

STRATYGRAFIA, PETROGRAFIA I PALEOGEOGRAFIA GLIN LODOWCOWYCH W REJONIE PÓŁNOCNO-ZACHODNIEGO WYBRZEŻA POLSKI

TILL STRATIGRAPHY, PETROGRAPHY AND PALAEOGEOGRAPHY ALONG THE NORTHWESTERN COASTAL REGION OF POLAND

DARIUSZ KRZYSZKOWSKI¹

Abstrakt. Na obszarze północno-zachodniego wybrzeża Polski udokumentowano 10 różnowiekowych poziomów glin lodowcowych: dwa z najstarszych zlodowaceń, trzy ze zlodowaceń południowopolskich, trzy ze zlodowaceń środkowopolskich i dwa z ostatniego zlodowacenia. Dla niektórych poziomów stratygraficznych zdefiniowano na podstawie ich składu petrograficznego różne typy regionalne glin lodowcowych, z których niektóre niewątpliwie wyznaczają zasięgi oddzielnych lobów lodowcowych. Część wydzielonych typów glin posiada takie same cechy składu petrograficznego jak gliny w regionie szczecińskim. Dla innych typów glin opisano cechy specyficzne tylko dla regionu północno-zachodniego wybrzeża i te poziomy zdefiniowano formalnie, wskazując dla nich profile stratotypowe, cechy przewodnie i zasięg regionalny. Występowanie większości poziomów glin jest w regionie północno-zachodniego wybrzeża sporadyczne i zazwyczaj nie tworzą one ciągłych horyzontów. Różne loby lodowcowe udokumentowano dla najmłodszego stadiału zlodowacenia południowopolskiego, najmłodszego stadiału zlodowacenia środkowopolskiego oraz dla faz leszczyńskiej i poznańsko-pomorskiej stadiału głównego ostatniego zlodowacenia. Występowanie wyraźnie zaznaczonych lobów lodowcowych, szczególnie dla awansów ze wschodu lub północnego-wschodu, jest związane z pozycją na obrzeżu niecki południowego Bałtyku, gdzie następuje rozdzielenie lobów na te, które kontynuują awans w kierunku zachodnim (do NW Niemiec i Danii) oraz te które zmieniają kierunek awansu na południowy zachód i południe wzdłuż doliny Odry (lob Odry, do SE Niemiec i zachodniej Polski). Ponadto, na obszarze północno-zachodniego wybrzeża, występują morskie utwory interglacjału eemskiego. Są to osady ilasto-mułkowe i piaszczyste z fauną mięczaków morskich, reprezentujące facje przybrzeżne (lagunowe, plażowe) i występujące na głębokości od 5,5–19,6 m pod poziomem współczesnego morza. Zasięg tych osadów wskazuje na istnienie zatoki morskiej wciętej na około 10 km w głąb lądu, być może uformowanej w dawnej rynnicy glacialnej.

Słowa kluczowe: stratygrafia, petrografia glin lodowcowych, plejstocen, morski interglacjał eemski.

Abstract. There are 10 till horizons of different ages in the northwestern coastal region of Poland, representing the “oldest” glaciation (2 horizons), Elsterian glaciation (3), Saalian glaciation (3) and the last glaciation (2). Some stratigraphic horizons contain tills of regionally variable petrographic composition, which usually represent tills from different lobes of the same ice sheet advance. Several till horizons have features similar to the tills defined in the southern part of the Szczecin region, others have a petrographic composition specific only to the northwestern coastal region of Poland. The last ones have been newly and formally defined, with an indication of stratotype sections, characteristic features and extents. In the northwestern coastal region of Poland, the till horizons occur sporadically and they do not form continuous beds. Glacial lobes have been proved for the late Elsterian, late Saalian and for both Weichselian advances. Their occurrence (especially during the latest advances coming from the northeast or east) is due to their location in the southern Baltic basin, where the ice sheets differentiated into the lobes that continued their advances towards the west to NW Germany and Denmark, and those that deflected along the Odra river valley (Odra lobe) towards the SW and south to SE Germany and western Poland. Moreover, Eemian marine sediments, clay or sand with mollusc fauna have been found in the northwestern coastal region. They occur at a depth of 5.5–19.6 m below the present-day sea level. They were deposited in a shallow bay extending about 10 km inland. The location of these sediments suggests a marine transgression into a pre-existing tunnel valley.

Key words: stratigraphy, till petrography, marine Eemian sediments, Pleistocene.

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, ul. Cybulskiego 30, 52-205 Wrocław; e-mail: dariusz.krzyszkowski@ing.uni.wroc.pl

WPROWADZENIE

Obszar północno-zachodniego wybrzeża ma długą tradycję badań czwartorzędu (Richter, 1926; Woldstedt, 1950; Krygowski, 1959; Karczewski, 1961, 1963; Kopczyńska-Żandarska, 1970; Kopczyńska-Lamparska, 1974). Już w latach dwudziestych opisano tu trzy klasyczne poziomy lodowcowe, reprezentujące zlodowacenia Elstere, Saale i Weichsel (Wisła), a ponadto dla ostatniego zlodowacenia wydzielono od dwóch (Richter, 1926) do trzech (Rzechowski, 1980; Kopczyńska-Lamparska, 1974, 1979) i czterech (Kopczyńska-Żandarska, 1970) poziomów glin lodowcowych. Większość dotychczasowych badań nad stratygrafią i petrografią osadów czwartorzędowych koncentrowało się jednak na odsłonięciach w klifie w okolicach Trzęsacza i Rewala (Krygowski, 1956, 1967, 1969a, b; Karczewski, 1961; Stankowska, 1964, 1970; Kostrzewski, 1967; Stankowska, Stankowski, 1967; Kopczyńska-Lamparska, 1974, 1979; Racinowski, Sochan, 1978; Rzechowski, 1980; Lagerlund i in., 1995; Krzyszkowski i in., 1999) i tylko niewiele prac publikowanych dotyczy dalszego zaplecza lądowego (Rzechowski, 1980; Dobracka, Ruszała, 1988; Dobracki, Racinowski, 1989). Większość nowo zebranych materiałów dla tego regionu pozostaje w rękopisach lub jest publikowana tylko w objaśnieniach do kolejnych arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000* (SMGP). Niniejszy artykuł ma na celu pierwszą po wielu latach,

systematyczną prezentację danych dotyczących stratygrafii i petrografii glin dla obszaru północno-zachodniego wybrzeża Polski, nie tylko w strefie przylegającej bezpośrednio do brzegu morskiego, ale sięgającej w głąb lądu na około 30 km. Ponadto, celem pracy jest porównanie wyników badań z sąsiednimi regionami szczególnie z regionem szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007) i regionem środkowego wybrzeża (Krzyszkowski i in., 1999; Winter i in., 2005, 2007).

Rejon badań położony jest pomiędzy Kamieniem Pomorskim na zachodzie a Koszalinem na wschodzie (fig. 1) i odwzorowany jest na jedenastu arkuszach SMGP: Kamień Pomorski, Dziwnów, Niechorze, Gryfice, Trzebiatów, Brojce, Sławoborze, Gościno, Kołobrzeg, Ustronie Morskie i Koszalin. W ramach prac nad tymi arkuszami odwiercono 35 otworów badawczych, w których standardowo badano skład granulometryczny osadów, skład minerałów ciężkich (frakcja 0,10–0,25 mm), obtoczenie ziaren kwarcu (0,5–1,0 mm), zawartość węgla wapnia (frakcja poniżej 0,1 mm) oraz skład petrograficzny w glinach lodowcowych (5–10 mm). W niniejszym artykule skoncentrowano się na poziomach glin glacialnych i w związku z tym, z pośród wszystkich dostępnych danych, szerzej będzie dyskutowany tylko skład petrograficzny frakcji żwirowej. W artykule zaprezentowano dane z 32 profili, które zawierały poziomy glin lodowcowych.

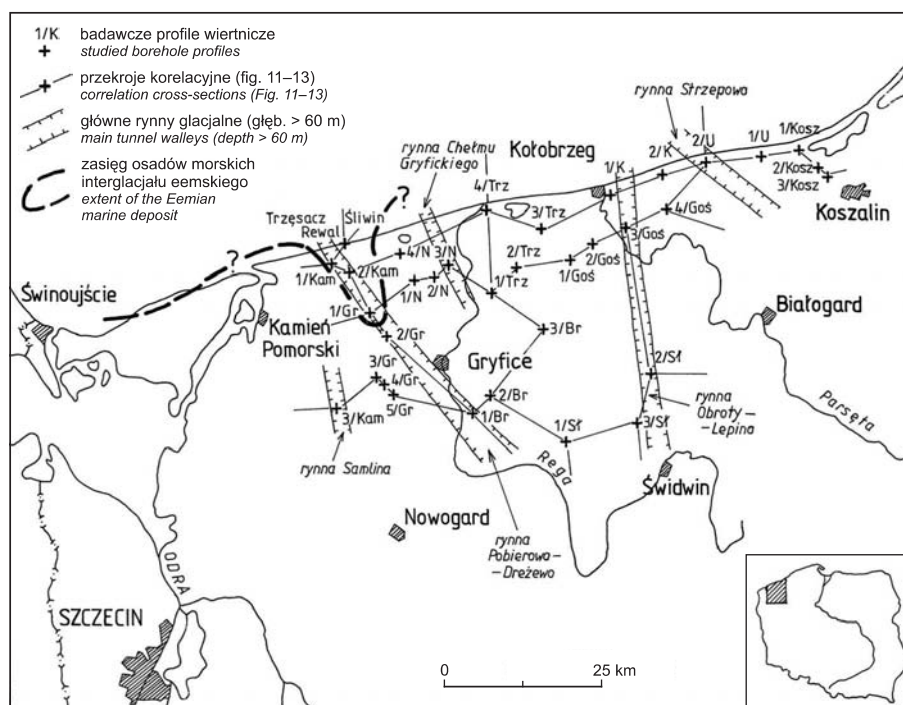


Fig. 1. Obszar badań i lokalizacja profili wiertniczych wykorzystanych w artykule

Study area and location of borehole sections used in the paper

BUDOWA GEOLOGICZNA I RZEŻBA OBSZARU BADAŃ

Region północno-zachodniego wybrzeża Polski jest silnie zróżnicowany pod względem budowy geologicznej podłoża (Pożaryski, 1974). Położony jest on w granicach bloków tektonicznych Gryfic i Kołobrzegu, należących do wału pomorskiego, a w swojej najbardziej wschodniej części, w rejonie Koszalina, w niecce brzeżnej (Dadlez, 1987; Dadlez, Dembowska, 1965; Raczyńska, 1987). W obrębie wału pomorskiego zaznaczają się mezozoiczne struktury tektoniczne drugiego rzędu: antyklina Kamienia Pomorskiego–Gryfic, synklina Trzebiatowa, antyklina Kołobrzegu i synklina Sarbinowa oraz kenozoiczne rowy tektoniczne: rów Dreżewa na zachodzie oraz rowy tektoniczne w rejonie Koszalina.

Na powierzchni podczwartorzędowej odsłaniają się w partiach osiowych antyklin osady jury dolnej, a na ich skłonach i w synklinach osady jury środkowej i górnej oraz kredy. Osady neogeńskie (miocen) w zachodniej części badanego obszaru występują praktycznie tylko w rowie Dreżewa (okolice Pobierowa). We wschodniej części terenu badań, w rejonie Koszalina osady paleo- i neogeńskie występują na większych obszarach i osiągają duże miąższości. Są to głównie osady oligoceńskie, a rzadziej miocene. Powierzchnia podczwartorzędowa występuje na głębokości 20–50 m p.p.m., z wyjątkiem obszaru pomiędzy Gryficami a Samlinem (0–10 m n.p.m.). Ta pierwotna powierzchnia jest na kilku obszarach, w kenozoicznych rowach tektonicznych, obniżona do 80–100 m p.p.m., a ponadto jest ona rozcięta licznymi rynnami glacialnymi (częściowo zlokalizowanymi na obszarach rowów tektonicznych). Dna najgłębszych rynien glacialnych sięgają do 60 m p.p.m. w rynnice Samlina, 185 m p.p.m. w rynnice

Dreżewa–Pobierowa, 100 m p.p.m. w rynnice Chełmu Gryfickiego, 140 m p.p.m. w rynnice Obrotów–Lepina i 120 m p.p.m. w rynnice Strzepowa (fig. 1).

Miąższość osadów czwartorzędowych na badanym obszarze waha się od kilkunastu metrów w strefach antyklinalnych wyniesień podłoża do blisko 200 m w rynnach glacialnych. Badane profile zawierają głównie gliny glacialne, zazwyczaj od dwóch do czterech, rzadziej 5–6 poziomów, w jednym profilu, oraz osady glacialfluwalne. Osady zastoisowe występują sporadycznie i są cienkie (<5 m), a tylko w kilku profilach osiągają one miąższość od kilkunastu do 30 m. W rynnach glacialnych stwierdzono też istnienie osadów z faz deglacjacji lądolodów. Ponadto w trzech badanych profilach (Ciećmierz, Dreżewo, Śliwin) udokumentowano poziom osadów morskich z fauną mięczaków, a w jednym otworze (Mrzeżyno) holocenijskie osady rzeczne.

Rzeźba badanego obszaru była kształtowana w czasie fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia oraz w czasie młodszych faz recesyjnych (Richter, 1926; Woldstedt, 1950; Kozarski, 1965; Karczewski, 1968). Typowy krajobraz zawiera wzgórza strefy marginalnej w postaci moren czołowych, kemów, ozów, itp. oraz głębokie, bezodpływowe depresje pomiędzy nimi, szerokie obniżenia pradolinne lub równiny sandrowe na ich przedpolu oraz płaskie lub faliste wysoczyzny morenowe na ich zapleczu. Takie strefy krajobrazowe, o generalnej orientacji SW–NE, powtarzają się kilkakrotnie w badanym rejonie i występują na stopniowo coraz niższych poziomach hipsometrycznych ku północy. Prawdopodobnie wyznaczają one zasięgi poszczególnych faz recesyjnych ostatniego zlodowacenia (Karczewski, 1968).

