobne warunki sedimentacji. Osady w tym profilu nie wykazują śladów zaburzeń glaciotektonicznych. Natomiast w profilu Czarnucha osady były zaburzone glaciotektonicznie przez każdy kolejny lądolód.

Sytuację geologiczną i stratygrafię osadów plejstocenijskich, występujących w profilach Sucha Wieś i Czarnucha, przedstawiono w nawiązaniu do profili z różnowiekowymi osadami interglacjalnymi, położonymi w obrębie Równiny Augustowskiej i w południowo-wschodniej części Pojezierza Ełckiego.

Słowa kluczowe: interglacjalne osady jeziorne i rzeczne, interglacjał augustowski, stratygrafia, Pojezierze Ełckie, Równina Augustowska.

Abstract. In the Sucha Wieś and Czarnucha boreholes drilled in 1988–1989, interglacial lacustrine and fluvial organic and mineral deposits (Sucha Wieś – 31.1 m; Czarnucha – 32.1 m in thickness) were encountered in the basal portion of the thick Pleistocene series (Sucha Wieś – 185 m; Czarnucha – 142 m) of various ages and origin. Palynological analyses and palaeomagnetic datings indicate that these deposits are of Augustovian Interglacial age.

The present report shows the location and detailed lithological and petrographical description of these sections. Lithological and sedimentological characteristics of interglacial lacustrine and fluvial deposits are given separately.

Seven different lithological sequences have been identified within the sequence of interglacial lacustrine and fluvial deposits of the Sucha Wieś section. In the Czarnucha section – 5 such sequences have been found.

The lithology of the Sucha Wieś section confirmed that sedimentary conditions were invariable during the whole period. Additionally, the sediments show no glaciotectionic deformation. However, the Czarnucha deposits were glaciotectionically disturbed by each successive ice sheet.

The final chapter provides an overview of the geological position and stratigraphy of the Pleistocene deposits from the Sucha Wieś and Czarnucha sections with reference to other sections from the Augustów Plain and southeastern part of the Ełk Lakeland.

Key words: interglacial lacustrine and fluvial deposits, Augustovian Interglacial, stratigraphy, Ełk Lakeland, Augustów Plain.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: andrzej.ber@pgi.gov.pl

WSTĘP

W latach 1989 i 1998–1999, w ramach prac geologiczno-kartograficznych Państwowego Instytutu Geologicznego nad opracowaniem Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, w południowo-wschodniej części Pojezierza Ełckiego i na Równinie Augustowskiej (głównie w okolicach Augustowa) wykonano 18 wierceń badawczych, przebijających dużej miąższości (139–187 m) osady

czwartorzędowe. Wiercenia zakończono w marglach paleocenu dolnego albo piaskach glukonitowych eocenu górnego. W siedmiu otworach wiertniczych usytuowanych w miejscowościach: Kalejty, Szczebra, Janówka, Sucha Wieś, Czarnucha, Żarnowo i Komorniki (fig. 1), nawiercono w spągowych partiach profili miąższości (od 16,9 m – Janówka, do 32,1 m – Czarnucha) osady jeziorne, bagienne i rzeczne,

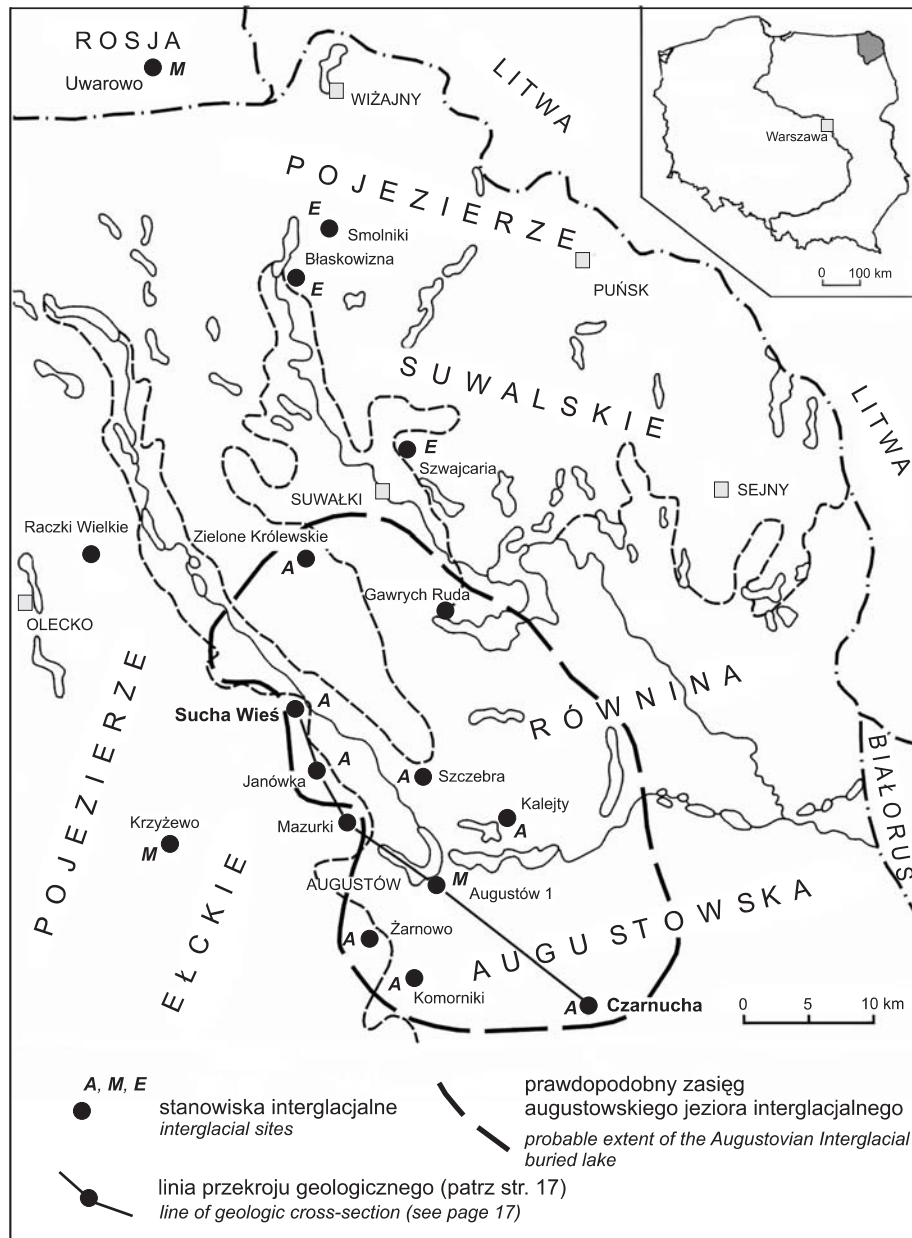


Fig. 1. Szkic sytuacyjny stanowisk interglacialnych w północno-wschodniej Polsce (wg Bera, 2006, zmieniony)

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

Location of interglacial sites in northeastern Poland (after Ber, 2006, modified)

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

wykształcone w postaci torfów, gytii, ilów, mułków i piasków drobnoziarnistych, miejscami zawierających dobrze zachowaną bogatą faunę ślimaków i małży.

Dla osadów glacialnych (gliny zwałowe) i międzymorenowych (piaski i żwiry wodnolodowcowe, mułki i ropy zastois-kowe), z próbek ze wszystkich siedmiu wymienionych otworów wiertniczych, wykonane zostały szczegółowe badania litologiczno-petrograficzne. Dla profilu Szczebra i Kalejty przeprowadzono pełne badania paleobotaniczne organicznych osadów jeziornych.

Wyniki szczegółowych analiz paleobotanicznych organicznych serii jeziornych z profilu Szczebra, w którym wyróżniono dwa optima termiczne różnej rangi klimatycznej: ciepły i chłodniejszy, pozwoliły umieścić te osady w okresie interglacialnym o randze piętra, nazwanym od rejonu w jakim występuje – augustowskim (Augustovian) (Ber, 1996; Janczyk-Kopikowa, 1996).

W przebadanym profilu Kalejty (Nawrocki, 1997; Ber, 2000), a następnie w profilu Czarnucha (Nawrocki, 2009), na podstawie badań paleomagnetycznych stwierdzono występowanie granicy Brunhes–Matuyama. Opisano również

pełniejszą sukcesję pyłkową w osadach jeziornych interglacjału augustowskiego, która okazała się pełniejsza, niż w uważanym dotychczas za stratotyp tego interglacjału profilu Szczebra (Ber, 1996a, b, 2000; Janczyk-Kopikowa, 1996; Ber i in., 1998; Nitychoruk i in., 2000; Winter, 2001; Lisicki, Winter, 2004).

W latach 1999–2002 w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie trwały kompleksowe badania profilu jeziornych osadów interglacialnych Sucha Wieś i Czarnucha. Wyniki z tych prac przedstawiono w niniejszym tomie.

Jeziorne osady organiczne udokumentowane profilami Sucha Wieś i Czarnucha, podobnie jak i w innych profilach z Równiny Augustowskiej, znajdują się w superpozycji, tzn. są podścielone i przykryte bazalnymi glinami zwałowymi. Miąższość organicznych osadów jeziornych i rzecznych, ciągłość sedymentacyjna, zawartość fauny oraz przykrycie i podścielenie bazalnymi poziomami glacialnymi świadczą, że są to profile stratotypowe, dokumentujące augustowski, tj. najstarszy plejstoceni interglacjał Polski, o znaczeniu nie tylko dla Polski, ale i dla stratygrafii plejstocenu całego Niżu Europejskiego.

CHARAKTERYSTYKA GEOMORFOLOGICZNA OKOLIC SUCHEJ WSI I CZARNUCHY

Pojezierze Ełckie, w którego południowo-wschodniej części graniczącej z sandrem Rospudy odwiercono otwór badawczy Sucha Wieś, stanowi w przeważającej części ob-

szar wysoczyzny polodowcowej (fig. 2), o wysokościach do 205 m n.p.m. (Góra Płowiecka). Jest on silnie urozmaicony formami marginalnymi i martwego lodu poszczególnych

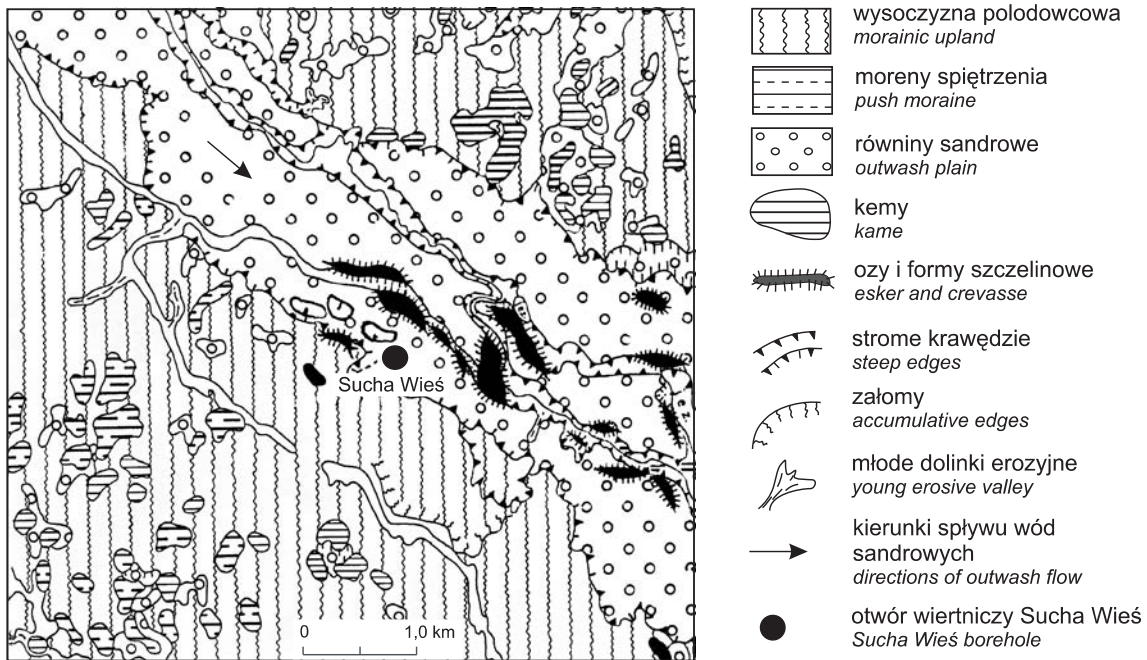


Fig. 2. Szkic geomorfologiczny otoczenia otworu wiertniczego Sucha Wieś (wg Bera, 2000)

Geomorphologic sketch of the Sucha Wieś borehole region (after Ber, 2000)

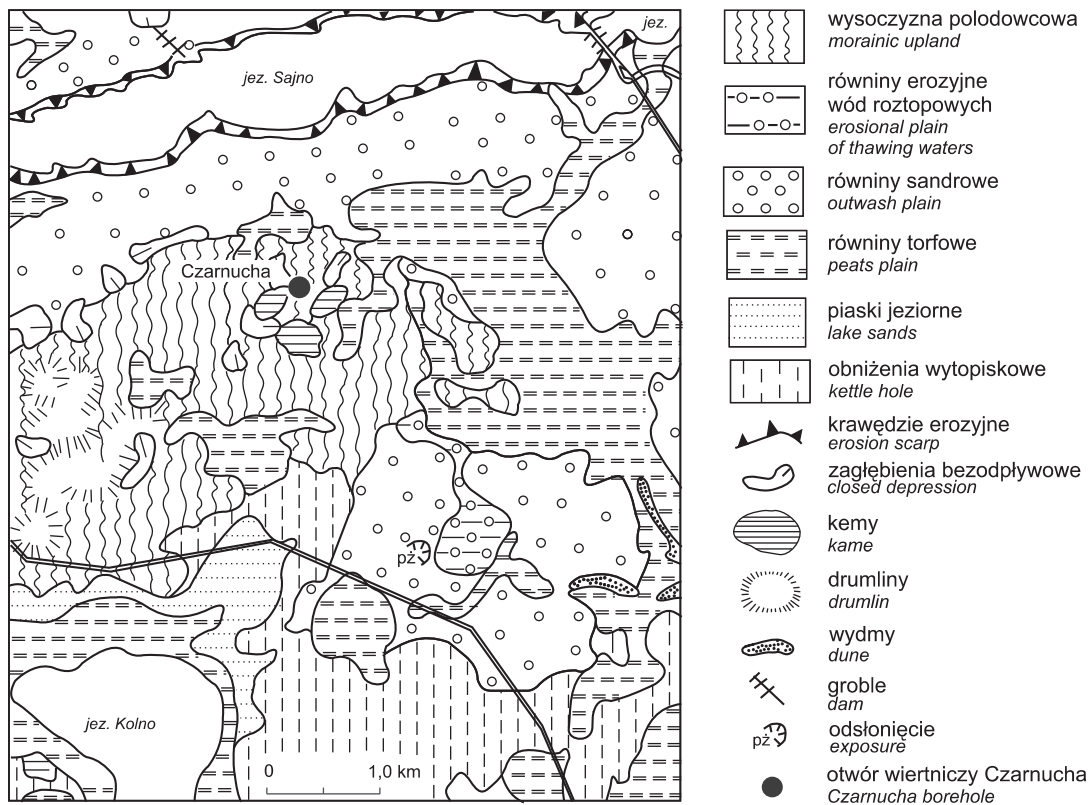


Fig. 3. Szkic geomorfologiczny otoczenia otworu wiertniczego Czarnucha (wg Lisickiego, 2000)

Geomorphologic sketch of the Czarnucha borehole region (after Lisicki, 2000)

stadiów zlodowacenia wisły (Vistulianu). W części południowej pojezierza występują monotonne i płaskie powierzchnie sandrowe. Formy marginalne powstały przeważnie w wyniku deglacjacji frontalnej, miejscami jedynie arealnej. Okres recesji lądolodu wisły, a szczególnie stadiału pomorsko-leszczyńskiego, zaznaczył się przede wszystkim festionową konfiguracją tych form (Ber, 1996c).

Równina Augustowska, na obszarze której odwiercono otwór badawczy Czarnucha (fig. 3), w przeważającej części charakteryzuje się rozległą, na ogół słabo urozmaiconą powierzchnią sandrową (wzniesioną do wysokości 160 m n.p.m.), utworzoną w północnej części przez wody topniejącego lądolodu stadiału głównego (leszczyńsko-pomorskiego), natomiast w częściach środkowej i południowej, oprócz utworów fluwioglacjalnych zbudowaną częściowo z osadów limnoglacjalnych (zastoiskowe piaski drobnoziarniste i mułkowate). Wśród monotonnego krajobrazu występują – w postaci wysp o małej powierzchni, ale o silnie urozmaiconym reliefie – takie formy geomorfologiczne, jak

kemy, ozy, drumliny, moreny spiętrzenia, pochodzące z okresu stadiału głównego (leszczyńsko-pomorskiego) oraz prawdopodobnie również ze stadiów starszych zlodowacenia wisły (np. stadiał Świecia) (Ber, 1989, 2000).

Dotychczasowe badania (Ber, 1981, 1989, 2000) wykazały, że Równina Augustowska predestynowana strukturą głębokiego podłoża była przez prawie całą swoją plejstocенską historię obniżeniem, w którym przeważała sedimentacja fluwioglacjalna i wodno-zbiornikowa typu płytkowodnego. Profile odwierconych w latach 1989–1998 otworów badawczych potwierdzają ten wniosek. Ukształtowanie powierzchni Równina Augustowska zawdzięcza przede wszystkim ukształtowaniu i budowie geologicznej starszego podłoża oraz akumulacyjnej i erozyjnej działalności wód fluwioglacjalnych i zastoiskowych lądolodu stadiału głównego (leszczyńsko-pomorskiego) zlodowacenia wisły (Vistulianu). Mniejszy wpływ miały natomiast akumulacja i glaciektonika (zaburzająca działalność) lądolodu stadiału głównego zlodowacenia wisły (Ber, 1989, 2000).

PROFIL SUCHA WIEŚ

LITOLOGIA I PETROGRAFIA

Wiercenie badawcze Sucha Wieś (SMGP w skali 1:50 000, ark. Augustów; Ber, 2007) jest zlokalizowane około 15 km na północny zachód od Augustowa, we wsi Sucha Wieś, w południowo wschodniej części Pojezierza Elckiego, graniczącego z sandrem Rospudy (fig. 1, 2). W profilu Sucha Wieś (fig. 4) w podłożu osadów plejstoceńskich na głębokości 185,0 m (32,5 m p.p.m) występują margle wapniste, miejscami wapnisto-ilaste, szare i jasnoszare z przerostami geozarych i szarozielonkawych, z glaukonitem i muskowitem oraz z ziarnami kwarcu detrytycznego o średnicy do kilku milimetrów (Ber, 1997, 2000; Ber i in., 1998). Margle i gezy zawierają domieszkę igieł gąbek oraz detrytusu fauny, głównie ślimaków. Zespół oznaczonych otwornic, a szczególnie: *Ceratabulimina tuberculata* (Brotzen), *Loxostomoides deadericki* (Cushman), *Bolivina oedumi* Brotzen i *Lenticulina gryi* (Brotzen), wskazuje na moncki wiek omawianych utworów (Gawor-Biedowa, 1989).

Na paleoceńskich marglach i gezach zaliczonych do montu występuje bezpośrednio glina zwałowa I szara, piaszczysta o miąższości 7,0 m, z dużą ilością materiału klastycznego z dużym udziałem dolomitów i skał lokalnych (fig. 2). Charakteryzuje się ona następującymi wartościami współczynników petrograficznych¹: O/K = 1,64; K/W = 0,65; A/B = 1,49 i Dp/Wp = 0,64 (Czerwonka, Krzyszkowski, 1995).

Na glinie zwałowej I (Na) leżą organiczne i mineralne osady jeziorne i rzeczne o miąższości 31,3 m (w przedziale głębokości 178,0–146,9 m) (fig. 5). Na podstawie wyników pełnej analizy palinologicznej (Janczyk-Kopikowa, 1996; Ber i in., 1998) i sytuacji geologicznej zostały one określone jako osad interglacjału augustowskiego (Janczyk-Kopikowa, 1996; Ber, 1997, 2000; Ber i in., 1998).

Jeziorne osady interglacjału augustowskiego przykrywa glina zwałowa II zielonkawoszara, zwięzła, o miąższości 4,4 m, z dużą ilością materiału dolomitycznego. Glinę tę charakteryzują następujące wartości współczynników petrograficznych: O/K=1,30; K/W=0,79; A/B=1,22 i Dp/Wp = 0,84.

Glinę zwałową II przykrywają piaski różnoziarniste ze żwirem, o miąższości 4,5 m (osad pochodzenia wodnolodowcowego, akumulowany w okresie transgresji lądolodu) oraz mułki ilaste i piaski drobnoziarniste, mułkowate, o miąższości 8,0 m (osad lokalnych zastoisk). Następny okres lodowcowy reprezentuje cienka, 0,8 m miąższości glina zwałowa III, zielonkawoszara, zwięzła. W składzie petrograficznym (O/K=1,83; K/W=1,78 i Dp/Wp = 0,58) domi-

nują dolomity (21,9%). Glina zwałowa III wykazuje duże podobieństwo do niżej leżącej gliny zwałowej II.

Osady jeziorne (prawdopodobnie należące do interglacjałnych, gdyż nie zostały udokumentowane palinologicznie) wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych, o miąższości 0,4 m, mułkowate, z detrytusem roślinnym, występują bezpośrednio na glinie zwałowej III i są przykryte przez glinę zwałową IV szarą, piaszczystą o miąższości 6,8 m. Jest ona niejednorodna, z cienkimi wkładkami i przewarstwieniami mułków i piasków. Charakteryzuje się następującymi wartościami współczynników petrograficznych: O/K = 2,22; K/W = 0,47; A/B = 2,12 i Dp/Wp = 0,17.

Glinę zwałową IV przykrywa 28,9 m seria rzecznych osadów ilasto-mułkowo-piaszczystych, miejscami z detrytusem roślinnym i cienkimi wkładkami glin i żwirów gliniastych spływowych. Serię tę, pomimo braku dokumentacji palinologicznej, jedynie na podstawie analizy sytuacji geologicznej, autor zaliczył do osadów prawdopodobnie interglacjałnych.

Następny okres lodowcowy reprezentują dwa poziomy szarych, zwięzłych glin zwałowych. Poziom V – dolny, o miąższości 10,0 m, charakteryzujący się współczynnikami petrograficznymi: O/K = 1,77; K/W = 0,58; A/B = 1,67 i Dp/Wp = 0,35 oraz poziom VI – górny, o miąższości 2,2 m, charakteryzujący się współczynnikami petrograficznymi o wartościach: O/K= 1,62; K/W = 0,66; A/B = 1,62 i Dp/Wp = 0,26. Gliny rozdziela seria piasków drobno i różnoziarnistych, fluwioglacjałnych o miąższości 31,9 m, z zastoiskowymi mułkami w spągu (3,1 m miąższości) oraz w stropie (4,4 m miąższości).

Glinę zwałową VI przykrywają piaski drobno i różnoziarniste, wodnolodowcowe o miąższości 38,0 m, akumulowane przed czołem nasuwającego się kolejnego lądolodu.