OSADY CZWARTORZĘDOWE

GLINY LODOWCOWE

Profil osadów czwartorzędowych zawiera 10 różnowiekowych poziomów glin lodowcowych, oznaczonych jako poziomy T1A, T1B oraz T2–T9. W pojedynczych profilach wiertniczych występuje tylko maksymalnie 5–6 poziomów glin w superpozycji, a najczęściej tylko 2–4. 10 stratygraficznie różnych poziomów glin zinterpretowano na podstawie różnic w ich składzie petrograficznym, pozycji hipsometrycznej oraz ich relacji do horyzontów przewodnich. Wszystkim wydzielonym poziomom glin lodowcowych nadano nazwy własne. Niektóre poziomy wykazują znaczne podobieństwo swoich cech do cech glin z regionu szczecińskiego (Krzyszowski i in., 2007) i związku z tym przyjęto tutaj nazwy poziomów stratygraficznych od profili uznanych za stratotypowe dla tego regionu. Inne poziomy glin występują tylko na obszarze północno-zachodniego wybrzeża lub mają specyficzne tylko dla tego obszaru

cechy. Te poziomy zdefiniowano od nowa, nadając im nazwy od profili stratotypowych z północno-zachodniego wybrzeża Polski. Ponadto dla niektórych równowiekowych poziomów stwierdzono istotne różnice regionalne w składzie petrograficznym frakcji zwirowej. W związku z tym zdefiniowano te regionalne warianty glin jako osobne typy petrograficzne, którym nadano odrębne nazwy. Przedstawiony poniżej opis cech, pozycji stratygraficznej oraz rozmieszczenia glin lodowcowych uznano za propozycję formalnego podziału litostratygraficznego dla regionu północno-zachodniego wybrzeża Polski.

Glina typu Steklno (T1A)

Glinę typu Steklno zdefiniowano jako najstarszy poziom glacialny w profilu w Steklnie na arkuszu Żeliszawiec SMGP w regionie szczecińskim (profil stratotypowy) oraz w kilku innych profilach tego regionu (Krzyszowski i in.,

2007). Jej główne cechy to przewaga skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi oraz bardzo mały udział dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 0,8–1,0, K/W 1,3–1,5, A/B 0,7–1,0, D_p/W_p 0,0–0,04; dla profilu stratotypowego, odpowiednio: O/K 0,8, K/W 1,35, A/B 0,7, D_p/W_p 0,01.

Glinę o podobnych cechach udokumentowano także w pięciu profilach na północno-zachodnim wybrzeżu. Występują one w czterech przypadkach w spągu głębokich rynien glacialnych, na głębokościach 100–150 m p.p.m. w rynnach Dreżewo–Pobierowa w otworach Dreżewo (2/Kam) i Ciećmierz (1/Gr; fig. 2A) oraz w rynnach Obrotów–Lepina w otworach Lepino (2/Sł.) i Obroty (3/Goś; fig. 3A). W jednym przypadku, w otworze Niemierze (1/Goś.), występuje ona w strefie „paleowysoczyzny” pomiędzy rynnami glacialnymi, na głębokości zaledwie około 50 m p.p.m. Gлина ta reprezentuje najstarszy poziom glacialny w regionie, leży bezpośrednio na podłożu jurajskim (Dreżewo, Niemierze) lub jest od podłoża rozdzielona tylko osadami zastoiskowymi (Ciećmierz, Obroty) lub glacialnymi (Lepino). Ponad nią występują gliny typu Babinek/Dreżewo (Dreżewo, Obroty, Lepino), gliny typu Ciećmierz i Dreżewo (Ciećmierz) lub gлина typu Jezierzycze (Niemierze).

Gлина typu Stekno na wybrzeżu północno-zachodnim charakteryzuje się przewagą skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi oraz bardzo małym udziałem dolomitu (tab. 1). Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 0,73–1,05, K/W 1,4–1,63, A/B 0,52–0,8, D_p/W_p 0,0–0,04 i są podobne do współczynników z regionu szczecińskiego. Udział skał lokalnych w glinie typu Stekno wynosi 2,8–12,1%. Dominują tu piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą mułowce paleogeńskie (Obroty, Ciećmierz, Niemierze) lub wapienie mezozoiczne (Dreżewo).

Gлина typu Ciećmierz (T1B)

Ten typ gliny występuje tylko w jednym otworze – w Ciećmierzu (1/Gr; fig. 2A). Jest to 7 metrowej grubości warstwa gliny oddzielona od niżej leżącej gliny typu Stekno kilkumetrowej grubości osadami piaszczysto-mułkowymi (?wodnolodowcowymi, ?zastoiskowymi) i leżąca bezpośrednio pod gliną typu Dreżewo (T2). Cechą charakterystyczną gliny typu Ciećmierz jest przewaga wapieni paleozoicznych nad skandynawskimi skałami krystalicznymi, przy bardzo małym udziale dolomitu (tab. 1). Współ-

Tabela 1

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Stekno (T1A) i Ciećmierz (T1B)
Main characteristics of gravel petrography of the Stekno (T1) and Ciećmierz (T1B) tills

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	D _p /W _p	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
Gлина 1A								
1/Że	Stekno ¹	0,79	1,35	0,71	0,01	7,5	W	N, P, Y
2/Kam	Dreżewo	1,05	1,45	0,80	0,06	6,9	W, P, K	M, N
1/Gr	Ciećmierz	1,01	1,51	0,65	<0,01	8,2	P, M, W	
1/Goś	Niemierze	0,92	1,55	0,52	0,03	2,8	P, M	
3/Goś	Obroty	0,80	1,40	0,65	0,04	5,6	M, P	
2/Sł	Lepino	0,73	1,63	0,67	0,00 ²	12,1	P	W, K
Gлина 1B								
1/Gr	Ciećmierz	1,45	0,86	1,24	<0,01	4,7	P, M, W	

¹ Stanowisko stratotypowe w regionie szczecińskim z NW wybrzeża/Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Skały północne/Northern rocks:

O – skały osadowe (piaskowce, łupki, wapienie, dolomity)/sedimentary rocks (sandstones, shales, limestones, dolomites)

K – skały krystaliczne/crystalline rocks

W – skały węglanowe (wapienie – W_p i dolomity – D_p)/carbonate rocks (limestones – W_p and dolomites – D_p)

A – skały nieodporne na wietrzenie (łupki, wapienie, dolomity)/non-resistant rocks (shales, limestones, dolomites)

B – skały odporne na wietrzenie (skały krystaliczne i piaskowce)/resistant rocks (crystalline rocks and sandstones)

Skały lokalne/local rocks:

W – mezozoiczne wapienie i margle/Mesozoic limestones and marls

P – mezozoiczne piaskowce/Mesozoic sandstones

K – krzemienie mezozoiczne/Mesozoic flint

Q – kwarc mleczny/milk quartz

M – mułowce paleogeńskie/Paleogene mudstones

N – mułowce neogeńskie/Neogene mudstones

F – kongrecje fosforytowe/phosphorite concretions

Y – kongrecje pirytowe/pyrithic concretions

C – okruchy węgla brunatnego/lignite particles

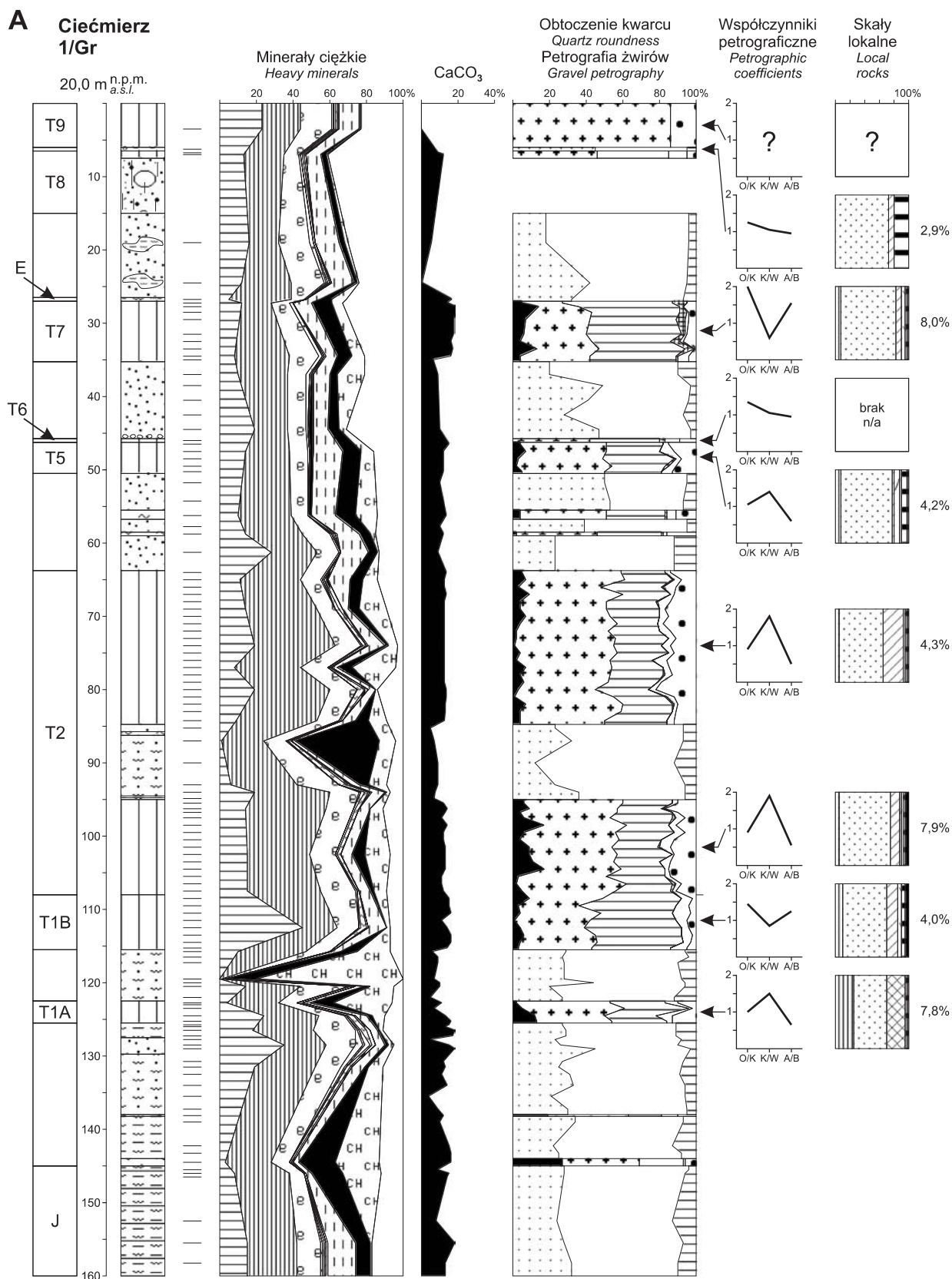
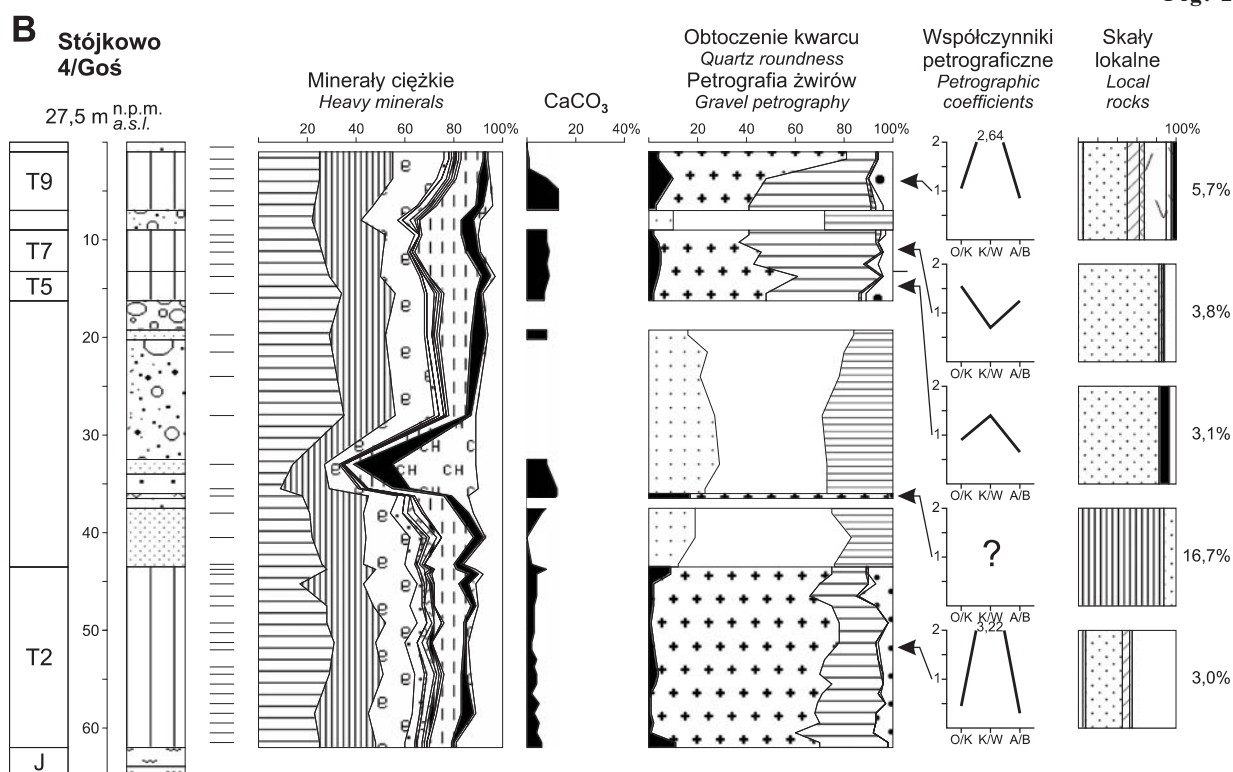


Fig. 2. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Ciecierz (1/Gr) i B – Stojkowo (4/Goś) (ciąg dalszy na str. 56; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes:
A – Ciecierz (1/Gr) and B – Stojkowo (4/Goś) (continued on page 56; for explanations see page 57)

Fig. 2 cd.



czynnik petrograficzny wynoszą: O/K 1,45, K/W 0,86, A/B 1,24, $D_p/W_p < 0,01$. Udział skał lokalnych w glinie typu Ciecierz wynosi 4,7%. Dominują tu piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą mułowce paleogeńskie i wapień mezozoiczne.