Najmłodszy okres lodowcowy w profilu Sucha Wieś reprezentują prawdopodobnie dwa poziomy glin zwałowych – VII i VIII (przy braku osadów dzielących i dostatecznej ilości materiału klastycznego, ich rozdzielność przyjęto na podstawie wyników badań sedymentologicznych). Poziom dolny – glina zwałowa VII szara, o miąższości 3,0 m, z laminami piaszczystymi w spągu reprezentuje prawdopodobnie osad stadiału starszego, a poziom górny – glina zwałowa VIII brązowa, o miąższości 6,7 m i współczynnikach petrograficznych K/W = 1,72; O/K = 1,57; A/B = 0,63 i Dp/Wp = 0,08 reprezentuje stadiał młodszy.

Jak wynika z przedstawionego wyżej opisu, profil z Suchej Wsi zawiera liczne luki sedymentologiczne i stratygraficzne zarówno w zapisie osadów glacjałnych (brak osadów zlodowaceń san I i odry), jak i interglacjałnych (małopolskiego, ferdynandowskiego, zbójnowskiego i eemskiego).

¹ Współczynniki petrograficzne: O/K–K/W–A/B, gdzie: O – skały osadowe, K – skały krystaliczne + kwarc, W – skały węglanowe, A – skały nieodporne na wietrzenie, B – skały odporne na wietrzenie

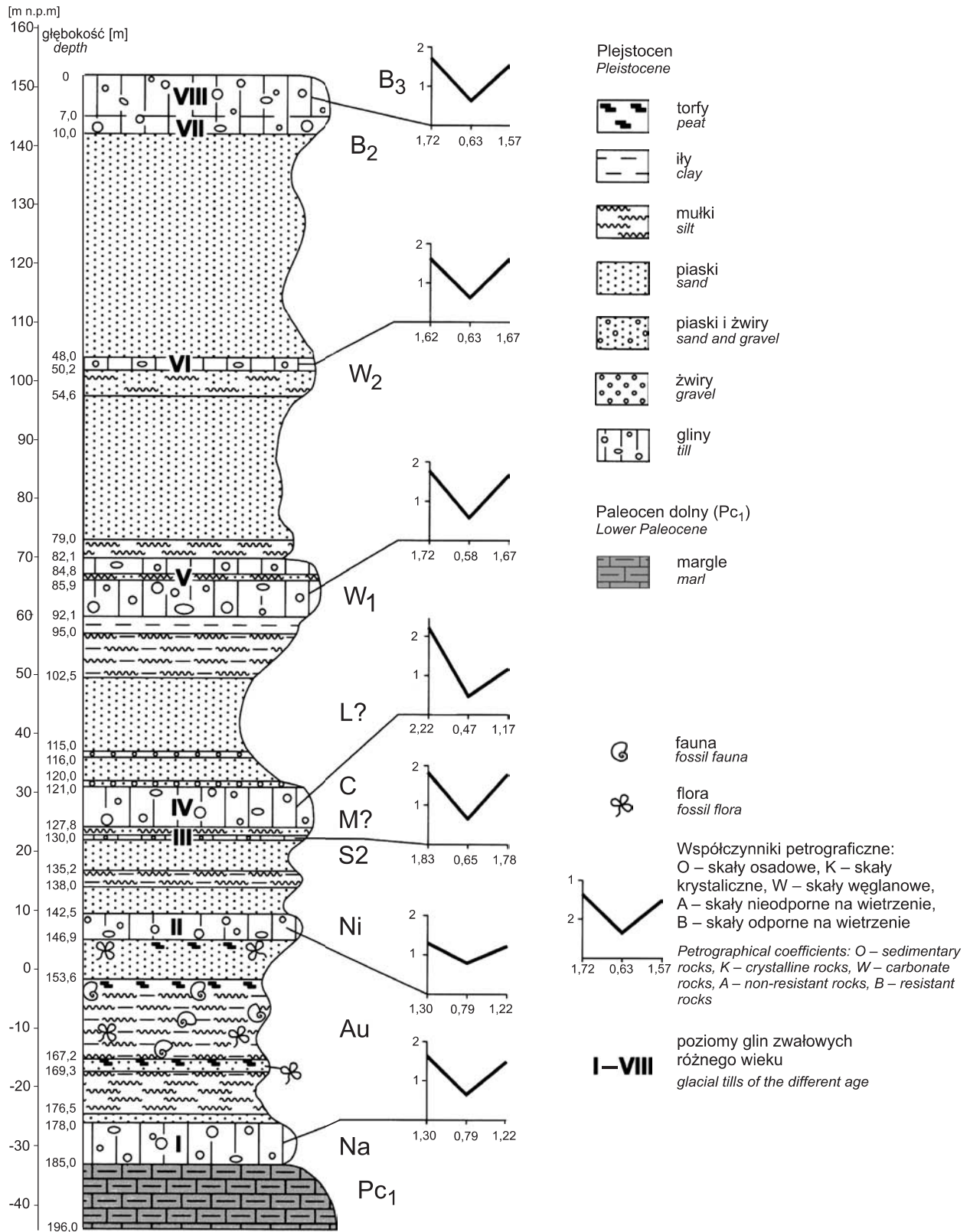


Fig. 4. Profil otworu wiertniczego Sucha Wieś

Pc₁ – paleocen dolny; **plejstocen**: Na – zlodowacenie narwi, Au – interglacjał augustowski, Ni – zlodowacenie nidy, S₂ – zlodowacenie san 2, M – interglacjał mazowiecki, C – zlodowacenie liwca, L – interglacjał lubelski, W_{1,2} – zlodowacenie warty (stadiał dolny i środkowy), B_{2,3} – zlodowacenie wisły (stadiały: świecia i górny)

Section of the Sucha Wieś borehole

Pc₁ – Lower Paleocene; **Pleistocene**: Na – Narevian Glaciation, Au – Augustovian Interglacial, Ni – Nidanian Glaciation, S₂ – Sanian 2 Glaciation, M – Mazovian Interglacial, C – Liviecian Glaciation, L – Lublinian Interglacial, W_{1,2} – Wartanian Glaciation (Lower and Middle stadials), B_{2,3} – Vistulian Glaciation (Świecie and Main stadials)

SEDYMENTOLOGIA I LITOLOGIA
INTERGLACJALNYCH OSADÓW
JEZIORNÝCH I RZECZNYCH

Seria międzymorenowych osadów jeziornych i rzecznych w profilu Sucha Wieś, występuje na głębokości od 146,90 m (5,6 m n.p.m.) do 178,00 m (25,5 m p.p.m.), i osiąga miąższość 31, 10 m (fig. 5). Składają się na nią następujące osady (opis według Janczyk-Kopikowej, 2009, uzupełniony):

Głębokość [m]	Opis osadu		
		157,15–157,75	mulek ilasty, brunatny, bezstrukturalny z nielicznymi skorupkami ślimaków i małży
		157,75–158,75	mulek piaszczysty, żółtobeżowy, niewarstwowany <i>wyraźna pozioma granica</i>
		158,75–159,00	piasek pylasty, szary, niewarstwowany <i>wyraźna pozioma granica</i>
		159,00–160,00	mulek ilasto-piaszczysto-pylasty, w stopie silnie piaszczysty, beżowy i beżowożółty, w spągu ilasty, ciemnoszary, bezstrukturalny; rozproszone szczątki fauny i flory <i>ostra granica</i>
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 na głębokości 148,50 m, w postaci poziomych lamin, humus i detrytus roślinny	160,00–160,90	piasek pylasty, szarobeżowy miejscami ze szczątkami skorupki ślimaków i małży, niewarstwowany
		160,90–161,50	mulek szarobeżowy, nieco piaszczysty z fragmentami skorupki fauny, bezstrukturalny <i>przejście stopniowe bez wyraźnej granicy w:</i>
153,60–153,65	mulek szary ilasty, bezstrukturalny, HCl ⁻ ; dobrze widoczna granica z niżej leżącym osadem	161,50–162,00	mulek szarobeżowy, z warstewkami poziomo ułożonych skorupki ślimaków i małży <i>wyraźna, pozioma granica</i>
153,65–153,70	piasek jasnoszary niewarstwowany, HCl ⁻ ; ostra, dobrze zaznaczona, pozioma granica	162,00–162,50	piasek pylasty, szarobeżowy, bardzo drobno warstwowany poziomo, miejscami z fauną
153,70–153,75	torf czarny, zwarty, HCl ⁻ <i>przejście stopniowe w:</i>	162,50–163,00	mulek ilasty, miejscami piaszczysty, szarobeżowy, bardzo drobno warstwowany poziomo, w spągu przechodzący w bezstrukturalny, z fragmentami skorupki ślimaków i małży <i>przejście stopniowe w:</i>
153,75–153,80	gytię ciemnobrunatną, bezstrukturalną, HCl ⁻ <i>przejście stopniowe w:</i>	163,00–163,50	mulek piaszczysty, beżowy, bardzo drobno poziomo warstwowany, w spągu ze śladami fauny
153,80–154,00	mulek szary, bezstrukturalny z fauną (skorupki ślimaków i małży)	163,50–164,00	mulek brunatnobeżowy z detrytusem roślinnym, niewarstwowany
154,00–154,20	piasek pylasty, jasnoszary, niewarstwowany ze skorupkami ślimaków i małży	164,00–164,70	mulek piaszczysty, beżowy, drobno warstwowany poziomo, w spągu mulek beżowy, niewarstwowany <i>przejście stopniowe w:</i>
154,20–154,80	ił szary z cienkimi, poziomo ułożonymi laminami pylastymi, jasnoszarymi; fragmenty skorupki ślimaków i małży	164,70–164,95	gytię mułkową, węglanową, beżową w spągu łupkową, o wyraźnej poziomej rozdzielności, brązową, HCl ⁻ <i>przejście dobrze widoczną granicą w:</i>
154,80–155,10	mulek szary, laminowany poziomo warstewkami ilastymi i pylastymi, jasnoszarymi; w spągu liczne skorupki ślimaków i małży <i>przejście stopniowe w:</i>	164,95–165,00	piasek humusowy, brązowy, bezstrukturalny, HCl ⁻
155,10–156,10	mulek ilasty, szary, niewarstwowany z fauną (skorupki ślimaków i małży) i szczątkami roślin <i>przejście stopniowe w:</i>	165,00–165,30	gytia brunatnoszara, mułkowa, grubodetrytusowa (mulek HCl ⁺ ; gytia HCl ⁻)
156,10–156,90	mulek ilasty, laminowany poziomo warstewkami pylastymi (beżowe) i ilastymi (brunatnoszare); grubość lamin od 0,1 mm do 2–3 cm. <i>wyraźna granica z niżej leżącym osadem widoczna dzięki 2 cm warstewce piasku pylastego</i>	165,30–166,10	mulek żółto- i szarobeżowy, z miejscami występującymi makro szczątkami roślin, niewarstwowany
156,90–157,15	mulek brunatny, miejscami ilasty, miejscami piaszczysty, bezstrukturalny, ze szczątkami flory <i>przejście bez wyraźnej granicy w:</i>	166,10–166,90	mulek szarobeżowy ze szczątkami fauny, niewarstwowany

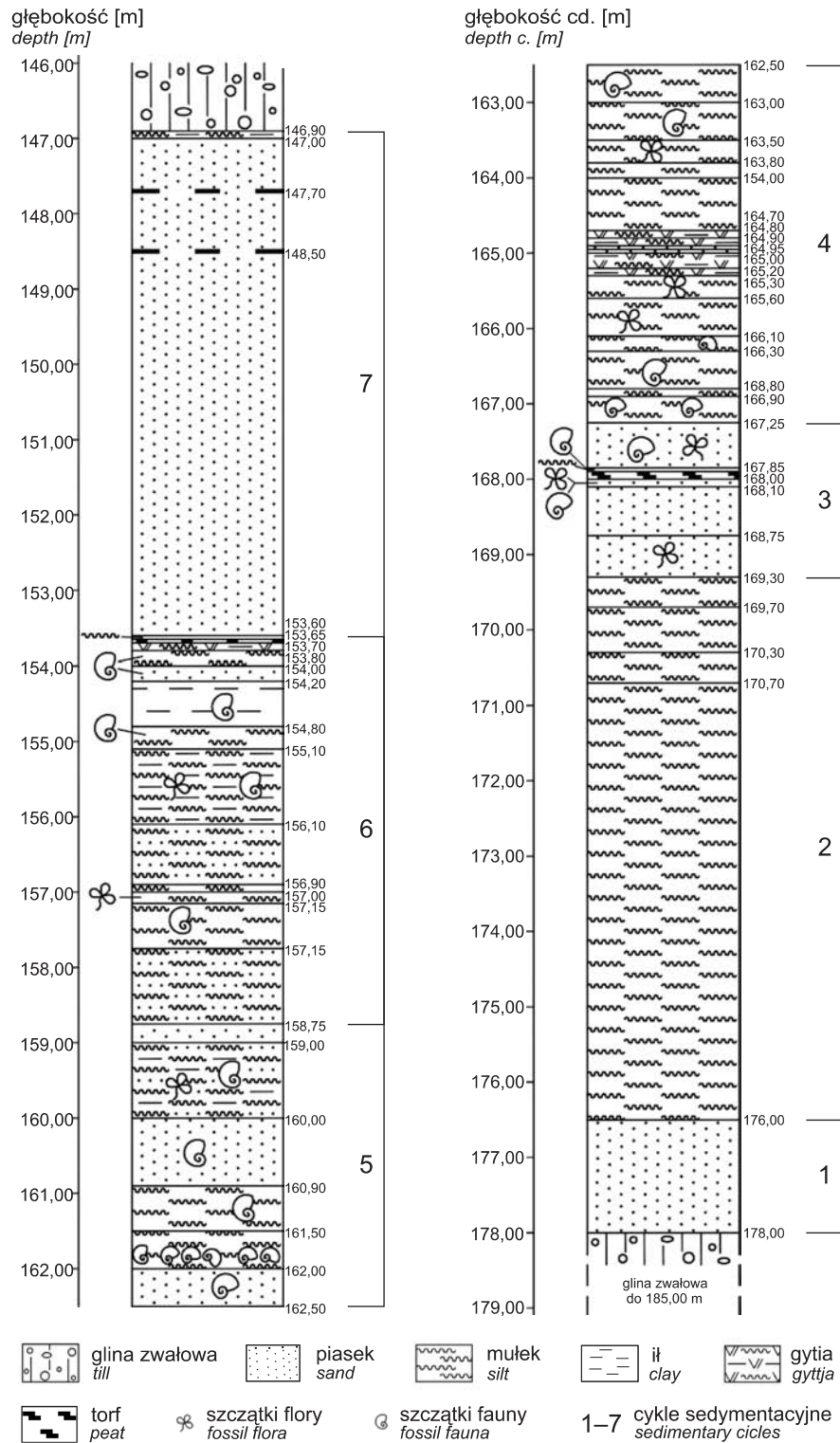


Fig. 5. Profil osadów interglacialnych w otworze wiertniczym Sucha Wieś (152,50 m n.p.m.)

Section of interglacial deposits in the Sucha Wieś borehole (152,50 m a.s.l.)

166,90–167,25	mułek szary, niewarstwowany z licznymi skorupkami fauny <i>przejście ostrą granicą w:</i>
167,25–167,85	piasek pylasty, szary niewarstwowany ze szczątkami fauny i humusem, w spągu z poziomo ułożoną ławicą fauny
167,85–168,00	torf mułkowy HCl ⁻ , bezstrukturalny, ku spągowi przechodzący w torf czarny, zbity, HCL ⁻
168,00–168,10	piasek średnioziarnisty, beżowy, poziomo warstwowany humusem, z fauną
168,10–168,75	piasek pylasty i drobnoziarnisty, żółtobrunatny, niewarstwowany
168,75–169,30	piasek szary, niewarstwowany ze śladami detritusu roślinnego <i>wyraźna granica</i>
169,30–170,30	mułku ilastego, szarego, bezstrukturalnego, ku spągowi piaszczystego
170,30–170,70	mułek ilasty, bardzo zwięzły, zbręcjonowany (okruchy jasno i ciemno szare)
170,70–176,50	mułek ilasto-piaszczysty, miejscami poziomo warstwowany, w spągu silnie piaszczysty
176,50–178,00	piasek drobnoziarnisty, jasnoszary, niewarstwowany

Powyższy profil osadów jeziornych ze stanowiska Sucha Wieś zawiera jedną z najdłuższych i dobrze zachowanych sekwencji osadów jeziornych, od początkowego okresu interglacjału, przez cały interglacjał z jego w optimum, aż do schyłku interglacjału. Wkładki i przewarstwienia materiału piaszczystego wskazują na okresowy (sezonowy) dopływ materiału mineralnego do zbiornika jeziornego i świadczą, że profil Sucha Wieś położony był w strefie brzeżnej jeziora z dopływem materiału fluwialnego. Osady jeziorne, tak mineralne jak i organiczne, przechodzą stopniowo, bez wyraźnych granic, jedno w drugie, a podstawę ich rozdzielania stanowią przeważnie zmiany zabarwienia osadu. Wyraźna granica występuje natomiast między ilastym, mułkowym i organicznym osadem jeziornym a piaszczystymi wkładkami fluwialnymi. To stopniowe przechodzenie

osadów oraz brak zaburzeń czy ich przemieszczeń, świadczą o stałej, bez większych przerw i niezaburzonej sedymentacji osadów jeziornych, z okresowym dopływem materiału fluwialnego (w całej miąższości profilu). Na głębokości 154,20–155,10, 156,10–156,9 i 162,5–163,50 m, mułki i ły są warstwowane poziomo na przemian leżącymi warstewkami pylastymi, mułkowymi i ilastymi, co wskazuje to na akumulację w okresach zimowych i letnich.

Makroskopowe badania sedymentologiczne pozwalają na wydzielenie w profilu Sucha Wieś cykli sedymentacyjnych – siedmiu odrębnych litologicznie sekwencji osadów (od najstarszych):

cykl sedymentacyjny 1 – od 176,00 do 178,00 m, piaszczystej stanowiącej osad wodnolodowcowy, akumulowany w zbiorniku limnoglacjału;

cykl sedymentacyjny 2 – od 169,30 do 176,00 m, mineralnej, mułkowo-piaszczystej reprezentującej osad limnoglacjału zbiornika, który przekształcił się następnie w jezioro interglacjału;

cykl sedymentacyjny 3 – od 167,25 do 169,30 m, piaszczystej, rzecznej z cienkimi przewarstwieniami mułku i torfu z fauną i florą, reprezentujących akumulację w jeziorze interglacjału z okresowym dopływem materiału fluwialnego;

cykl sedymentacyjny 4 – 162,50 do 167,25 m, mineralno-organiczej: mułkowo-ilastej z wkładkami gytii, z fauną i florą, stanowiącej typowy osad jeziora interglacjału;

cykl sedymentacyjny 5 – od 158,75 do 162,50 m, zróżnicowanej litologicznie: ilasto-mułkowej z trzema warstwami piasków pylastych niewarstwowanych (158,75–159,00, 160,00–160,90, 162,00–162,50 m), z fauną (na głębokości 162,0 m nagromadzenie ułożonych w warstewki skorupki) i florą. Warstwy piaszczyste, fluwialne, mogą świadczyć o wahaniach klimatycznych w obrębie okresu interglacjału (ochłodzenia lub okresy zimowe). Materiał piaszczysty wskazuje na położenie profilu w brzeżnej części jeziora, gdzie dopływał materiał rzeczny.

cykl sedymentacyjny 6 – od 153,65 do 158,75 m, mułkowo-ilastej z przewarstwieniem piasków pylastych i torfu w stropie, z dużą ilością materiału organicznego i skorupki ślimaków i małży. Stropowe partie wskazują na spływanie się zbiornika i na ochłodzenie klimatu.

cykl sedymentacyjny 7 – od 146,90 do 153,65 m, piaszczystej z dwoma warstewkami torfów i z warstewką mułku w stropie, bez materiału organicznego, wskazującej na powolne przekształcanie się jeziora w zbiornik limnoglacjału.

PROFIL CZARNUCHA

LITOLOGIA I PETROGRAFIA

Wiercenie Czarnucha (SMGP w skali 1:50 000, ark. Sztabin; Kacprzak, Lisicki, 2007) wykonano na Równinie Augustowskiej, we wsi Czarnucha, 4,5 km na południowy wschód od Augustowa i 1,5 km na południe od jeziora Sajno (fig. 3).

W profilu Czarnucha (fig. 6) (opis wg Lisickiego, 2003; Lisickiego, Winter, 2004), w podłożu osadów plejstoceńskich, na głębokości 142,00 m (17,50 m p.p.m.), nawiercono szare, wapniste piaskowce kwarcowo-glaukonitowe, miejscami mułowce podścielone zielonkawoszarymi marglami piaszczystymi z glaukonitem i fauną. Występujący w tych

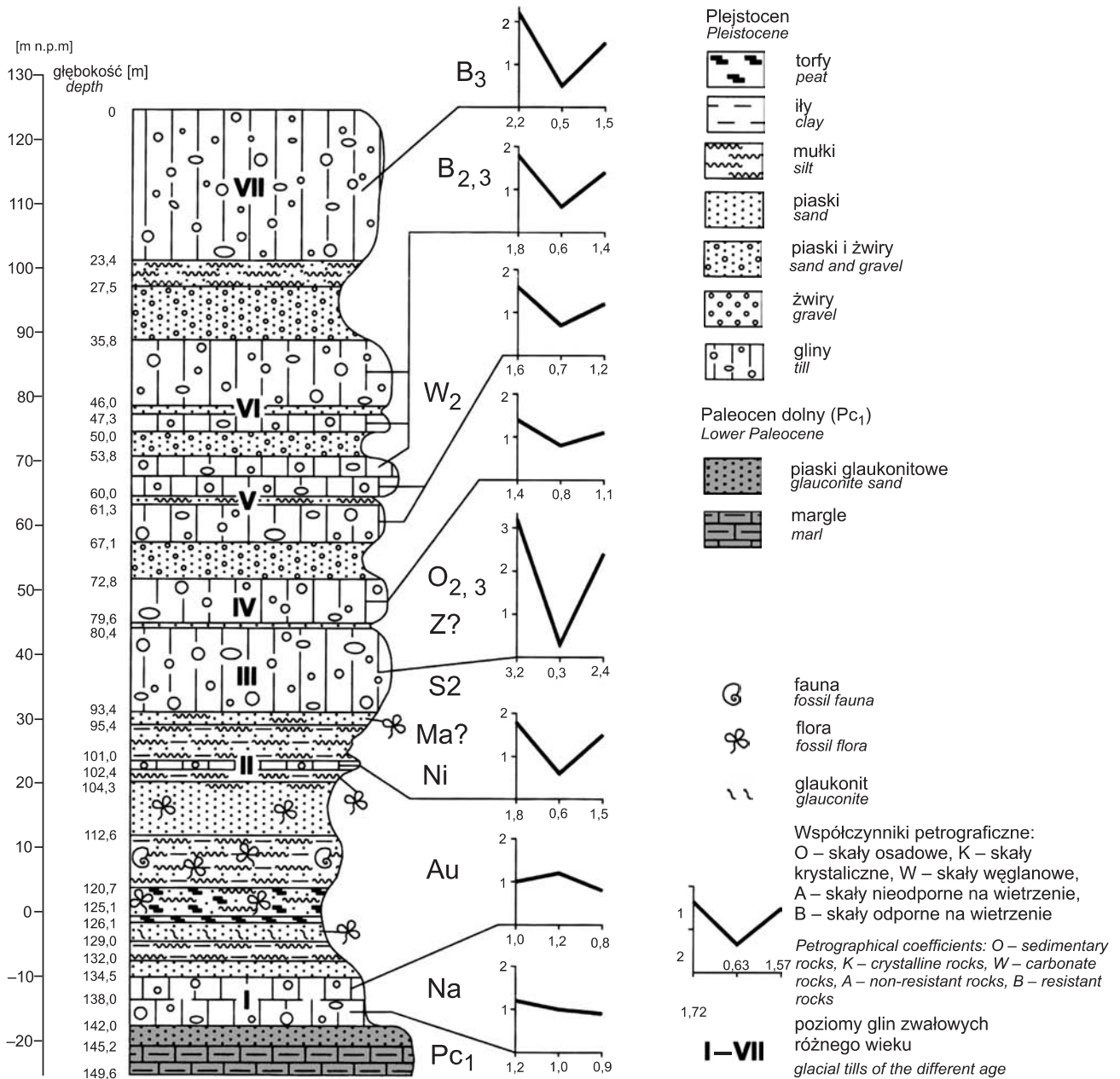


Fig. 6. Profil otworu wiertniczego Czarnucha (wg Lisickiego, Winter, 2004, zmieniony)