Gliny typu Babinek i Dreżewo (T2)

Na obszarze północno-zachodniego wybrzeża występuje w dolnej części sekwencji osadów czwartorzędowych bardzo nietypowy poziom glin, który charakteryzuje się dwukrotną (lub większą) przewagą skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi ($3,3 > K/W > 1,7$). Są to cechy przewodnie, niewystępujące w żadnym innym poziomie glin w strefie północno-zachodniego wybrzeża. Takie cechy są ponadto podobne do cech gliny typu Babinek w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). Gлина typu Babinek charakteryzuje się na obszarze jej zdefiniowania znaczną przewagą skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi oraz bardzo małym udziałem dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 0,5–0,85, K/W 1,65–2,2, A/B 0,5–0,65, $D_p/W_p 0,0–0,05$; dla profilu stratotypowego, odpowiednio: O/K 0,81, K/W 1,73, A/B 0,57, $D_p/W_p 0,05$. Na wybrzeżu północno-zachodnim zupełnie podobne cechy mają gliny w profilach Lepino (2/Sł), Jastrzębniki (3/Sł), Stójkowo (4/Goś; fig. 2B), Starnin (3/Br) oraz Strzepowo (2/U; fig. 4A). Gлина typu Babinek w tych otworach charakteryzuje się znaczną przewagą skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi oraz bardzo małym udziałem dolomitu (tab. 2). Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 0,44–0,68;

K/W 1,70–2,2 (3,2 w Stójkowie); A/B 0,3–0,60; $D_p/W_p 0,0–0,01$ (wyjątkowo 0,06 w Starninie).



















W kolejnych czterech otworach, w Dreżewie (2/Kam), Ciecierzu (1/Gr; fig. 2A), Obrotach (3/Goś; fig. 3A) oraz w Bartkowie (1/Br; fig. 5A) zaobserwowano podobne gliny, charakteryzujące się znaczną przewagą skał krystalicznych (K/W 1,7–1,92) i śladową zawartością dolomitu ($D_p/W_p 0,0–0,04$) (tab. 2), jednakże zawierające znacząco więcej piaskowców północnych (8–22%). Stąd współczynniki petrograficzne O/K (0,88–1,10) i A/B (0,50–0,80) są dla tych glin wyższe i nietypowe jak dla gliny typu Babinek. W związku z tym proponuję gliny w profilach Dreżewo, Ciecierz, Obroty i Bartkowie zdefiniować jako osobny typ petrograficzny glin poziomu T2 i nazwać je glinami typu Dreżewo (T2).

Udział skał lokalnych w glinach poziomu T2 (Babinek i Dreżewo) wynosi 2,2–14,0 % i 3,9–11,9%. Dominują tu, zarówno w glinach typu Babinek, jak i glinach typu Dreżewo, piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą mułowce paleogeńskie (Strzepowo, Ciecierz, Stójkowo i Bartkowie) lub wapień mezozoiczny (Dreżewo, Bartkowie, Starnin i Obroty).















Gliny typu Dreżewo występują w strefie północno-zachodniej badanego obszaru, w rynnach Pobierowa–Dreżewo i w części północnej rynn Obroty–Lepino. Gliny typu Babinek występują w bardziej południowej i wschodniej części badanego obszaru, zarówno w głębokich rynnach glacialnych, jak i w strefach „paleowysoczyzn” pomiędzy rynnami. Oba rodzaje glin zalegają bezpośrednio ponad skałami podłoża (Strzepowo, Stójkowo, Jastrzębniki), gliną typu Stekno (Dreżewo, Lepino, Obroty), gliną typu Ciecierz

OBJAŚNIENIA DO FIGUR 2–9
EXPLANATIONS TO FIGURES 2–9

Litologia
Lithology

	ilty <i>clays</i>		mułki masywne <i>massive silts</i>
	ilty mułkowane <i>silty clays</i>		mułki drobnolaminowane <i>finely laminated silts</i>
	glina lodowcowa <i>till</i>		piaski drobne z laminami mułków <i>fine sands with silty laminae</i>
	glina dolomitowa <i>dolomite-rich till</i>		piaski mułkowane <i>silty sands</i>
	glina zwietrzała <i>weathered till</i>		piaski <i>sands</i>
	gliny o niepewnej genezie <i>other diamicton</i>		piaski eoliczne, drobne <i>fine aeolian sands</i>
	ilty warwowe <i>varved clays</i>		piaski i żwiry <i>sand sand gravels</i>
	mułki warwowe <i>varved silts</i>		żwiry i bruki żwirowe <i>gravels and gravel pavements</i>
	piaskowiec <i>sandstone</i>		mułowiec <i>mudstone</i>







Mineały ciężkie
Heavy minerals

	granaty <i>garnets</i>		dysten <i>kyanite</i>
	amfibole <i>amphiboles</i>		rutyl <i>rutile</i>
	epidot <i>epidote</i>		syłimanit <i>sillimanite</i>
	staurolit <i>staurolite</i>		pirokseny <i>pyroxenes</i>
	andaluzyt <i>andalusite</i>		biotyty <i>biotites</i>
	cyrkon <i>zircon</i>		chloryty <i>chlorites</i>
	turmaliny <i>tourmalines</i>		inne minerały <i>other minerals</i>

Obtoczenie kwarcu
Quartz roundness

	ziarna dobrze obtoczone <i>well rounded grains</i>
	ziarna częściowo obtoczone <i>partially rounded grains</i>
	ziarna kanciaste <i>angular grains</i>

Petrografia glin
Till petrography

	skały lokalne <i>local rocks</i>
	skały krystaliczne i kwarc (K) <i>crystalline rocks and quartz (K)</i>
	wapienie bałtyckie (W_p) <i>Baltic limestones (W_p)</i>
	dolomity (D_p) <i>dolomites (D_p)</i>
	łupki (L_p) <i>shales (L_p)</i>
	piaskowce i kwarcyty (P_p) <i>sandstones and quartzites (P_p)</i>

Skały lokalne
Local rocks

	wapienie <i>limestones</i>
	piaskowce <i>sandstones</i>
	mułowce paleogeńskie <i>Paleogene mudstones</i>
	mułowce neogeńskie <i>Neogene mudstones</i>
	kwarc <i>quartz</i>
	krzemienie <i>flints</i>
	konkrecje pirytowe <i>pyrite concretions</i>
	konkrecje fosforytowe <i>phosphorite concretions</i>
	okruszki węgla brunatnego <i>brown coal particles</i>
	inne skały <i>other rocks</i>

Wskaźniki petrograficzne
Petrographic coefficients

$$O = W_p + D_p + P_p + L_p$$

$$K = K_r + Q_p$$

$$W = W_p + D_p$$

$$A = W_p + D_p + L_p$$

$$B = K_r + Q_p + P_p$$

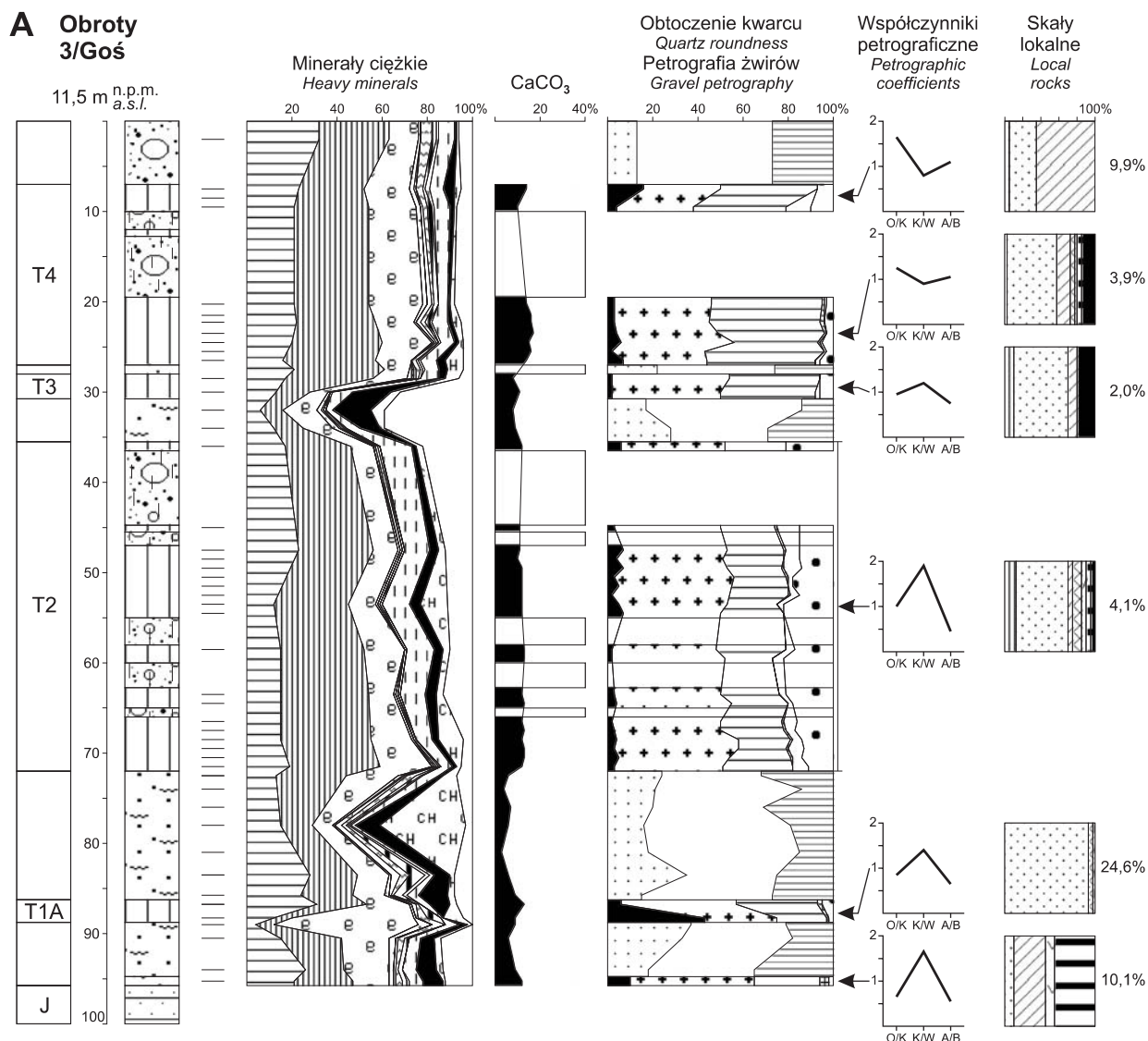


Fig. 3. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Obroty (3/Goś) i B – Niemierze (1/Goś) (ciąg dalszy na str. 59; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes: A – Obroty (3/Goś) and B – Niemierze (1/Goś) (continued on page 59; for explanations see page 57)

(Ciećmierz) lub tylko ponad osadami glacyfluwialnymi bez starszych glin (Bartkowo). Gliny poziomu T2 leżą pod glinami poziomu T3 (Jastrzębniki, Obroty, Lepino, Strzepowo) lub T5 (Dreżewo, Ciećmierz), a w jednym przypadku pod poziomem T4 (Bartkowo).

Gлина typu Jezierzycy (T3)

Glinę typu Jezierzycy zdefiniowano jako poziom lodowcowy leżący bezpośrednio ponad glinami typu Babinek w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). Gлина typu Jezierzycy zawiera wyrównane ilości skandynawskich skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych, przy zwykle bardzo małym udziale dolomitu. Współczynniki

petrograficzne wynoszą zazwyczaj: O/K 0,95–1,2, K/W 0,9–1,15, A/B 0,8–1,1; D_p/W_p 0,01–0,04; dla profilu stratotypowego odpowiednio: O/K 1,2, K/W 1,04, A/B 1,05, D_p/W_p 0,03.

Na badanym obszarze udokumentowano podobny typ petrograficzny glin w 9 profilach: Lepino (2/S), Obroty (3/Goś) i Niemierze (1/Goś) (fig. 3B), Starnin (3/Br), Jastrzębniki (2/Sł), Strzepowo (2/U; fig. 4A), Mściec (2/Kosz) oraz Samlino (3/Kam) i Wyszobór (2/Br). Gлина typu Jezierzycy (T3) w tych profilach zawiera wyrównane ilości skandynawskich skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych, przy zazwyczaj bardzo małym udziale dolomitu (tab. 3). Współczynniki petrograficzne wynoszą zwykle: O/K 0,90–1,2, K/W 0,9–1,2, A/B 0,74–1,1, D_p/W_p

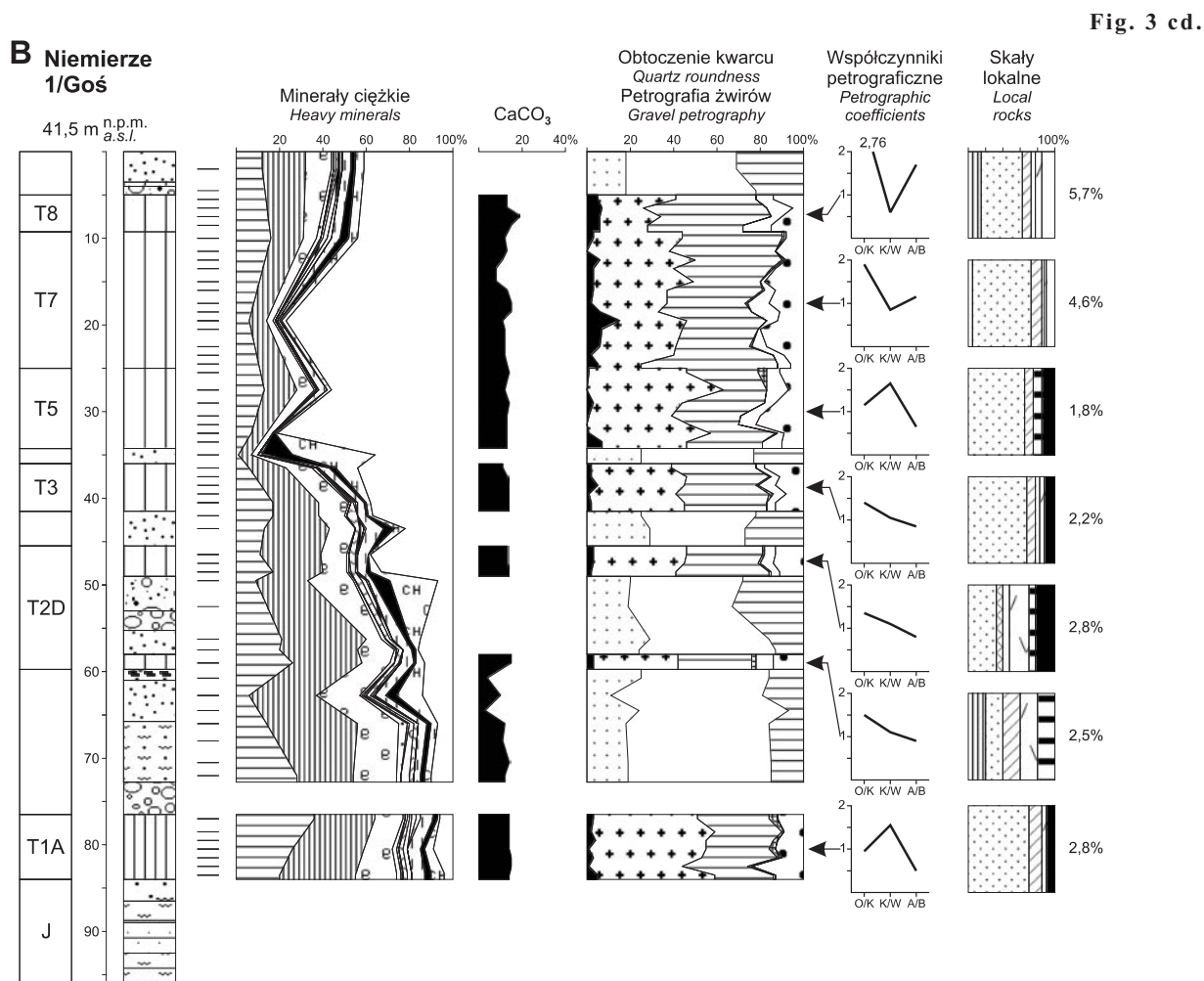


Fig. 3 cd.