Pc₁ – paleocen dolny; **plejstocen:** Na – zlodowacenie narwi, Au – interglacjał augustowski, Ni – zlodowacenie nidy, Ma – interglacjał małopolski, S2 – zlodowacenie san 2, Z – interglacjał zbójnowski, O_{2,3} – zlodowacenie odrzy (krzny) (stadiał środkowy i górny), W₂ – zlodowacenie warty (stadiał środkowy), B_{2,3} – zlodowacenie wisty (stadiały: świecica i górny)

Section of the Czarnucha borehole (after Lisicki, Winter, 2004, modified)

Pc₁ – Lower Paleocene; **Pleistocene:** Na – Narevian Glaciation, Au – Augustovian Interglacial, Ni – Nidanian Glaciation, Ma – Małopolian Interglacial, S2 – Sanian 2 Glaciation, Z – Zbójnian Interglacial, O_{2,3} – Odranian (Krznanian) Glaciation (Middle and Upper stadials), W₂ – Wartanian Glaciation (Middle Stadial), B_{2,3} – Vistulian Glaciation (Świecice and Main stadials)

osadach zespół otwornic jest charakterystyczny dla osadów paleocenu dolnego, montu (Gawor-Biedowa, 1966).

Osady paleocenu dolnego przykrywa glina zwałowa I, brązowoszara, piaszczysta i silnie wapnista. Wyniki badań

lito-petrograficznych wskazują, że glina ta jest dwudzielna (Gronkowska-Krystek, 1999). Wartości współczynników petrograficznych dla dolnego poziomu gliny (o miąższości 4,0 m) wynoszą: O/K = 1,2; K/W = 1,0 i A/B = 0,9, a dla

górnego poziomu gliny (o miąższości 3,5 m), zawierającego 88% mułwców lokalnych wynoszą: $O/K = 1,0$; $K/W = 1,2$ i $A/B = 0,8$.

Na glinie zwałowej I, dwudzielnej, występują jeziorne (organiczne) i rzeczne (mineralne) osady interglacjału augustowskiego (Winter, 1999, 2003), o miąższości 32,10 m.

Interglacialne osady organiczne i mineralne są przykryte cienką, o miąższości tylko 1,4 m, gliną zwałową II ciemnoszarą, wapnistą i silnie piaszczystą. Charakteryzują ją współczynniki petrograficzne: $O/K = 1,8$; $K/W = 0,6$ i $A/B = 1,4$.

Ponad gliną zwałową II występują szare mułki i piaski jeziorne, silnie wapniste, o miąższości 7,6 m, prawdopodobnie interstadialne przykryte 13-metrowej miąższości gliną zwałową III, brązowoszarą, piaszczystą i charakteryzującą się następującymi wartościami współczynników petrograficznych: $O/K = 3,2$; $K/W = 0,3$ i $A/B = 2,4$.

Glinę zwałową IV szarobrązową, piaszczystą od gliny zwałowej III oddziela 80-centymetrowej miąższości warstwa piasków drobnoziarnistych ze smugami substancji humusowej, która może być jedynie wkładką w glinie zwałowej IV, bez znaczenia stratygraficznego.

Glinę zwałową IV, o miąższości 6,8 m, charakteryzują następujące wartości współczynników petrograficznych: $O/K = 1,4$; $K/W = 0,8$ i $A/W = 1,1$.

Na glinie zwałowej IV leżą 5,7 metrowej miąższości piaski różnoziarniste ze żwirem, szarobrązowe, wodnolodowcowe, które z kolei przykrywa glina zwałowa V, ciemnoszara, ilasta o miąższości 7,1 m i wartościach wskaźników petrograficznych $O/K = 1,6$; $K/W = 0,7$ i $A/B = 1,2$.

W glinie zwałowej V występuje warstwa mułku zielonkawoszarego, piaszczystego, o miąższości 1,3 m, z dużą ilością substancji organicznej. Mułek ten nie ma znaczenia stratygraficznego.

Glina zwałowa VI ciemnoszara, w spągu ilasta, o miąższości 18,0 m, jest zróżnicowana na trzy poziomy rozdzielone piaskami ze żwirem o małej miąższości (1,3 i 3,8 m) i charakteryzuje się wskaźnikami petrograficznymi $O/K = 1,8$; $K/W = 0,6$ i $A/B = 1,4$. Przewarstwienia piaszczysto-żwirowe w tej glinie, przy jednakowych wartościach współczynników petrograficznych, mogą świadczyć, że została ona zaburzona gładitektonicznie.

Na glinie zwałowej VI leżą piaski ze żwirem, wodnolodowcowe, o miąższości 8,3 m, przykryte piaskami pylastymi, mułkiem i iłem brązowoszarym, zastoiskowym, o miąższości 4,1 m.

Glina zwałowa VII brązowa, w stropie rdzawo-brązowa, piaszczysta, o miąższości 23,4 m jest najmłodszym poziomem glacialnym w profilu Czarnucha. Charakteryzują ją następujące wskaźniki petrograficzne: $O/K = 2,2$; $K/W = 0,5$ i $A/B = 1,5$.

Jak wynika z opisu w profilu Czarnucha przeważają znacznej miąższości osady glacialne i ich rozdzielanie stratygraficzne przy braku dokumentacji palinologicznej (poza osadami interglacialnymi i interstadialnymi na głębokościach od 93,4 do 134,5 m) jest możliwe tylko na podstawie analizy sytuacji geologicznej. Wartości wskaźników petro-

graficznych dla tego profilu nie mogą decydować o litostratygrafii młodszych glin lodowcowych, które prawdopodobnie razem z dzielącymi je osadami zostały zaburzone gładitektonicznie.

SEDYMENTOLOGIA I LITOLOGIA OSADÓW JEZIORNYCH I RZECZNYCH

Seria interglacialna profilu Czarnucha występuje na głębokości od 134,5 m (10,0 m p.p.m.) do 102,4 m (22,1 m n.p.m.) i osiąga miąższość 32,1 m (fig. 7). Składają się nią następujące osady (opis według Lisickiego, 2003; skrócony):

Głębokość [m]	Opis osadu
102,40–102,80	mułek ilasty, ciemnoszary, z substancją roślinną, HCl^-
102,80–102,90	torf ciemnobrunatny, HCl^-
102,90–103,10	mułek ilasty przepelniony substancją roślinną, brunatnoszary, HCl^+
103,10–103,20	torf ciemnobrunatny, HCl^-
103,20–103,40	mułek piaszczysty, brunatnoszary, przepelniony substancją roślinną, HCl^+
103,40–103,60	dy, błyszczący, ciemnobrunatny, HCl^-
103,60–104,30	mułek piaszczysty, zwarty, niebieskawoszary, HCl^+
104,30–105,00	piasek pylasty, niebieskawoszary, z małą domieszką substancji roślinnej, HCl^+
105,00–105,70	piasek pylasty, z przewarstwieniami smugowanego poziomo piasku pylastego
105,70–106,50	piasek drobnoziarnisty i pylasty, smugowany substancją roślinną, szary, HCl^+
106,50–107,20	piasek drobnoziarnisty, z przewarstwieniami piasku pylastego, HCl^+
107,20–109,30	piasek drobnoziarnisty i pylasty, szary, ze smugami ciemnobrunatnej substancji roślinnej, HCl^+
109,30–112,60	piasek drobnoziarnisty, szary, ze smugami ciemnobrunatnej substancji roślinnej, HCl^+
112,60–113,80	mułek ilasty i piaszczysty, zbrekcionowany, zwarty, ciemnoszary z brunatną substancją roślinną, HCl^+
113,80–114,00	piasek pylasty, szary, HCl^+
114,00–114,40	piasek bardzo drobnoziarnisty, szary, z laminami substancji humusowej, HCl^+
114,40–115,20	mułek ilasty, szary z domieszką substancji humusowej i z przewarstwieniami ciemnobrunatnego torfu, HCl^+

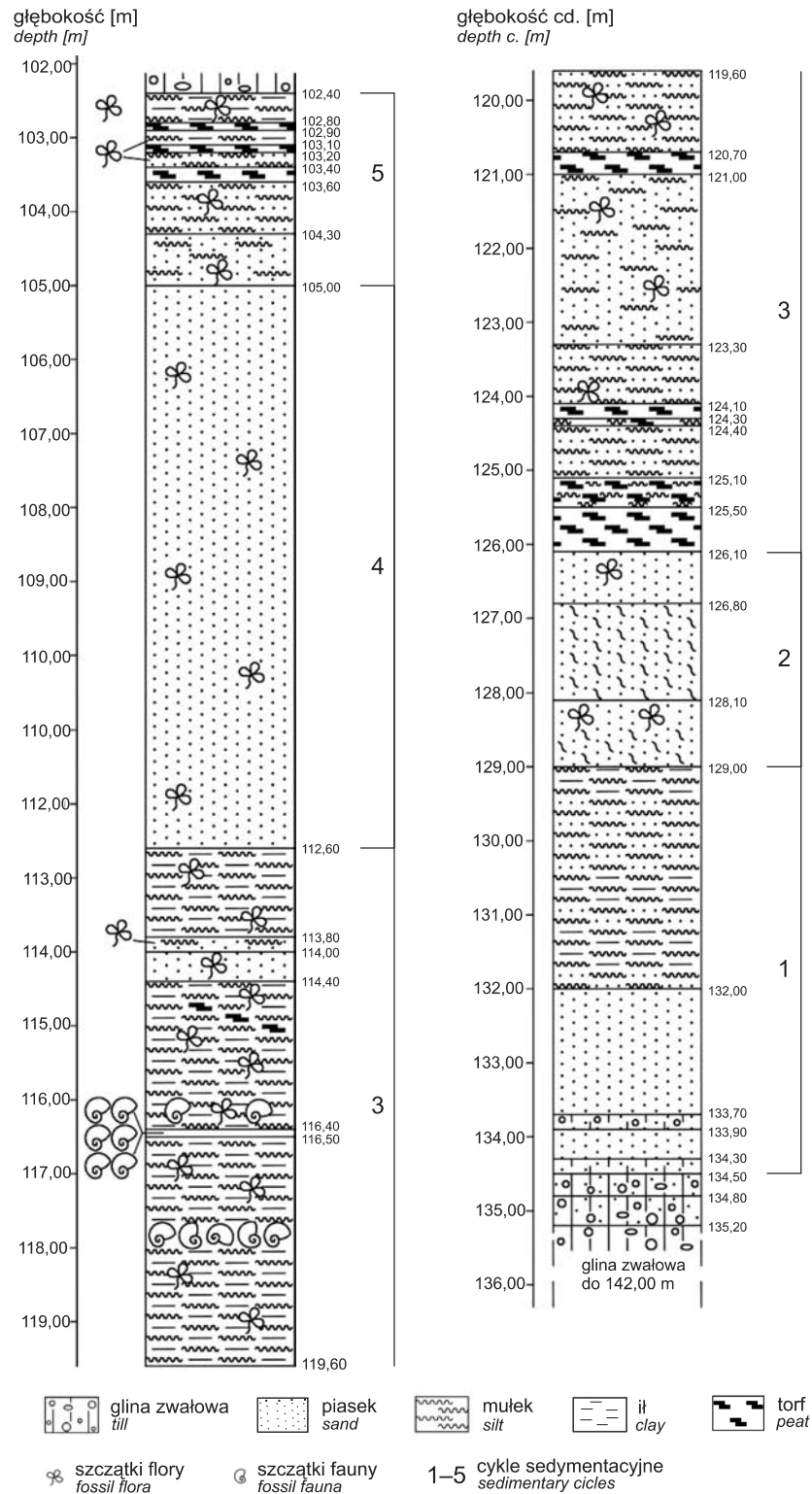


Fig. 7. Profil osadów interglacialnych w otworze wiertniczym Czarnucha (124,50 m n.p.m.)

Section of interglacial deposits in the Czarnucha borehole (124,50 m a.s.l.)

115,20–117,10	mulek ilasty, szary, w spągu z pokruszonymi skorupkami mięczaków; na głębokości 116,00–116,40 m nagromadzenie skorupki głównie ślimaków i szczątków roślinnych, HCl ⁺
117,10–119,60	mulek ilasty z humusem, szary, na głębokości 117,70–117,90 m nagromadzenie okruchów skorupki mięczaków, HCl ⁺
119,60–120,70	mulek piaszczysty, szary, miejscami z dużymi nagromadzeniami substancji roślinnej, HCl ⁺
120,70–121,00	torf ciemnobrunatny, laminowany mułkiem, HCl ⁺
121,00–123,30	piasek pylasty, szary, miejscami z domieszką substancji roślinnej, HCl ⁺
123,30–124,10	mulek piaszczysty, szary, w spągu z dużą domieszką brunatnej substancji roślinnej, HCl ⁺
124,10–124,30	torf ciemnobrunatny, HCl ⁻
124,30–124,40	mulek z przewarstwieniami torfiastymi, HCl ⁺
124,40–125,10	mulek piaszczysty, szary, HCl ⁺
125,10–125,50	torf mułkowy, brunatny, HCl ⁺
125,50–126,10	torf ciemnobrunatny, zbity, HCl ⁻
126,10–126,80	piasek drobnoziarnisty, jasnoszarobżowy, prawie czysto kwarcowy, z małą domieszką humusu, HCl ⁺
126,80–128,10	piasek pylasty, kwarcowo-glaukonitowy, zielonkawoszary, HCl ⁺
128,10–129,00	piasek pylasty, z przewarstwieniami piasku bardzo drobnoziarnistego, zielonkawoszary, HCl ⁺ ; na głębokości 128,10–128,40 m nagromadzenie substancji roślinnej
129,00–132,00	mulek ilasty, zielonkawoszary, laminowany mułkiem piaszczystym, jasnoszarym, HCl ⁺ <i>właściwe jeziorne osady interglacjalne podścielają utwory zimnego zbiornika limnoglacjalnego, który przekształcił się w okresie interglacjalnym w jezioro:</i>
132,00–132,70	piasek drobnoziarnisty i pylasty, jasnoszary, HCl ⁺⁺
132,70–133,90	piasek różnoziarnisty, silnie gliniasty, ze żwirem, szary, HCl ⁺⁺
133,90–134,30	piasek pylasty, jasnoszary, HCl ⁺⁺
134,30–134,50	piasek różnoziarnisty, lekko gliniasty, szary, HCl ⁺⁺

Profil jeziornych osadów interglacjalnych z Czarnuchy zawiera długą, 26,6 metrową sekwencję jeziornych i rzecznych osadów interglacjalnych, podścielonych od głębokości 132,0 do 134,5 m osadami zastoiskowymi z domieszką wodnolodowcowych, o miąższości 2,5 m i przykrytych gliną zwałową o miąższości 1,4 m, oddzielającą osady interglacjalne od wyżej leżących utworów interstadialnych (interglacjalnych – Ma). Duża zawartość osadów piaszczystych w profilu świadczy o tym, że opisany profil pobrany został z brzeżnej strefy rozległego zbiornika jeziornego. Piaszczyste osady rzeczne lub deltowe były akumulowane w okresach chłodniejszych, zimowych. Zawartość substancji roślinnej w osadach jeziornych jest zmienna, a utwory mineralne stopniowo przechodzą w osady biogeniczne. Tylko warstwy torfu mają ostre granice z osadami mineralnymi. W osadach jeziornych występuje poziome smugowanie substancją roślinną albo osadem mineralnym o innej frakcji, charakterystyczne głównie dla górnej serii osadów z Czarnuchy. Wskazuje to na brak występowania zaburzeń glacictonicznych w omawianych osadach.

Obserwacje sedymentologiczne profilu z Czarnuchy pozwalają na wydzielenie cykli sedymentacyjnych – pięciu odrębnych litologicznie sekwencji osadów (od najstarszych):

cykl sedymentacyjny 1 – od 129,00 do 134,50 m: osad mineralny, częściowo wodnolodowcowy zbiornika zastoiskowego, który przekształcił się w jezioro interglacjalne;

cykl sedymentacyjny 2 – od 126,10 do 129,00 m: osad głównie mineralny z niewielką i lokalną domieszką substancji roślinnej i glaukonitu; jest to osad rzeczny lub deltowy brzeżnej strefy zbiornika jeziornego;

cykl sedymentacyjny 3 – od 112,60 do 126,10 m: osad mineralny z dużą domieszką substancji roślinnej, miejscami z warstwami torfu, na głębokości 116,00–119,60 m z nagromadzeniem skorupki mięczaków; jest to osad „ciepłego” jeziora interglacjalnego; domieszka piasków pylastych w dolnej i górnej części osadów jeziornych może świadczyć o sezonowych wahaniami klimatycznych w czasie trwania okresu interglacjalnego;

cykl sedymentacyjny 4 – od 105,00 do 112,60 m: osad rzeczny albo deltowy z małą domieszką substancji roślinnej, charakterystycznej dla brzeżnej strefy zbiornika jeziornego;

cykl sedymentacyjny 5 – od 102,40 do 105,00 m: początkowo osad mineralny wskazujący na okresowy dopływ materiału rzeczno-deltowego, ku stropowi z coraz większą ilością substancji roślinnej, aż do pojawienia się powyżej głębokości 103,60 m warstw dy i torfu wskazujących na okresy ociepleń i ochłodzeń.

SYTUACJA GEOLOGICZNA I STRATYGRAFIA OSADÓW W PROFILACH SUCHA WIEŚ I CZARNUCHA

Charakterystykę i litostratygrafię glin zwałowych z profili Sucha Wieś i Czarnucha opracowano na podstawie szczegółowych badaniach litologiczno-petrograficznych, wykonanych dla profilu Sucha Wieś przez Czerwonkę i Krzyszkowskiego (1995), a dla profilu Czarnucha przez Gronkowską-Krystek (1999). Stratygrafię osadów ustalono na podstawie analizy przekroju geologicznego (fig. 8) oraz materiałów uzyskanych z otworów badawczych z obszaru Równiny Augustowskiej (fig. 9). Wzięto również pod uwagę udokumentowane palinologicznie jeziorne osady interglacjalne (interglacjału augustowskiego oraz mazowieckiego) i interstadialne (profil Czarnucha).

W świetle badań litologiczno-petrograficznych, glinę zwałową I podścielającą jeziorne osady interglacjału augustowskiego, jej występowania poniżej osadów interglacjału augustowskiego, a także położenia bezpośrednio na utworach starszego podłoża, jest podstawą do odniesienia jej

według terminologii Bera i in. (2007) do zlodowacenia najstarszego, czyli narwi (Narevian; Na).

Gлина zwałowa II przykrywająca osady interglacjału augustowskiego może być w obu profilach (Sucha Wieś i Czarnucha) dość jednoznacznie uznana za osad lądolodu zlodowacenia nidy (Nidanian; Ni).

Zasadnicze różnice w nawiązaniu do ostatnio opublikowanych wyników badań (Lisicki, Winter, 2004), w interpretacji litostratygrafii glin zwałowych, występują w odniesieniu do poziomów glin zwałowych (IV–VIII) reprezentujących młodsze zlodowacenia. Analiza przekroju geologicznego (fig. 8) i stwierdzenie występowania zaburzeń glacictonicznych młodszych poziomów glacialnych i międzymorenowych w profilu Czarnucha (Lisicki, Winter, 2004) pozwoliły na przyjęcie innej niż dotychczas litostratygrafii glin zwałowych (Kacprzak, Lisicki, 2007; Lisicki, Winter, 2004) (tab. 1).

Tabela 1

Litostratygrafia glin zwałowych i ich korelacja w profilach Sucha Wieś i Czarnucha
Lithostratigraphy of tills and their correlation between the Sucha Wieś and Czarnucha boreholes

Profil Sucha Wieś			Profil Czarnucha		
Poziom gliny zwałowej w profilu (O/K–K/W–A/B)	Poziom gliny zwałowej w profilu Czarnucha wg wartości współczynników	Przypuszczalny wiek	Poziom gliny zwałowej w profilu (O/K–K/W–A/B)	Wiek według Lisickiego i Winter (2004)	Przypuszczalny wiek
VIII (1,72–0,63–1,57)	VII	B ₃	–	–	–
VII (1,72–0,63–1,57)	VI	B ₂	VII (2,2–0,5–1,5)	B ₃	B _{2,3}
VI (1,62–0,66–1,62)	V	W ₂	VI (1,8–0,6–1,4)	B ₂	W ₂
V (1,77–0,68–1,67)	VI	W ₁	V (1,6–0,7–1,2)	W ₂	O ₃
IV (2,2–0,47–1,17)	III, VII	C	IV (1,4–0,8–1,1)	W ₁	O ₂
III (1,83–0,65–1,78)	II	S ₂	III (3,2–0,3–2,4)	O ₁	S ₂
II (1,30–0,79–1,22)	I, IV	Ni	II (1,8–0,6–1,4)	Ni	Ni
I (1,64–1,49–0,65)	–	Na	I (1,0–1,2–0,8)	Na	Na

O/K–K/W–A/B – wartości współczynników petrograficznych, gdzie: O – skały osadowe, K – skały krystaliczne + kwarc, W – skały węglanowe, A – skały nieodporne na wietrzenie, B – skały odporne na wietrzenie

O/K–K/W–A/B – petrographical coefficients: O – sedimentary rocks, K – crystalline rocks + quartz, W – carbonate rocks; A – non-resistant rocks, B – resistant rocks