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Babinek i Dreżewo (T2)

Main characteristics of gravel petrography of the Babinek and Dreżewo (T2) tills

Tabela 2

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	Dp/Wp	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
Glina Babinek								
1/Ba	Babinek¹	0,81	1,73	0,57	0,05	5,9	W, K	P
3/Br	Starnin	0,60	1,74	0,55	0,06	6,8	P	W, F
2/U	Strzepowo	0,60	1,75	0,55	0,01	14,0	P, M	W, K, Q
4/Goś	Stojkowo	0,44	3,22	0,31	<0,01	2,2	P	M
3/Sł	Jastrzębniki	0,68	1,79	0,60	0,00	9,8	P	F
2/Sł	Lepino	0,52	2,22	0,45	0,00	7,7	P	K
Glina Dreżewo								
2/Kam	Dreżewo	0,92	1,80	0,77	0,04	4,6	W, P, K	
1/Gr	Ciećmierz	0,95	1,86	0,53	0,02	6,2	P, M, Y	F, K
1/Br	Bartkowo	1,09	1,70	0,65	0,00	11,7	P, W	M
3/Goś	Obroty	0,99	1,87	0,48	0,01	3,9	P, W	N

¹ Stanowisko stratotypowe w rejonie szczecińskim z NW wybrzeża/Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

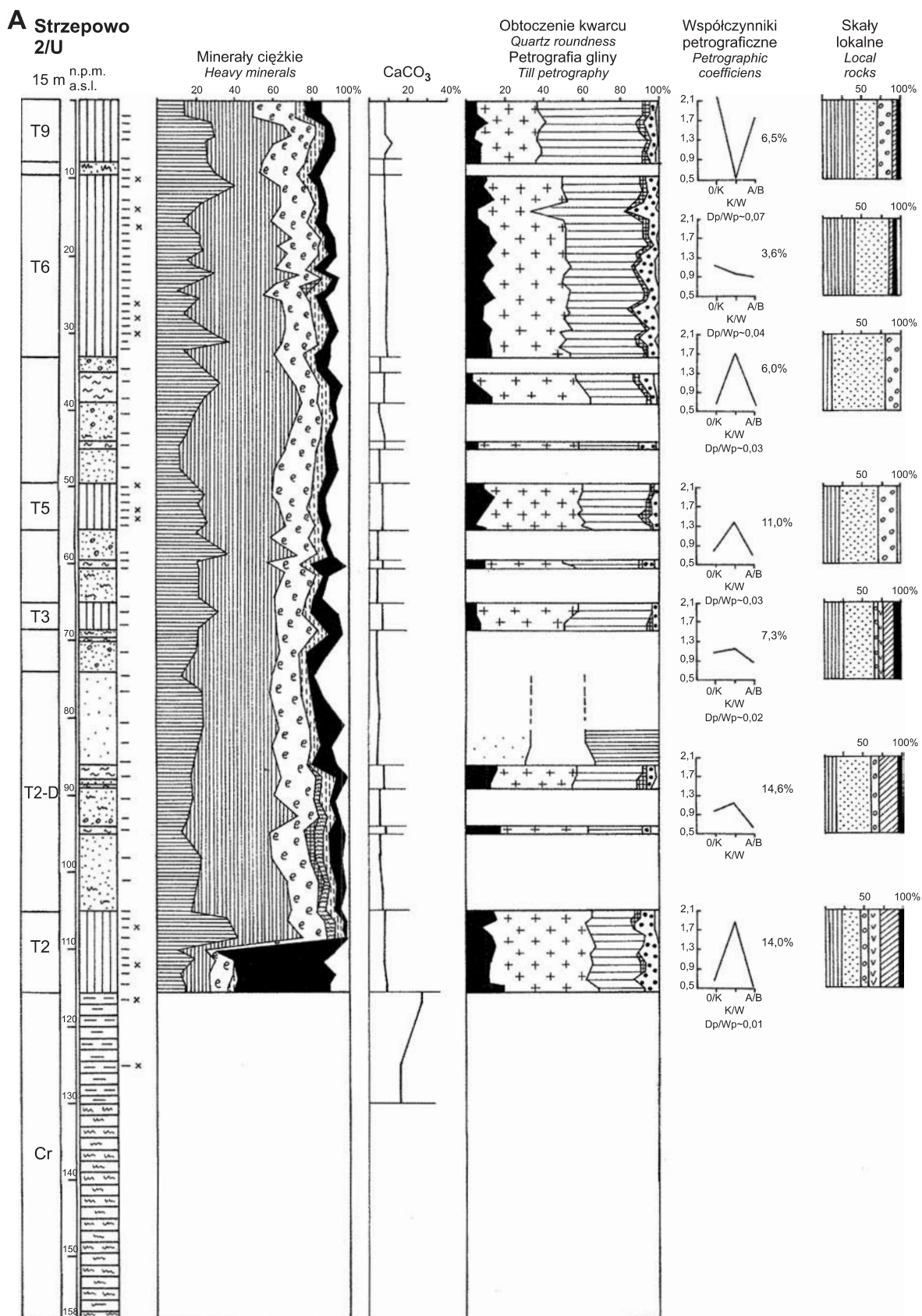
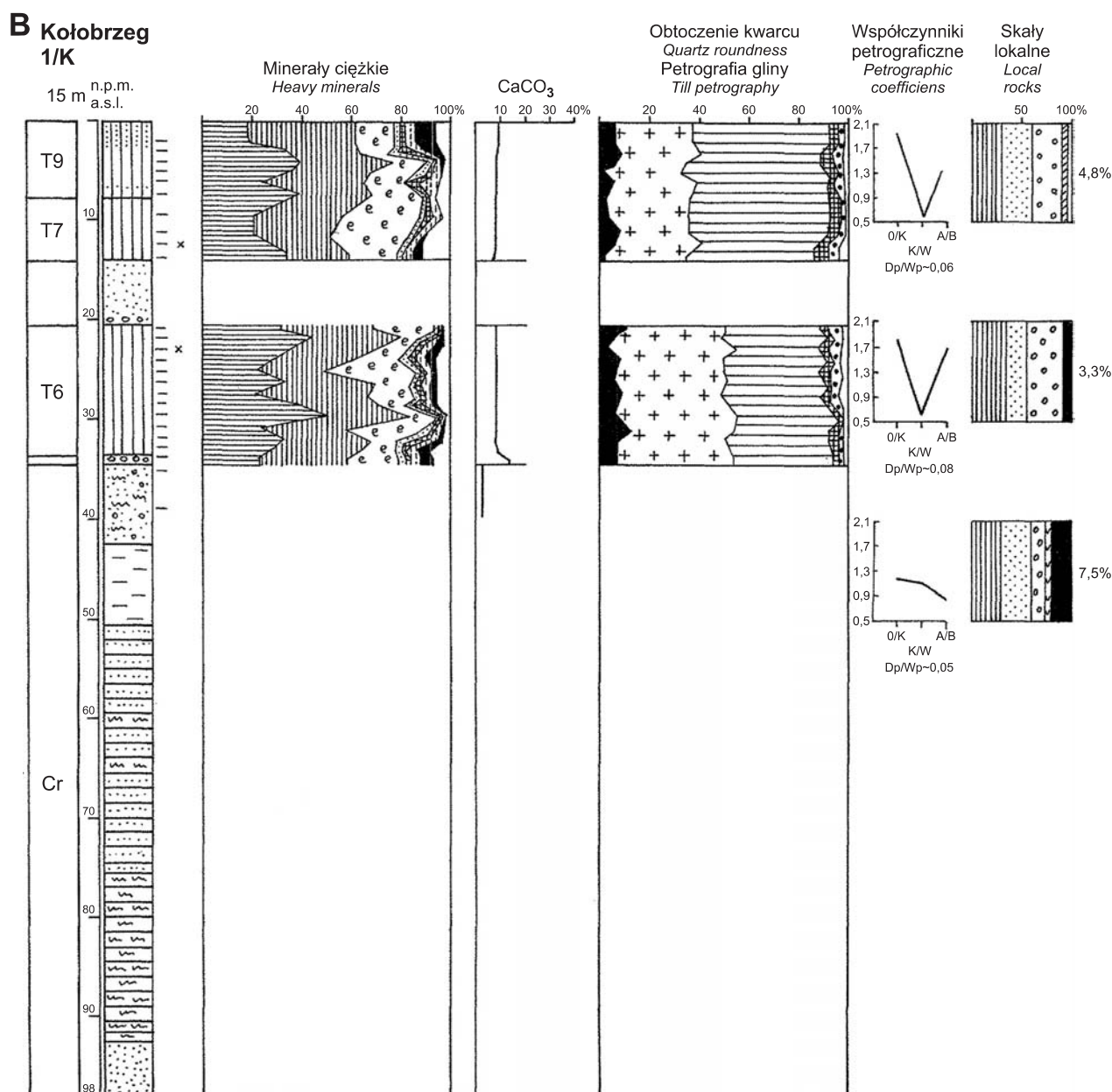


Fig. 4. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Strzepowo (2/U) i B – Kołobrzeg (1/K) (ciąg dalszy na str. 61; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes:
A – Strzepowo (2/U) and B – Kołobrzeg (1/K) (continued on page 61; for explanations see page 57)

Fig. 4 cd.



0,01–0,03; dla profili w Niemierzu i Wyszoborze zaobserwowano większe ilości piaskowców północnych (O/K 1,24–1,44). Takie sporadycznie wysokie ich zawartości w glinach typu Jezierzycy były też obserwowane w regionie szczecińskim. Udział skał lokalnych w glinach poziomu T3 wynosi 1,4–21,3%. Dominują tu w większości profili piaskowce mezozoiczne (Starnin, Obroty, Niemierze), którym w niektórych profilach towarzyszą wapienie i mułowce paleogeńskie (Strzepowo, Wyszobór, Jastrzębniki, Lepino), a w dwóch profilach dominują wapienie mezozoiczne (Samlino, Mścice).

Gliny typu Jezierzycy występują na obszarze północno-zachodniego wybrzeża zarówno w głębokich rynnach glacialnych, jak i w strefach „paleowysoczyzn” pomiędzy rynnami. Występują one bezpośrednio ponad skałami podłoża, bez starszych typów glin poniżej (Samlino, Mścice,

Wyszobór), ponad gliną typu Steklna (Niemierze) albo ponad gliną typu Babinek (w pozostałych przypadkach). Gлина ta jest przykryta w Obrotach, Jastrzębnikach i Samlinie przez glinę typu Pobierowo, w pozostałych profilach przez młodsze gliny.

Gлина typu Pobierowo (T4)

Gлина ta występuje w 16 profilach rozmieszczonych regularnie na całym badanym obszarze i jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych poziomów glacialnych na północno-zachodnim wybrzeżu. Gliny T4 występują zazwyczaj na „paleowysoczyznach” pomiędzy rynnami lodowcowymi, w przedziale wysokości od 50 do 30 m p.p.m., bezpośrednio na podłożu jurajskim, kredowym lub neogeńskim. W tych przypadkach gdy występuje ona w rynnach