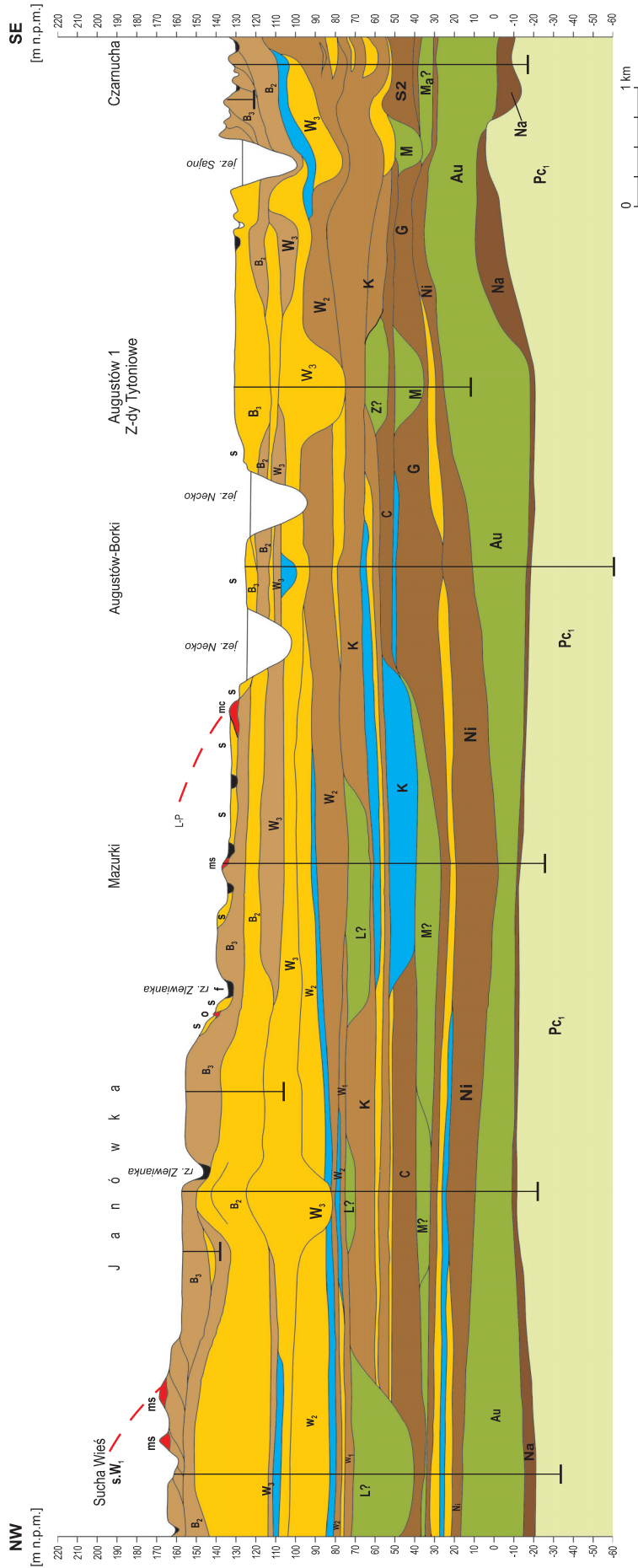


Fig. 8. Przekrój geologiczny na linii Sucha Wieś-Augustów-Czarnucha

Paleogen: Pc₁ – paleocen dolny; **plejstocen:** Na – zlodowacenie narwi; Au – interglacjał augustowski; Ni – zlodowacenie nidy; Ma – interglacjał malopolski (? domurатовski); S2 – zlodowacenie san 2; M – interglacjał mazowiecki; C – zlodowacenie lwica; Z – interglacjał zbojnowski; K – zlodowacenie krzyny (odry); L – interglacjał lubelski; W – zlodowacenie warty (W₁, 2, 3 – stadiały: dolny, środkowy, górny); B – zlodowacenie wisły (B₂, 3 – stadiały: Świecica i górny); s, W₁ – subfaza Wigier; L-P – zaszereg stadiału leszczyńsko-pomorskiego; mc – moreny czołowe; ms – moreny spiętrzone, o – ozy; s – sandry; f – piaski i żwiry rzeczne; t – torfy

Paleogene: Pc₁ – Lower Paleocene; **Pleistocene:** Na – Narevian Glaciation; Au – Augustovian Glaciation; Ni – Nidanian Glaciation; Ma – Malopolian Interglacial (? domurатовski); S2 – Sanian 2 Glaciation; M – Mazovian Interglacial; C – Livicean Glaciation; Z – Zbojnian Glaciation; K – Krznanian (Odranian) Glaciation; L – Lublin Interglacial(?); W – Wartanian Glaciation (W₁, 2, 3 – Lower, Middle, Upper stadials); B – Vistulian Glaciation (B₂, 3 – Świecice and Main stadials); s, W₁ – Wigry subphase; L-P – maximum limit of the Upper (Leszno-Pomeranian) Stadial; mc – end moraines; ms – push moraines; o – eskers; s – outwash plains; f – fluvial sands and gravel; t – peats

Geological cross-section along the Sucha Wieś-Augustów-Czarnucha line

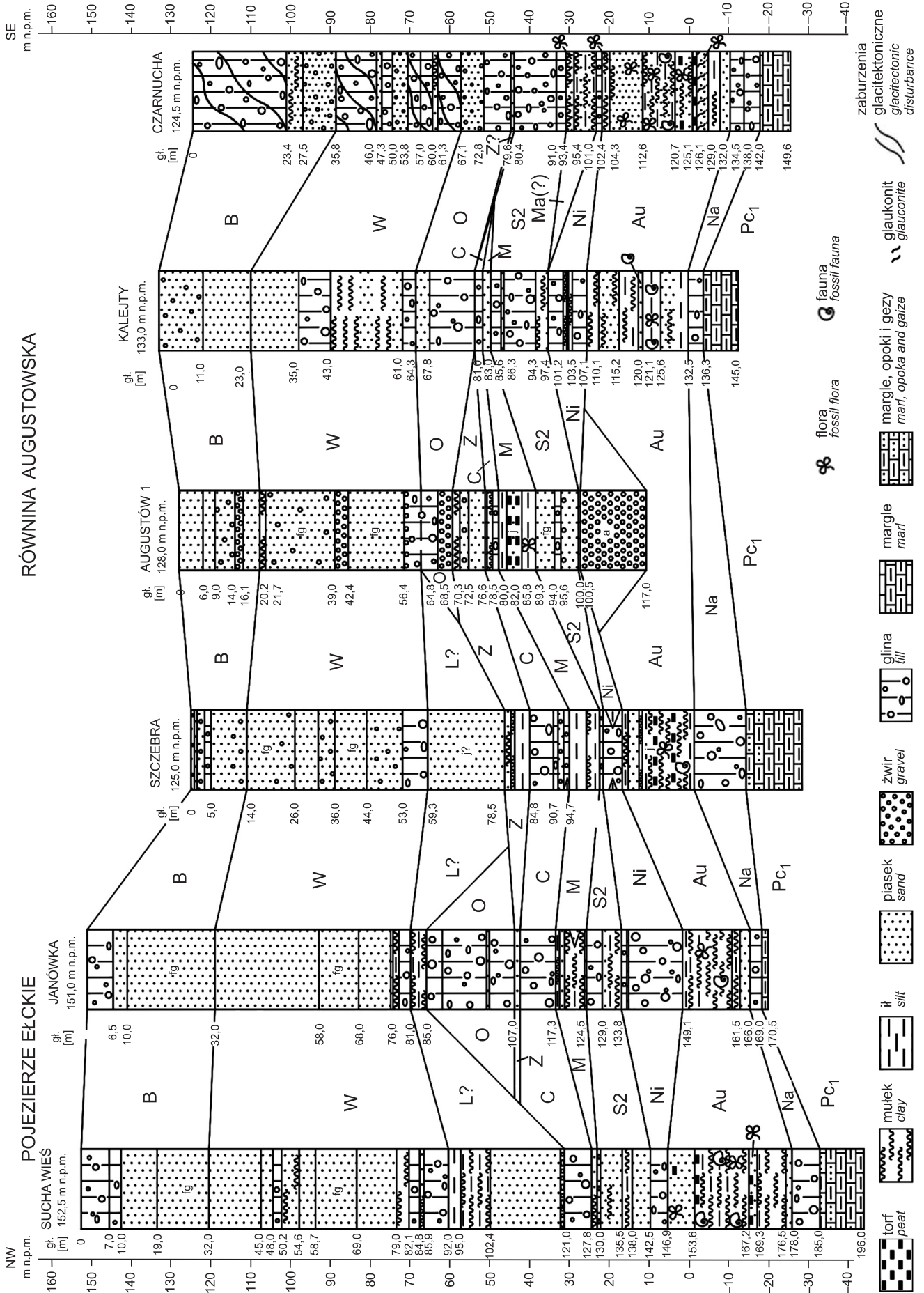


Fig. 9. Korelacja profili wiertniczych z osadami interglacjału augustowskiego

Paleogen: Pc₁ – paleocen dolny; **plejstocen:** Na – zlodowacenie narwi; Au – interglacjał augustowski; Ni – zlodowacenie nidy; Ma – interglacjał małopolski (?domuratowski); S2 – zlodowacenie san 2; M – interglacjał mazowiecki; C – zlodowacenie liwca; Z – interglacjał zbójnowski; O – zlodowacenie odry (krzny); L – interglacjał lubelski; W – zlodowacenie warty; B – zlodowacenie wisły; **osady:** fg – fluwioglacjalne, j – jeziorne, a – rzeczne

Correlation of the borehole sections with Augustovian Interglacial deposits

Paleogene: Pc₁ – Lower Paleocene; **Pleistocene:** Na – Narevian Glaciation; Au – Augustovian Interglacial; Ni – Nidanian Glaciation; Ma – Małopolian Interglacial (?domuratowski); S2 – Sanian 2 Glaciation; M – Mazovian Interglacial; C – Liviecian Glaciation; Z – Zbójnian Interglacial; O – Odranian (Krznanian) Glaciation; L – Lublinian Interglacial; W – Wartanian Glaciation; B – Vistulian Glaciation; **sediments:** fg – glacialfluvial, j – lacustrine, a – alluvial

Nieokreślony jest wiek osadów interstadialnych lub interglacjalnych (Ma) występujących w profilu Czarnucha nad gliną zwałową II reprezentującą zlodowacenie nidy (Nidanian). Niewykluczone, że może to być zachowany fragment osadów jeziornych interglacjału małopolskiego (?domuratowskiego).

Glinę zwałową III, datowaną uprzednio (Lisicki, Winter, 2004) w profilu Czarnucha na zlodowacenie odry (krzny), na podstawie wyników badań litologiczno-petrograficznych, odniesiono – w obu profilach – do zlodowacenia san 2 (S2).

Rozdzielające w profilu Sucha Wieś poziomy glacialne III i IV piaski drobnoziarniste i mułki z detrytusem roślin, o miąższości 0,4 m zaliczono z dużym zastrzeżeniem, w nawiązaniu do profilu Augustów Zakłady Tytoniowe, do interglacjału mazowieckiego (fig. 4).

Wiek gliny zwałowej IV występującej w profilu Sucha Wieś określono na zlodowacenie liwca (Liviecian; C), natomiast w profilu Czarnucha gliny zwałowe IV i V mogą reprezentować dwa stadiały zlodowacenia odry (krzny) – dotychczas W₁ i W₂ (Lisicki, Winter, 2004). W profilu Sucha Wieś brak jest osadów zlodowacenia odry.

Rzeczne osady piaszczysto-żwirowe i mułkowe, występujące w profilu Sucha Wieś, zaliczono do utworów interglacjału lubelskiego, a glinę zwałową V przykrywającą te osady uznano za utwór starszego stadiały zlodowacenia warty (War-

tanian; W₁). W profilu Czarnucha glina zwałowa V reprezentuje młodszy stadiały zlodowacenia odry (krzny) (*op. cit.* – młodszy stadiały zlodowacenia warty – W₂).

Różnica z dotychczasowymi poglądami (Lisicki, Winter, 2004) występuje również w interpretacji wieku gliny zwałowej VI. W niniejszym opracowaniu glinę tą uznano za osad zlodowacenia warty (młodszy stadiały – W₂), natomiast Lisicki, Winter (2004) zaliczyli ten poziom w profilu Czarnucha do osadów stadiały świecia zlodowacenia wisły (B₂).

W profilu Czarnucha gliny zwałowe VI i VII rozdzielają piaski ze żwirami wodnolodowcowe (o miąższości 8,3 m) oraz piaski pylaste, mułki i iły (o miąższości 4,1 m). W Suchej Wsi glinę zwałową VI (W₂) od glin VII i VIII (nierozdzielone osadami) oddzielają piaski drobno- i różnoziarniste, wodnolodowcowe o miąższości 8,0 m. Ta wyraźna rozdzielność zdaje się świadczyć o większej niż stadiałna czy interstadialna randze czasowej w jakiej akumulowane były te osady.

Glina zwałowa VII w profilu Czarnucha, interpretowana przez Lisickiego (Lisicki, Winter, 2004) jako pozostałość lądolodu stadiały leszczyńsko-pomorskiego zlodowacenia wisły (B₃), w profilu Sucha Wieś została uznana za osad dwóch stadiałów: Świecia (B₂) i leszczyńsko-pomorskiego (B₃). Podobnie dwa stadiały ostatniego zlodowacenia reprezentują prawdopodobnie gliny zwałowe VII i VIII w profilu Sucha Wieś.