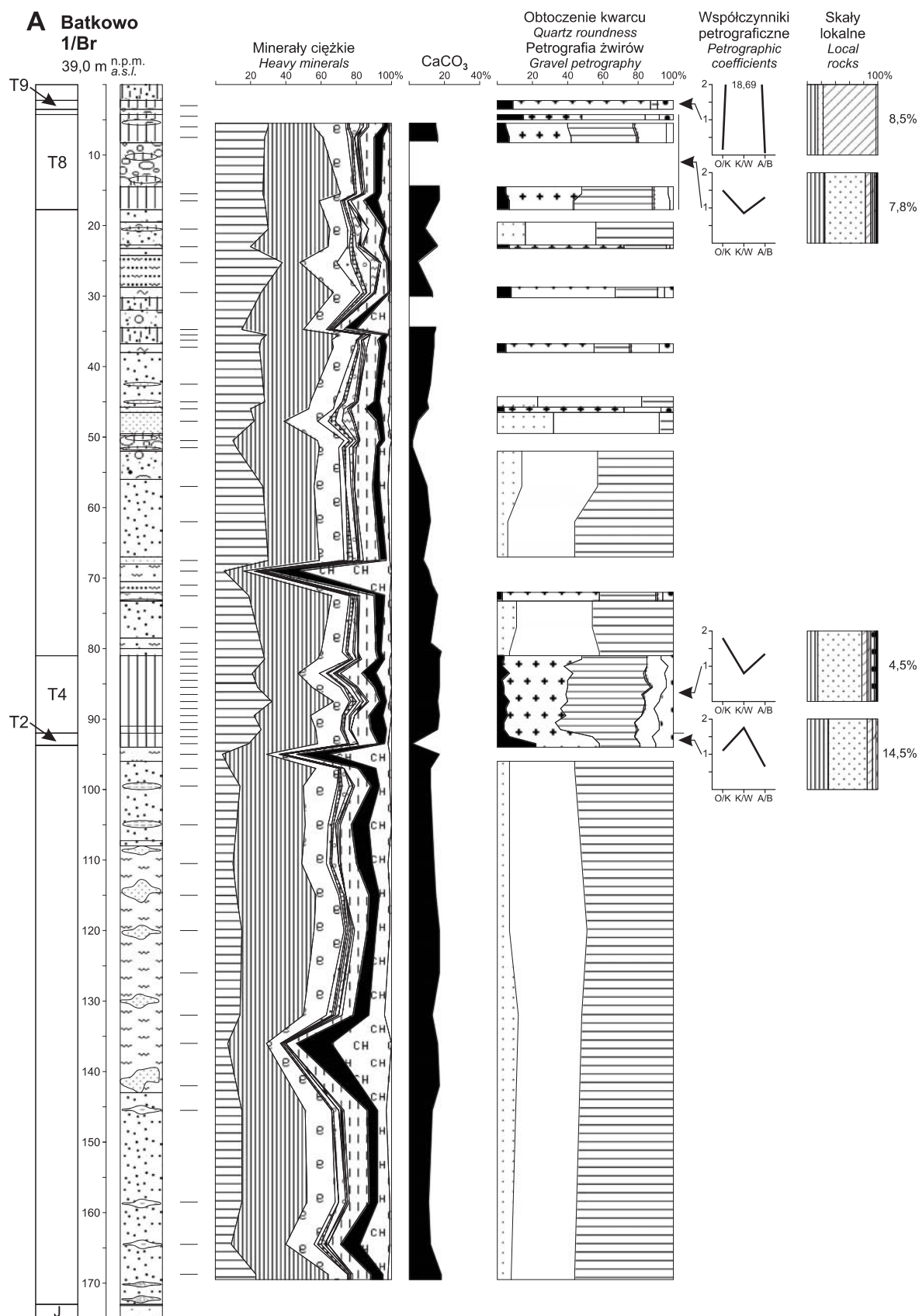
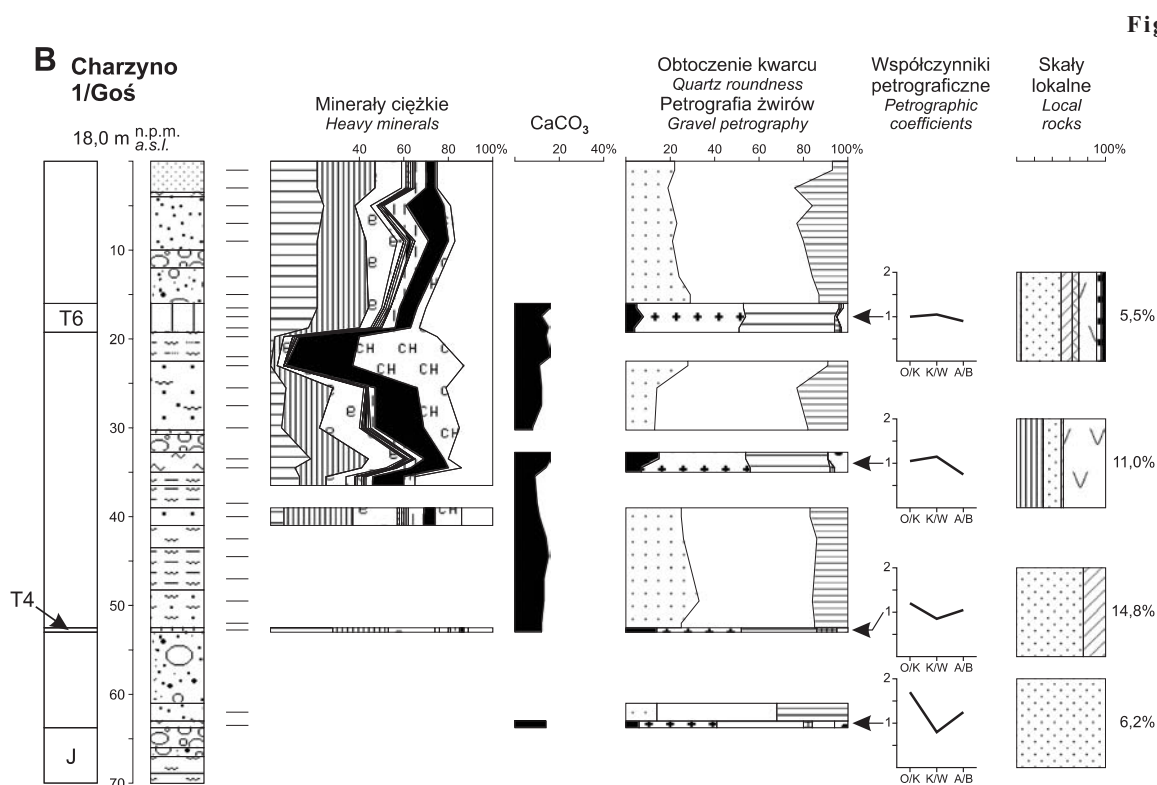


Fig. 5. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Bartkovo (1/Br) i B – Charzyno (2/Goś) (ciąg dalszy na str. 63; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes:
A – Bartkovo (1/Br) and B – Charzyno (2/Goś) (continued on page 63; for explanations see page 57)



lodowcowych (Bartkowo; fig. 5A, Samlino, Niedźwiedziska) zalega na podobnych wysokościach co w strefach poza rynnami. W rynnach lodowcowych glina typu Pobierowo występuje ponad glinami typu Babinek lub glinami typu Jezierzycy. Powyżej niej leżą gliny typu Glinno (T5), (Jastrzębniki; Wyszobór i Ustronie Morskie; fig. 6C), gliny

typu Marwice (Charzyno, fig. 5B) lub najczęściej gliny typu Pustkowo i Rynica (T7).

Glina typu Pobierowo została zdefiniowana w profilu Pobierowo, gdzie występuje ona w najbardziej dla siebie charakterystycznym położeniu — bezpośrednio na podłożu przedczwartorzędowym i pod gliną typu Pustkowo.

Tabela 3

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Jezierzycy (T3)

Main characteristics of gravel petrography of the Jezierzycy till (T3)

		O/K	K/W	A/B	Dp/Wp	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
3/Wiel	Jezierzycy ¹	1,20	1,04	1,05	0,03	13,7	W	P, M
2/U	Strzepowo	1,05	1,15	0,86	0,02	7,3	P, M, K	C, Q
2/Kosz	Mścice	1,10	1,00	0,90	0,01	6,3	W, Q, P	
3/Br	Starnin	0,95	1,17	0,79	0,12 [#]	21,3	P	
3/Goś	Obroty	0,96	1,22	0,74	0,00	1,4	P	
1/Goś	Niemierze	1,40 ²	1,04	0,85	0,03	2,5	P	
2/Br	Wyszobór	1,24 ²	0,90	1,12	0,00	7,9	P, W	
3/Sł	Jastrzębniki	1,01	1,11	0,91	<0,01	6,9	P, W	M
2/Sł	Lepino	0,90	1,16	0,83	0,03	5,1	P, W	M
3/Kam	Samlino	1,43 ²	1,20	0,88	0,03	3,4	W, P	K

¹ Stanowisko stratotypowe w rejonie szczecińskim z NW wybrzeża/Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Więcej piaskowców północnych niż zazwyczaj/Northern sandstones more frequent than usually

³ Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

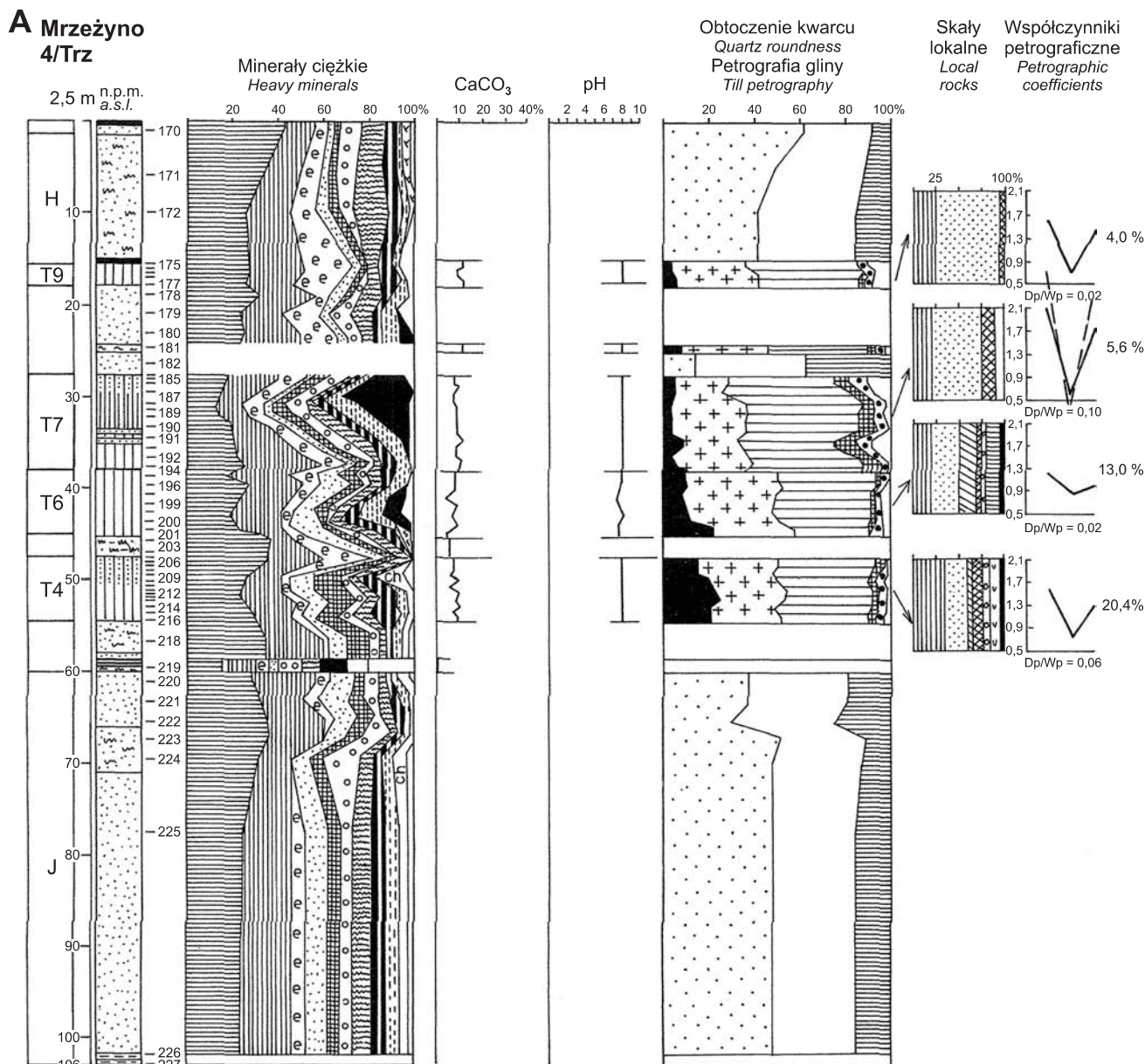


Fig. 6. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Mrzeżyno (4/Trz), B – Sarbinowo (1/U) i C – Ustronie Morskie (2/K) (ciąg dalszy na str. 65; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes: A – Mrzeżyno(4/Trz), B – Sarbinowo ((1/U) and C – Ustronie Morskie (2/K) (continued on page 65; for explanations see page 57)

Charakteryzuje się ona przewagą wapieni paleozoicznych nad skandynawskimi skałami krystalicznymi przy zmiennym udziale dolomitu (tab. 4). Współczynniki petrograficzne wynoszą zazwyczaj: O/K 1,4–1,85, K/W 0,6–0,9, A/B 1,3–1,45, D_p/W_p 0,00–0,07; dla profilu stratotypowego, odpowiednio: O/K 1,7, K/W 0,88, A/B 1,33, D_p/W_p 0,02. W trzech profilach, w Samlinie, Charzynie i Obrótach obserwuje się zaniżone wartości współczynnika O/K (1,27–1,64) i A/B (0,99–1,15), co jest efektem większej zawartości piaskowców północnych (10–20%). Ponadto w profilu Charzyna występuje bardzo dużo dolomitów (7%; D_p/W_p 0,20).

Duże zawartości dolomitów obserwuje się także w sąsiednich profilach (Mrzeżyno, Lewice, Gołańcz, Drzonowo; D_p/W_p 0,04–0,07), podczas gdy w pozostałych otworach dolomit występuje w małych ilościach (tab. 4).

Udział skał lokalnych wynosi 5,1–20,4%. Wśród skał lokalnych występują dwa typowe spektra. W strefie południowej dominują piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą wapień mezozoiczne oraz mułowce paleogeńskie. W północnej strefie dominują wapień mezozoiczne, którym towarzyszą w mniejszych ilościach piaskowce mezozoiczne.

Fig. 6 cd.

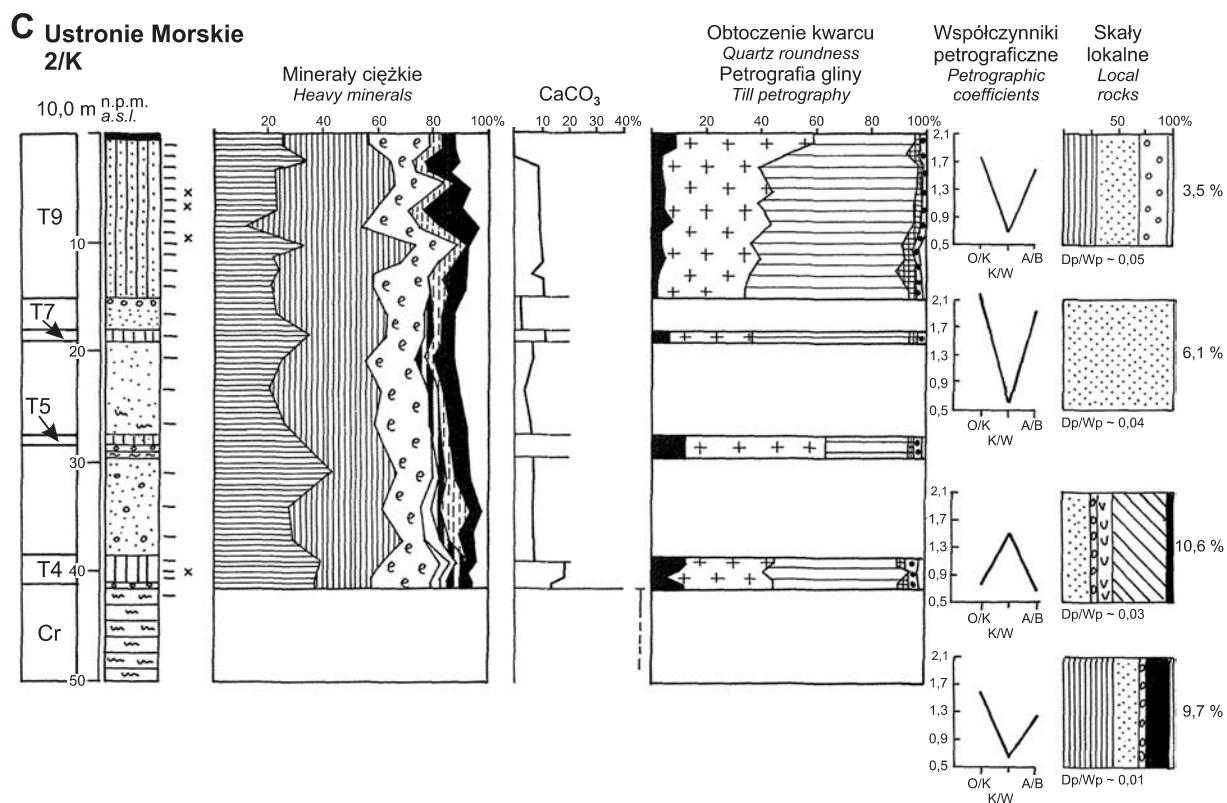
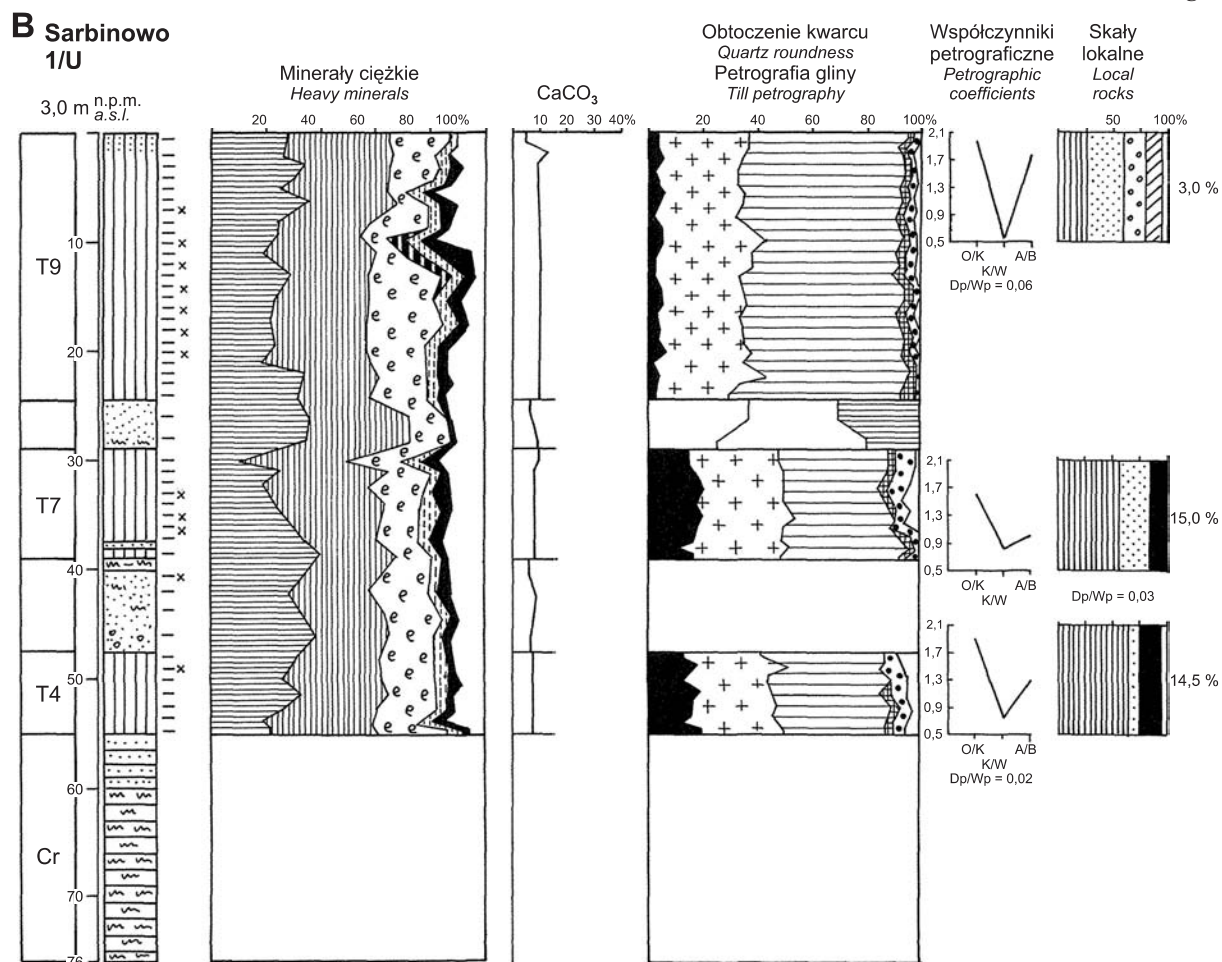


Tabela 4

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Pobierowo (T4)
Main characteristics of gravel petrography of the Pobierowo till (T4)

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	D _p /W _p	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
1/Kam	Pobierowo	1,70	0,88	1,33	0,02	8,3	W	P, M, N
4/Trz	Mrzeżyno	1,65	0,70	1,30	0,06	20,4	W, P	
3/Trz	Drzonowo	1,70	0,70	1,35	0,05	20,0	W, P	
1/Trz	Lewice	1,70	0,70	1,30	0,07	17,0	P, W	
2/Trz	Gołańcz	1,85	0,60	1,45	0,04	9,4	P	
2/K	Ustronie	1,65	0,65	1,36	0,01	9,7	W, P	
1/U	Sarbinowo	1,85	0,70	1,36	0,02	14,5	W	P, C
3/Kam	Samlino	1,64	0,94	0,99 ²	0,03	5,3	P	M, W
2/Goś	Charzyno	1,47 ¹	0,85	1,15	0,20	10,5	P, M	
3/Goś	Obroty	1,27 ¹	0,89	1,05	0,03	5,1	P, M	
1/Br	Bartkowo	1,79	0,79	1,33	<0,01	6,2	P, W	
3/Sł	Jastrzębniki	1,81	0,74	1,33	0,00	6,0	P, W	
2/Gr	Niedźwiedziska	1,41	0,62	1,31	0,00	0,2	P, K	

¹ Więcej piaskowców północnych niż zazwyczaj/Northern sandstones more frequent than usually

² Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

Gliny typu Glinno i Niemierze (T5)

Glinę typu Glinno zdefiniowano jako przewodni poziom glacialny w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). W regionie tym glina typu Glinno charakteryzowała się przewagą skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi, przy bardzo małym udziale dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 0,7–0,9, K/W 1,25–1,65, A/B 0,6–0,75, D_p/W_p 0,0–0,03; dla profilu stratotypowego, odpowiednio: O/K 0,87, K/W 1,1,28, A/B 0,75, D_p/W_p 0,02.

Glina typu Glinno występuje na obszarze północno-zachodniego wybrzeża w 7 profilach rozmieszczonych w południowej i wschodniej części badanego obszaru. Na badanym obszarze charakteryzuje się ona przewagą skandynawskich skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi, przy bardzo małym udziale dolomitu (tab. 5). Współczynniki petrograficzne wynoszą zazwyczaj: O/K 0,7–0,9, K/W 1,30–1,65, A/B 0,6–0,75, D_p/W_p 0,0–0,03 i są identyczne jak w obszarze stratotypowym. Tylko w profilu Jastrzębniki współczynnik K/W wynosi 1,76, lecz jest to wynik z jednej próbki. Pozycję stratygraficzną tej konkretnej warstwy gliny ustalono na podstawie kryterium hipsometrycznego i jej relacji do glin typu Pobierowo (T4) leżących poniżej.

W kolejnych czterech otworach, w Dreżewie (2/Kam), Ciećmierzu (1/Gr; fig. 2A), Niemierzu (1/Goś; fig. 3B) oraz w Kołomąciu (5/Gr), w północno-zachodniej części

badanego obszaru, zaobserwowano podobne gliny (K/W 1,3–1,46, D_p/W_p 0,0–0,03), lecz zawierające znacząco więcej piaskowców północnych (8–20%). Stąd współczynniki petrograficzne O/K (1,00–1,16) i A/B (0,64–0,82) są w tych wystąpieniach glin nietypowe jak dla gliny Glinno (tab. 5). W związku z tym proponuję gliny w profilach Dreżewo, Ciećmierz, Niemierze i Kołomąć zdefiniować jako osobny typ petrograficzny glin poziomu T5 i nazwać je glinami typu Niemierze, od profilu, gdzie występują one w miarę pewnej sytuacji geologicznej: pomiędzy glinami T3 a glinami T7.

Gliny T5 obu typów występują zazwyczaj powyżej gliny typu Babinek/Dreżewo (T2) (fig. 2A, B) lub glin typu Jezierzycze (T3) (fig. 3B, 4A). Ponad nimi występują gliny typu Marwice (T6) (fig. 2A, 4A) lub młodsze gliny.

Udział skał lokalnych w glinach poziomu T5 (Niemierze i Glinno) wynosi 3,1–11,8 i 1,8–9,5%. Spektrum skał lokalnych jest zróżnicowane. Można wyróżnić kilka stref o różnym składzie petrograficznym w grupie skał lokalnych. W strefie najbardziej południowo-zachodniej dominują piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą krzemienie i mułowce paleogeńskie. W kolejnej strefie oprócz piaskowców występują w dużych ilościach wapienie mezozoiczne i krzemienie. W strefie północno-wschodniej dominującym składnikiem skał lokalnych są ponownie piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą w nieco mniejszych ilościach mułowce, a na północnym-wschodzie kwarc mleczny.

Tabela 5

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Glinno i Niemierze (T5)
Main characteristics of gravel petrography of the Glinno and Niemierze (T5) tills

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	D _p /W _p	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
glina Glinno								
3/Że	Glinno ¹	0,87	1,28	0,75	0,02	11,8	W, Q	K, M, N
2/U	Strzepowo	0,80	1,40	0,70	0,03	11,0	P, W	Q
1/K	Ustronie	0,73	1,63	0,57	0,03	10,6	M, P	
4/Goś	Stojkowo	0,91	1,38	0,67	0,04	3,1	P	K
2/Br	Wyszobór	0,92	1,37	0,77	0,01	7,9	P, W	K
1/Sł	Stara Dobrzyca	0,80	1,65	0,66	<0,01	8,3	W, K, P	M
3/Sł	Jastrzębniki	0,74	1,76 ²	0,62	0,00	7,5	P	W
2/Sł	Lepino	0,82	1,50	0,59	0,00	7,4	P, W	
glina Niemierze								
1/Goś	Niemierze	1,16	1,42	0,66	0,02	1,8	P	M
5/Gr	Kołomąc	1,00	1,30	0,80	0,02	3,4	P	K, M
2/Kam	Dreżewo	1,01	1,43	0,82	0,08	9,5	K, P, M	
1/Gr	Ciećmierz	1,05	1,46	0,64	0,02	4,6	P	

¹ Stanowisko stratotypowe w rejonie szczecińskim z NW wybrzeża /Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

Glina typu Marwice (T6)

Glinę typu Marwice zdefiniowano w profilu Marwice w regionie szczecińskim (Krzyszowski i in., 2007). W regionie tym glina typu Marwice charakteryzowała się wyrównaną zawartością skandynawskich skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych, przy zazwyczaj bardzo małym udziale dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą zazwyczaj: O/K 0,9–1,15, K/W 1,0–1,15, A/B 0,8–0,95, D_p/W_p 0,01–0,06; dla profilu stratotypowego odpowiednio: O/K 1,1, K/W 1,15, A/B 0,85, D_p/W_p 0,03.

Ten typ gliny występuje na obszarze północno-zachodniego wybrzeża w 9 profilach rozmieszczonych regularnie na całym badanym obszarze, przy czym tylko w profilach Strzepowo (2/U; fig. 4A) i Ciećmierz (1/Gr; fig. 2A) posiada ona pewną pozycję stratygraficzną, pomiędzy glinami T5 i T7. W Jastrzębnikach (3/Sł) i Wyszoborze (2/Br) występuje ponad glinami T5, lecz bez przykrycia innymi glinami, a w Lewicach (1/Trz; fig. 7A) i Mrzeżynie (4/Trz; fig. 6A) występuje pomiędzy glinami T4 a T7. W pozostałych profilach, w Kołobrzegu i Kołomącu, ich pozycja stratygraficzna jest bardziej problematyczna ponieważ zalegają one bezpośrednio na podłożu podczwartorzędowym lub bez żadnej innej gliny poniżej.

Glina typu Marwice na obszarze północno-zachodniego wybrzeża charakteryzuje się wyrównaną zawartością skandynawskich skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych, przy zazwyczaj bardzo małym udziale dolomitu (<2%) oraz

często dużej zawartości piaskowców północnych (do 10–15%) (tab. 6). Współczynniki petrograficzne wynoszą zazwyczaj: O/K 0,9–1,35, K/W 0,9–1,17, A/B 0,8–1,05, D_p/W_p 0,00–0,05 (tylko w Ciećmierzu występuje więcej dolomitu, 3%, z D_p/W_p 0,08)

Udział skał lokalnych wynosi 3,4–15,7%. Wśród nich występują: w strefie zachodniej, oprócz dominujących wapieni, piaskowce mezozoiczne oraz mułowce paleogeńskie i neogeńskie, a we wschodniej strefie dominują piaskowce, którym towarzyszą wapienie, mułowce paleogeńskie i krzemienie.