WNIOSKI

Z porównania profili Sucha Wieś i Czarnucha (litologia, litostratygrafia i stratygrafia oraz miąższość osadów) wynika, że różnią się one zasadniczo.

W profilu Sucha Wieś, położonym w południowo-wschodniej części Pojezierza Elckiego, graniczącego z sandrem Rospudy, poszczególne gliny zwałowe małej miąższości są rozdzielone albo miąższymi osadami jeziornymi (interglacjał augustowski), albo limno- i fluwioglacjalnymi (fig. 4), a cały profil osadów plejstocenijskich osiąga miąższość 185,0 m. Wykształcenie osadów w profilu Sucha Wieś świadczy, że w okresie całego plejstocenu panowały tu niezmiennie warunki sedymentacji, w obszarze zapewne obniżonym i o stałych tendencjach obniżających, uwarunkowanych prawdopodobnie obniżeniem się głębszego podłoża.

Osady w profilu Sucha Wieś nie wykazują śladów zaburzeń glacitektonicznych.

W profilu Czarnucha, którego całkowita miąższość osadów plejstocenijskich wynosi 142,0 m (czyli o 43,0 m mniej niż w profilu Sucha Wieś). Od nasunięcia się lądolodu zlodowacenia san 2, dominującym osadem są gliny zwałowe przedzielone osadami o małej, nieraz 0,5 m miąższości, przeważnie piaszczysto-żwirowymi, rzadziej mułkami (fig. 6). Osady te były zaburzone glacitektonicznie przez każdy kolejny lądolód.

Występowanie w profilach Sucha Wieś i Czarnucha miąższych osadów interglacjału augustowskiego świadczy, że tylko w tym okresie warunki sedymentacji osadów były podobne w obu obszarach objętych rozległym jeziorem

(lub jeziorami), do którego (których) okresowo był znoszony materiał fluwialny. Po nasunięciu się na obszar północno-wschodniej Polski lądolodu zlodowacenia nidy, na badanym obszarze panowały podobne warunki sedymentacji, a dowodem na to są zbiornikowe osady interstadialne lub interglacialne w profilu Czarnucha i piaszczysto-mułkowe w profilu Sucha Wieś.

Różnice w wykształceniu i miąższościach osadów w obu profilach wynikają głównie ze zróżnicowanego wpływu ruchów glaciostatycznych podłoża krystalicznego na warunki sedymentacji.

Na ukształtowanie profilu Sucha Wieś wpływ miała przeważająca ruchów obniżających i zapewne brak występowania w tym obszarze w głębokim podłożu uskoku o przebiegu równoleżnikowym, których aktywacja przez naciski kolejnych lądolodów powodowałaby powstawanie stref marginalnych z zaburzonymi glaciektonicznie osadami.

Odmierna sytuacja zaznaczyła się na obszarze Równiny Augustowskiej w okolicach jeziora Sajno i innych jezior augustowskich. W rejonie tym od okresu zlodowacenia san 2 przeważały ruchy wznoszące, uwarunkowane tektoniką blokową, na której aktywizację miały wpływ naciski kolejnych lądolodów. Występowanie na tym obszarze w podłożu krystalicznym uskoku o przebiegu równoleżnikowym: Sajno–Rygiel i Kanał Augustowski–Rygałówka (Ber, 2000), spowodowało powstanie zaburzeń glaciektonicznych, związanych ze strefą marginalną maksymalnego zasięgu stadiału leszczyńsko-pomorskiego zlodowacenia Vistulian.

Miejsce usytuowania wiercenia Czarnucha stanowi gliniastą „wyspę” położoną w obrębie sandru augustowskiego, o powierzchni urozmaiconej równolegle do siebie przebiegającymi gliniastymi wałami, interpretowanymi jako drumliny (Ber, 2000; Kacprzak, Lisicki, 2007) (fig. 3).

LITERATURA

- BER A., 1981 — Z zagadnień geologii czwartorzędu Pojezierza Suwalsko-Augustowskiego. *Biul. Inst. Geol.* **321**: 143–149.
- BER A., 1989 — Morfogeneza Pojezierza Suwalskiego i Równiny Augustowskiej. *Stud. i Mater. Ocean.* 56. Geologia Morza: 191–207.
- BER A., 1996 a — 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, Lithuania.
- BER A., 1996b — Stratygrafia dolnego plejstocenu północno-wschodniej Polski w nawiązaniu do obszarów sąsiednich. *W: III „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 interglacialu mazowieckiego w Krzyżewie. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **373**: 35–48.
- BER A., 1997 — Piętro augustowskie i jego pozycja w schemacie stratygraficznym Europy i Polski. *W: Problemy zlodowaceń środkowopolskich w Polsce południowo-zachodniej*. IV Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski“. 1–5 września. Kamieniec Ząbkowicki: 157. Państw. Inst. Geol, Oddz. Dolnośląski, Wrocław.
- BER A., 1998 — Stratygrafia plejstocenu NE Polski w nawiązaniu do schematu stratygraficznego plejstocenu Polski. *W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych*. Streszczenie referatów i opisy posterów: 16–17. Poznań.
- BER A., 2000 — Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **170**.
- BER A., 2006 — Pleistocene interglacials and glaciations of northeastern Poland compared to neighbouring areas. *Quater. Internat.*, **149**, 1: 12–23.
- BER A., 2007 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Augustów (147). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- BER A., JANCZYK-KOPIKOWA Z., KRZYSZKOWSKI D., 1998 — A new interglacial stage in Poland (Augustovian) and the problem of the age of the oldest Pleistocene till. *Quatern. Sc. Rev.*, **17**, 761–773.
- BER A., LINDNER L., MARKS. L., 2007 — Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski. *Prz. Geol.*, **55**, 2: 115–118.
- CZERWONKA J.A., KRZYSZKOWSKI D., 1995 — Badania litostratygraficzne dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Augustów i Wieliczki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAWOR-BIEDOWA E., 1966 — Osady górnej kredy północno-wschodniej Polski w świetle badań mikropaleontologicznych. *Kwart. Geol.*, **10**, 3: 807–819.
- GRONKOWSKA-KRYSTEK B., 1999 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Sztabin (186). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z., 1996 — Ciepłe okresy w mezoplejstocenie północno-wschodniej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **373**: 49–66.
- KACPRZAK L., LISICKI S., 2007 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Sztabin (186) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- KACPRZAK L., LISICKI S., WINTER H., 2002 — Stratigraphical position of the Czarnucha, the Cisów and the Domuraty sections in the Middle and Lower Pleistocene, NE Poland. *W: Field Symposium on Quaternary geology and geodynamics in Belarus*. Abstrakt: 19–21. Mińsk.
- LISICKI S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **177**.
- LISICKI S., WINTER H., 2004 — Rewizja pozycji stratygraficznej osadów dolnego i środkowego plejstocenu północno-wschodniej Polski. *W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwarto-*

- rzędowych (red. A. Kostrzewski). T. 4. Ser. Geogr., **68**: 259–283. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- NAWROCKI J., 1997 — Wyniki badań paleomagnetycznych 5 prób z profilu Kalejty (Równina Augustowska). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- NAWROCKI J., 2009 — Wyniki badań paleomagnetycznych osadów jeziornych z profilu Czarnucha (Równina Augustowska), północno-wschodnia Polska. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **435**: 69–74.
- NITYCHORUK J., BER A., HOEFS J., KRZYWICKI T., SCHNEIDER J., WINTER H., 2000 — Interglaziale Klimaschwankungen in Nordost-Polen – palynologische und isotope geochemische Untersuchungen an organischen Seesedimenten. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **50**: 86–94.
- WINTER H., 1999 — Opracowanie dotyczące wyników analizy palinologicznej próbek z wiercenia Czarnucha, Domuraty i Cisów – ark. Sztabin. *Arch. Przeds. Bad. Geofiz.*, Warszawa.
- 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

In the Sucha Wieś and Czarnucha boreholes drilled in 1988–1989, interglacial lacustrine and fluvial organic and mineral deposits (Sucha Wieś – 31.1 m; Czarnucha – 32.1 m in thickness) were encountered in the basal portion of the thick Pleistocene series (Sucha Wieś – 185 m; Czarnucha – 142 m) of various ages and origin. Palynological analyses (Janczyk-Kopikowa, 2009; Winter, 2009) and palaeomagnetic datings (Nawrocki, 2009) indicate that these deposits are of Augustovian Interglacial age.

The Sucha Wieś borehole is located on the Augustów map sheet (DGMP, 1:50 000) 15 km to the north-west of the town of Augustów near Sucha Wieś village in the southeastern area of the Ełk Lakeland bordering the Rospuda outwash plain (Fig. 2). The Czarnucha borehole was drilled in the Augustów Plain on the Sztabin map sheet (DGMP, 1:50 000) at Czarnucha village 4.5 km to the southeast of Augustów and 1.5 km to the south of lake Sajno (Fig. 3). The Sucha Wieś and Czarnucha sections are about 21 km apart.

Seven different lithological sequences have been identified within the sequence of interglacial lacustrine and fluvial deposits of the Sucha Wieś section. In the Czarnucha section – 5 such sequences have been found.

Lacustrine organic deposits of the Sucha Wieś and Czarnucha sections are in superposition i.e. they are underlain and overlain by basal tills. The thickness of the lacustrine and fluvial deposits, sedimentary continuity, faunal content and the presence of underlying and overlying basal tills indicate that these are stratotype sections documenting the oldest Pleistocene interglacial of Poland (Augustovian Interglacial), having not only countrywide but also European-wide significance. A comparison between the Sucha Wieś and Czarnucha sections (lithology, lithostratigraphy, stratigraphy and thickness) reveals essential differences between them.

In the Sucha Wieś section, located in the southeastern area of the Ełk Lakeland bordering the Rospuda outwash plain, individual thin till layers are separated with either thick lacustrine deposits (Augustovian Interglacial) or limnoglacial and glaciofluvial sediments (Fig. 4). The entire Pleistocene succession reaches the thickness of 185.0 m. Li-

thologies from the Sucha Wieś section indicate that similar sedimentary conditions persisted here throughout the whole Pleistocene epoch in topographic lows with a continuous subsidence probably related to a basement depression. The Sucha Wieś deposits show no glaciotectionic deformations.

The presence of thick Augustovian Interglacial deposits in both the sections proves that only during that period sedimentary conditions were similar in the two areas covered by a large lake (or lakes) being periodically filled by fluvial clastics. After the advance of the Nidanian ice sheet onto northeastern Poland, similar sedimentary conditions (interstadial or interglacial lake deposits of the Czarnucha section and sand-mud rocks of Sucha Wieś) existed over the study area.

Pleistocene deposits in the Czarnucha section are 142.0 m thick, i.e. 43.0 m thinner than in Sucha Wieś. Beginning with the Sanian 2 Glaciation, the dominant deposits are till layers with intervening thin, even merely 0.5 m thick, sand-gravel and local mud sediments (Fig. 6). The deposits were subsequently glaciotectionically deformed by each next ice sheet.

Differences in lithologies and thicknesses of the deposits from both the sections result from the variable influence of glacioisostatic movements of deeply rooted basement on sedimentary conditions:

- the Sucha Wieś sedimentation was controlled by the dominant downward movements and presumed lack of longitudinal faults (in the basement) whose reactivation resulting from the forces exerted by the succeeding ice sheets could have caused the formation of marginal zones with glaciotectionically disturbed deposits;

- a different situation was in the Augustów Plain near lake Sajno and other lakes of this region; upward movements, related to fault-block tectonics and triggered by advancing ice sheets, predominated in the area from the Sanian 2 Glaciation; the occurrence of the Sajno–Rybol and Augustów Canal – Rygałówka longitudinal faults within the deep basement of the area (Ber, 2000) caused the development of the maximum limit of the Leszno-Pomerania Stadial ice sheet (Vistulian Glaciation).