Gliny typu Rynica i Pustkowo (T7)

Glinę typu Rynica zdefiniowano w regionie szczecińskim (Krzyszowski i in., 2007) jako glinę o znacznej przewadze wapieni paleozoicznych nad skandynawskimi skałami krystalicznymi, przy zazwyczaj małym udziale dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K 1,35–1,70, K/W 0,7–0,9, A/B 1,1–1,3, D_p/W_p 0,01–0,06; dla profili stratotypowych, w Rynicy i Mirowie, odpowiednio: O/K 1,4 i 1,7, K/W 0,85 i 0,80, A/B 1,25 i 1,25, D_p/W_p 0,02 i 0,03. Podobny typ gliny stwierdzono w 7 profilach w strefie południowej i wschodniej badanego obszaru: Samlino (3/Kam), Niemierze (1/Goś; fig. 3B), Stojkowo (4/Goś; fig. 2B) oraz Sarbinowo (1/U; fig. 6B), Mieleno i Mścice (1/Kosz, 2/Kosz, 3/Kosz; fig. 8A, B). Współczynniki petrograficzne wynoszą tutaj: O/K 1,30–1,80, K/W 0,7–0,9, A/B 1,0–1,25,

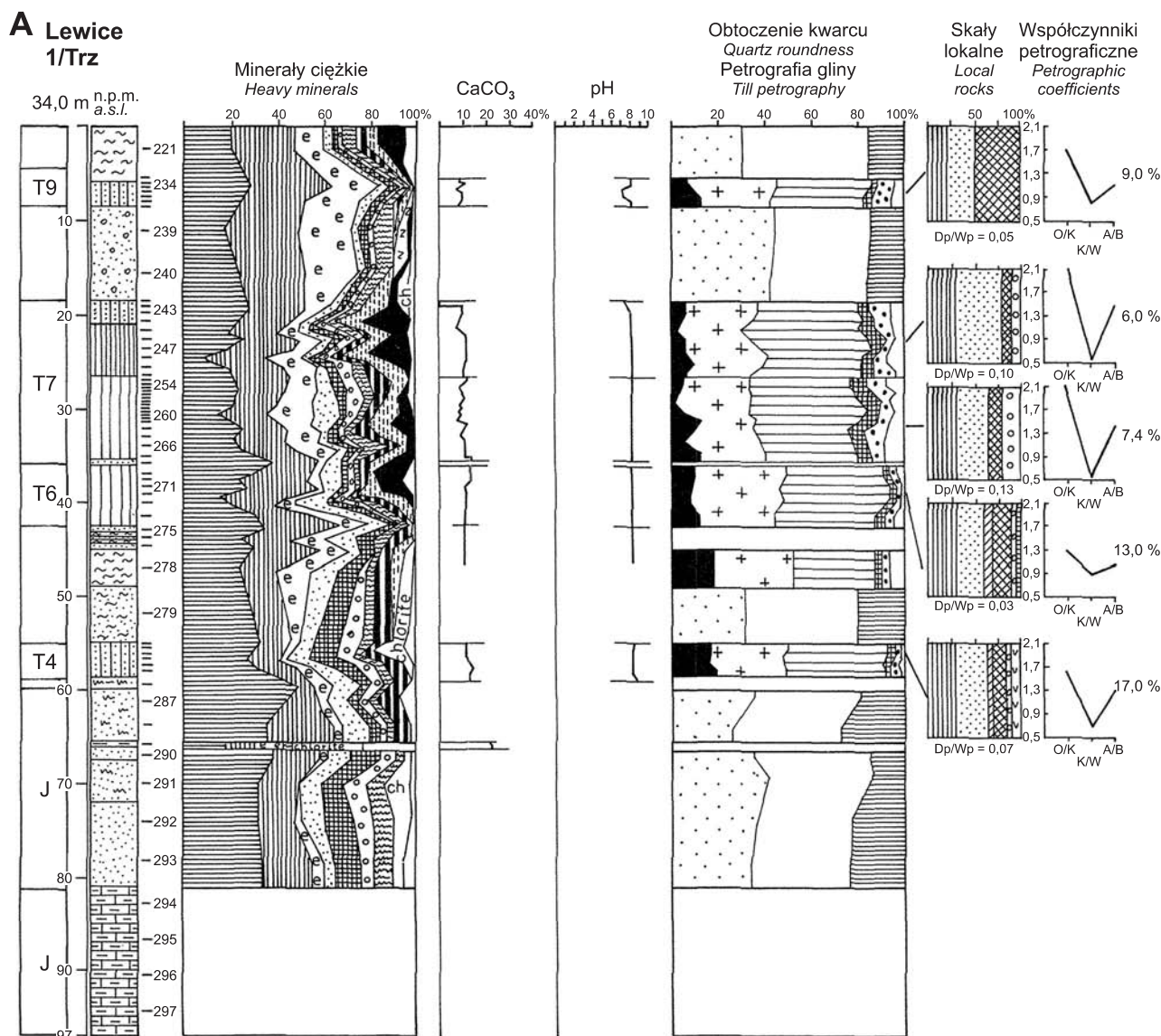


Fig. 7. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Lewice (1/Trz), B – Golańcz (2/Trz) i C – Drzonowo (3/Trz) (ciąg dalszy na str. 69; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes: A – Lewice (1/Trz), B – Golańcz (2/Trz) and C – Drzonowo (3/Trz) (continued on page 69; for explanations see page 57)

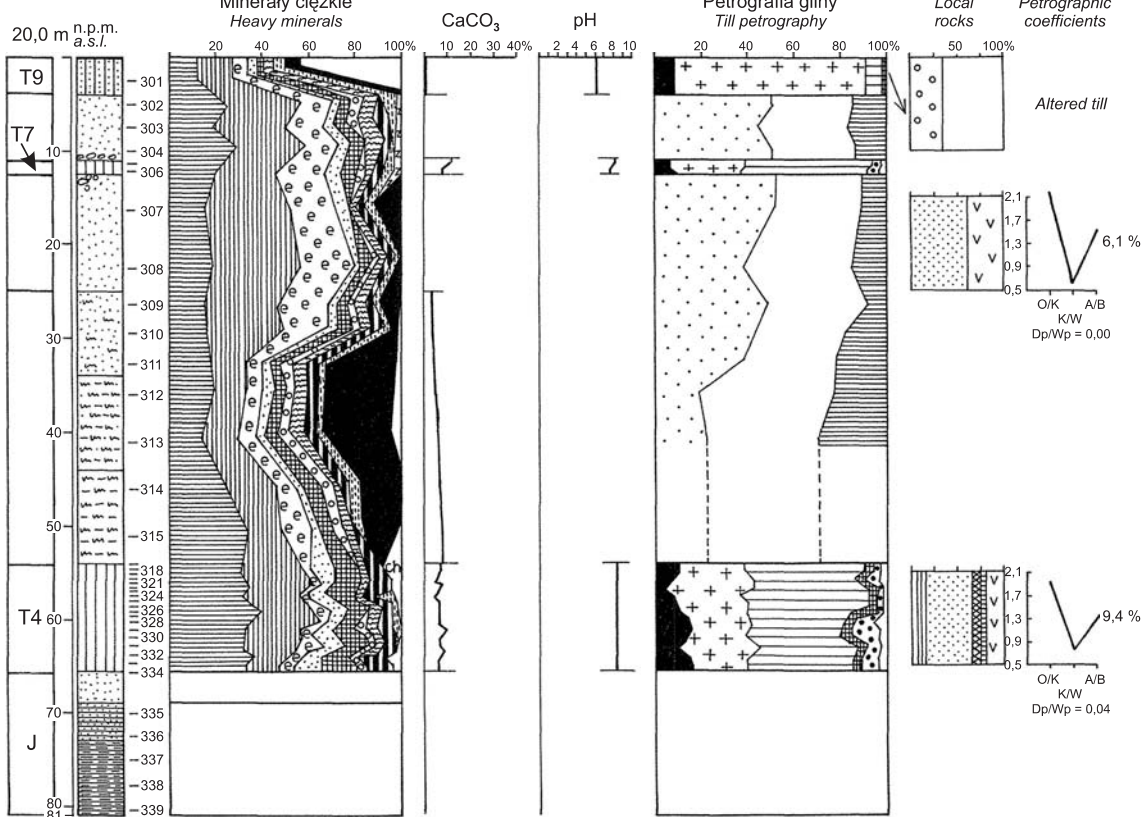
D_p/W_p , 0,01–0,06 i są identyczne z tymi opisanymi dla glin typu Rynica w regionie szczecińskim (tab. 7). Na badanym obszarze glina typu Rynica występuje ponad gliną T5 a pod gliną T9 w Stojkowie i Niemierzy oraz pomiędzy glinami T4 i T9 w Samlinie. W rejonie Koszalina glina typu Rynica występuje tylko pod przykryciem młodszych glin (T9).

W jedenastu innych profilach, położonych w strefie północno-zachodniej badanego obszaru, znaleziono w podobnej pozycji stratygraficznej i hipsometrycznej poziom glin zawierający znacznie więcej wapieni paleozoicznych i dolomitu. Współczynniki petrograficzne wynoszą w tej odmianie gliny: O/K 1,70–2,10, K/W 0,5–0,85, A/B 1,25–1,70, D_p/W_p 0,06–0,12 i są znacząco różne od tych w glinie typu Rynica (tab. 7). Proponuję gliny z dużą zawartością wapieni paleozoicznych i dolomitu, a leżących pomiędzy glinami typu

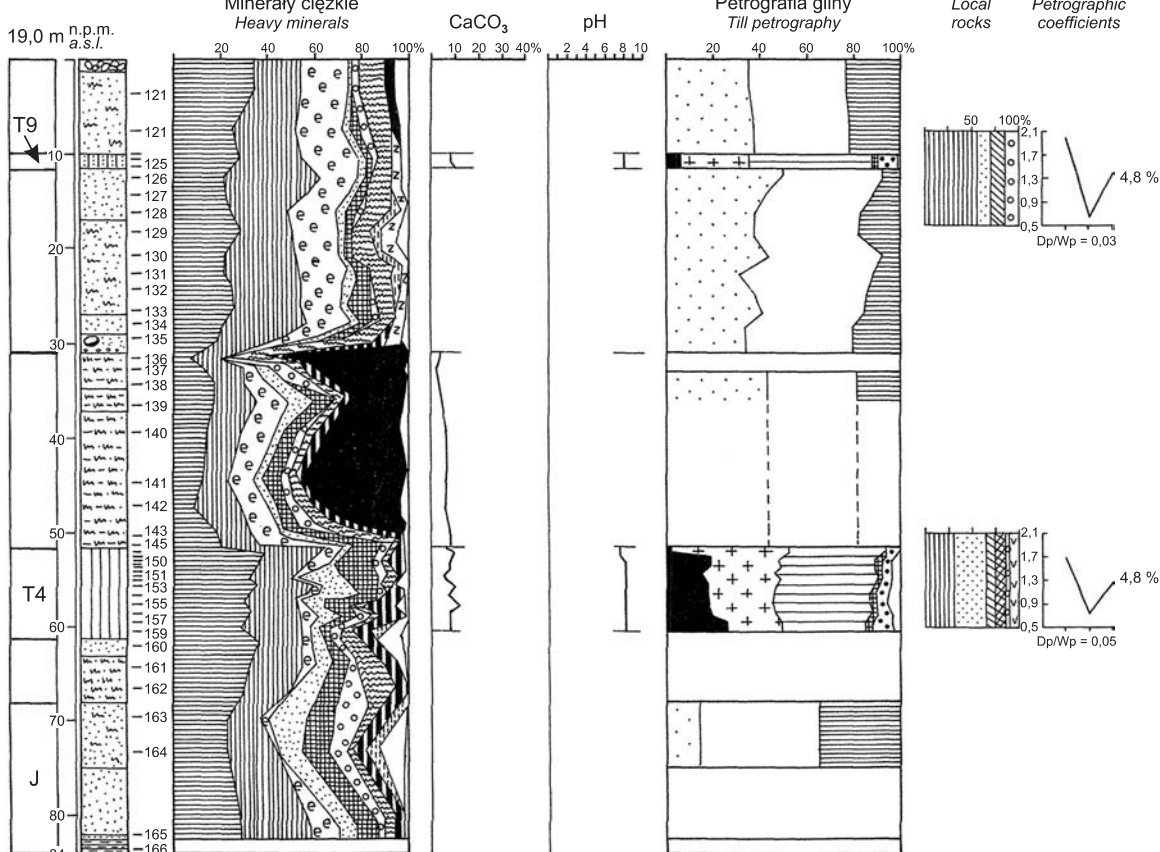
Marwice i glinami typów Ninikowo/Mirowo, zdefiniować jako osobny typ petrograficzny glin poziomu T7 i nazwać je glinami typu Pustkowo. Za region stratotypowy można uznać rejon pomiędzy Pobierowem, Dreżewem, Lędzinem a klifem morskim Trzęsacza i Rewala, gdzie ten typ gliny jest powszechnie spotykany w profilach wiertniczych. W rejonie tym glina typu Pustkowo występuje w Cieścierzku (fig. 2A) powyżej glin T6 a poniżej glin typu Ninikowo (T8), w Dreżewie, Pobierowie i Lędzinie ponad glinami poziomów T5 lub T4 a pod glinami typu Ninikowo (T8). W Kołobrzegu, Mrzeżynie i Lewicach (fig. 4B, 6A, 7A) glina typu Pustkowo występuje w pozycji pomiędzy glinami typu Marwice (T6) a glinami typu Trzęsacz (T9), a w Ustrońiu pomiędzy glinami T5 a glinami T9 (fig. 6C).

Fig. 7 cd.

B Gołańcz 2/Trz



C Drzonowo 3/Trz



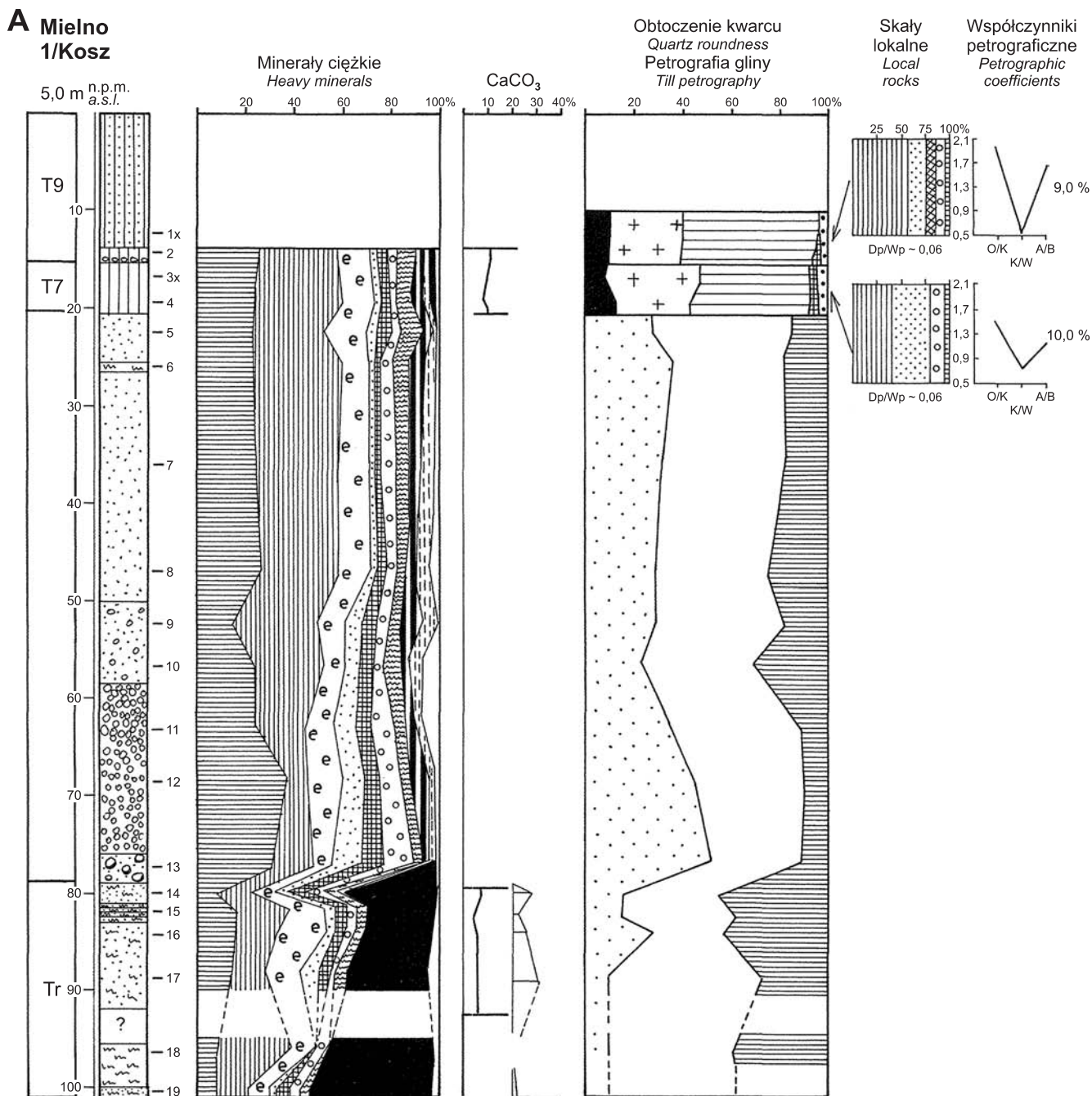


Fig. 8. Profile litologiczne oraz cechy mineralogiczno-petrograficzne osadów w otworach wiertniczych: A – Mielno (1/Kosz) i B – Mściłce (3/Kosz) (ciąg dalszy na str. 71; objaśnienia na str. 57)

Lithological logs and mineralogical-petrographic characteristics of deposits from boreholes:
A – Mielno (1/Kosz) and B – Mściłce (3/Kosz) (continued on page 71; for explanations see page 57)

Ponadto, dla gliny typu Pustkowo w kilku profilach (Ciećmierz, Mrzeżyno, Lewice, Pobierowo) oraz dla gliny typu Rynica w Mściłcach zaobserwowano przyrost ilości wapieni paleozoicznych (czasami dolomitów) w stropie poszczególnych warstw glin (zazwyczaj zmiana K/W z 0,6–0,80 na 0,30–0,60 i przyrost dolomitu o 2–3%) (fig. 9). Ten przyrost odbywa się w jednolitej teksturalnie glinie i nie jest podkreślony żadnymi innymi specyficznymi cechami glin.

Udział skał lokalnych w obu typach gliny T7 (Rynica i Pustkowo) wynosi 3,2–15,6% i 3,3–10,2%. W glinie typu Pustkowo dominują wśród skał lokalnych piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą w mniejszych ilościach wapień mezozoiczne, krzemienie i mułowce. W glinie typu Rynica w większości profili także dominują wśród skał lokalnych piaskowce mezozoiczne, którym towarzyszą w mniejszych ilościach wapień, a tylko w profilach

Fig. 8 cd.

B Mścice
3/Kosz

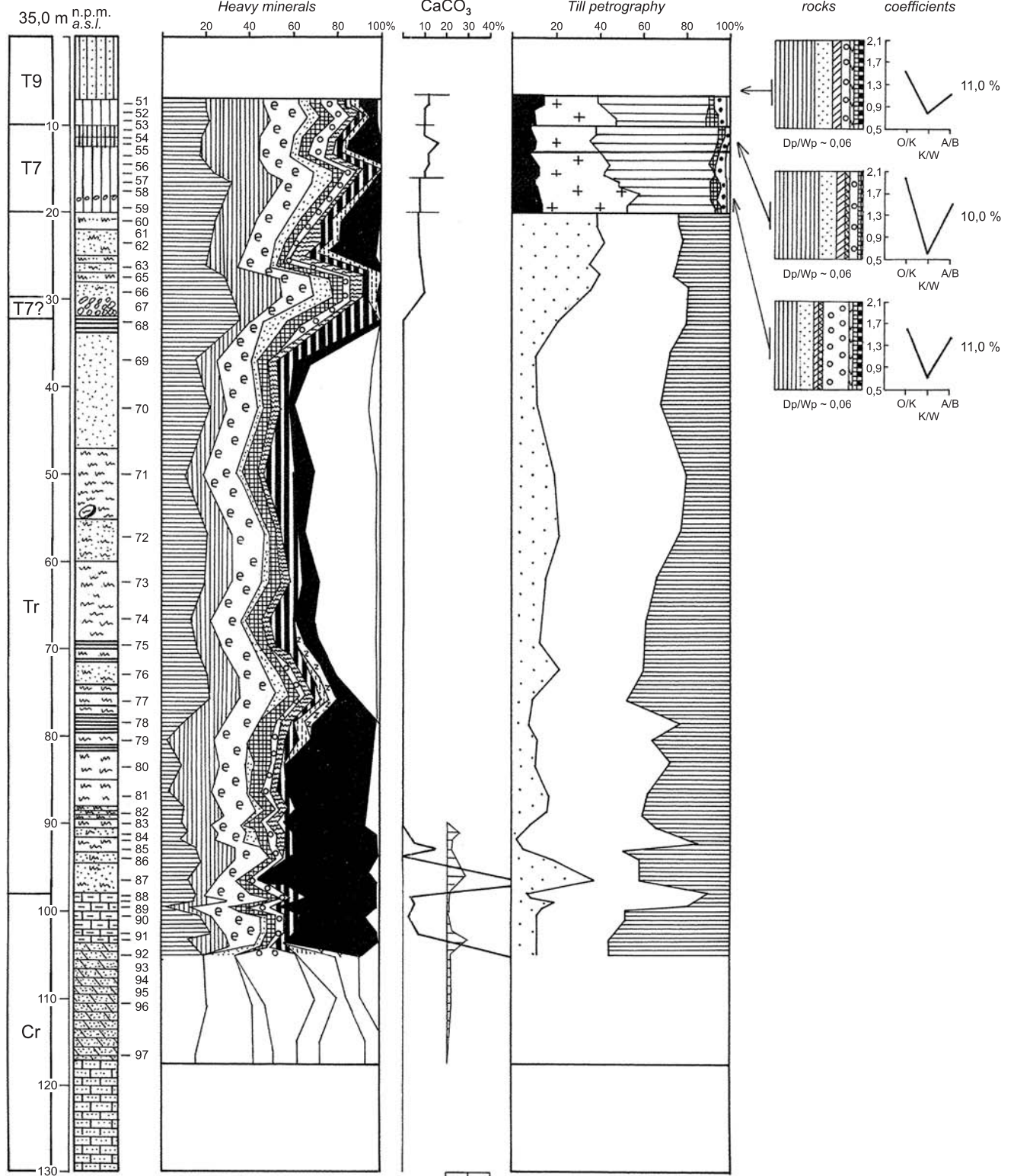


Tabela 6

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Marwice (T6)
Main characteristics of gravel petrography of the Marwice till (T6)

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	Dp/Wp	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
2/Gryf	Marwice¹	1,10	1,15	0,85	0,03	7,0	P, W	K
1/Trz	Lewice	1,28	0,90	1,05	0,03	13,0	M, P, W	
4/Trz	Mrzezyno	1,20	0,95	1,00	0,02	13,0	P, W	M
2/U	Strzepowo	1,20	0,95	0,90	0,04	3,6	M	P
1/Gr	Ciećmierz	1,37 ²	1,04	0,94	0,08 ³	0,0	brak	
2/Goś	Charzyno	1,02	1,06	0,89	0,03	3,4	P	K
5/Gr	Kołomąc	1,10	1,10	0,80	0,00	15,7	P	M
2/Br	Wyszobór	1,24	1,00	1,07	0,03	7,6	P, W	K
3/Sł	Jastrzębniki	0,93	1,17	0,85	<0,01	4,9	P	W
1/K	Kołobrzeg	1,10	1,05	0,88	0,05	7,5	M	P, Q, C

¹ Stanowisko stratotypowe w regionie szczecińskim z NW wybrzeża /Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

³ Więcej piaskowców północnych niż zazwyczaj/Northern sandstones more frequent than usually

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

Tabela 7

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Rynica i Pustkowo (T7)
Main characteristics of gravel petrography of the Rynica and Pustkowo (T7) tills

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	Dp/Wp	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
Gлина Rynica								
1/Wid	Rynica⁺	1,40	0,85	1,25	0,02	14,6	W	M, Q, K
4/Goś	Stojkowo	1,55	0,74	1,26	0,02	3,2	P	
1/Goś	Niecierze	1,60	0,82	1,01	0,01	4,6	P	
3/Kosz	Mścice*	1,67	0,70	1,54	0,06	11,0	W, Q	P
802/Kosz	Mścice	1,30	0,85	1,10	0,04	6,0	P, W	Q
1/Kosz	Mielno	1,60	0,70	1,25	0,06	10,0	P, W	Q
1/U	Sarbinowo	1,65	0,85	1,10	0,03	15,6	P	
3/Kam	Samolino	1,79	0,90	1,24	0,02	4,1	P, W	
Gлина Pustkowo								
1/Kam	Pobierowo¹	1,87	0,76	1,49	0,07	8,0	P, M	
1/Kam	Dreżewo	2,07	0,70	1,42	0,09	10,2	P, K, W	
1/Gr	Ciećmierz	1,80	0,53	1,54	0,08	7,3	P	
4/Trz	Mrzeżyno ²	2,10	0,60	1,70	0,10	5,6	P, N, W	
1/K	Kołobrzeg	1,8	0,60	1,68	0,08	3,3	P, W, Q	
2/K	Ustronie	2,2	0,55	1,90	0,04 ³	6,1	P	
1/Trz	Lewice*	2,1	0,55	1,45	0,12	6,7	P, W	
2/Trz	Gołańcz	2,2	0,54	1,60	0,00 ³	7,1	P, K	

¹ Stanowisko stratotypowe w regionie szczecińskim z NW wybrzeża /Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Możliwa facja wschodniobałtycka w stropie/Possible East Baltic facies at the top

³ Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

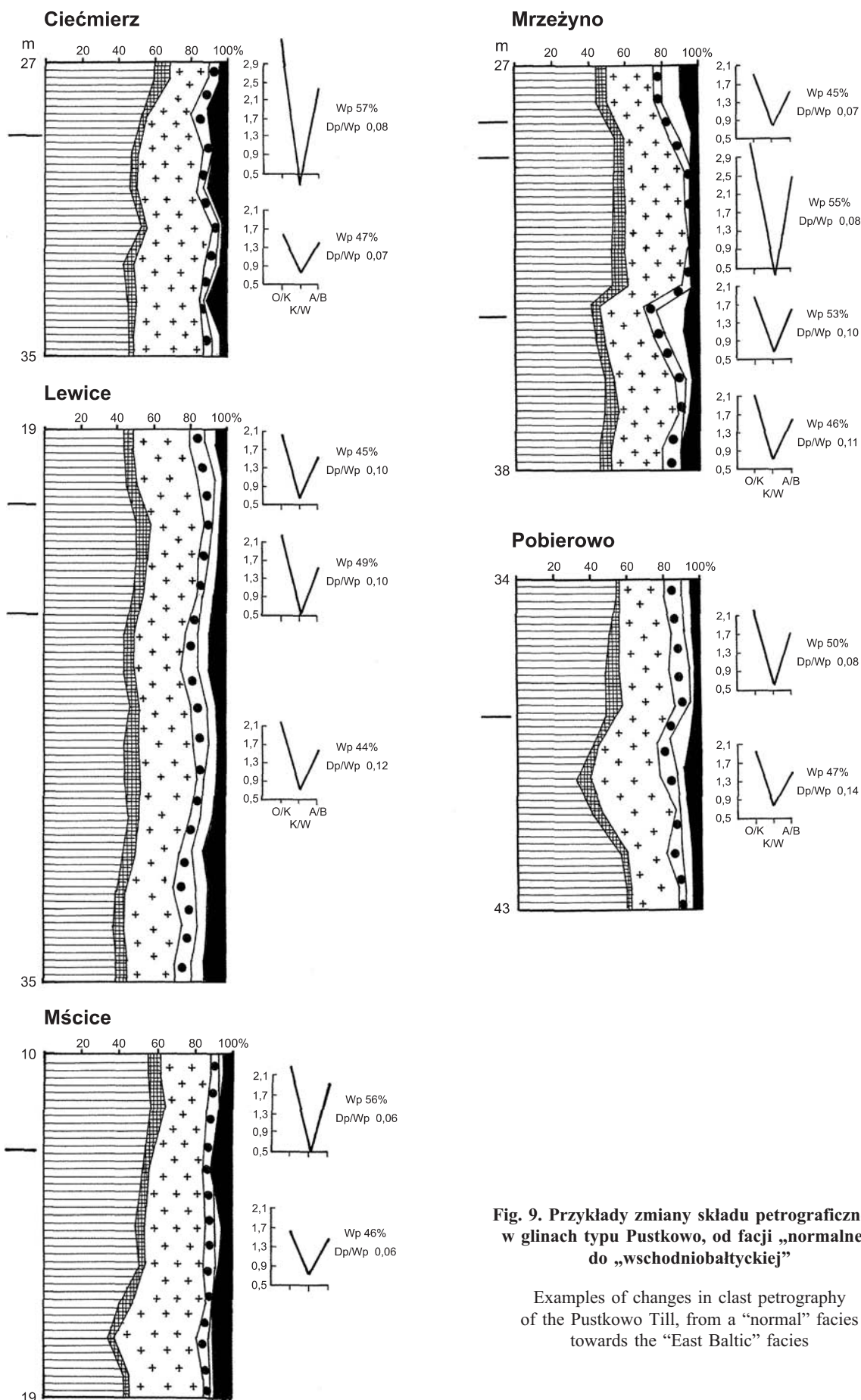


Fig. 9. Przykłady zmiany składu petrograficznego w glinach typu Pustkowo, od facji „normalnej” do „wschodniobałtyckiej”

Examples of changes in clast petrography of the Pustkowo Till, from a “normal” facies towards the “East Baltic” facies

w rejonie Koszalina wapienie dominują nad piaskowcami. Tu też zanotowano większy udział kwarcu mlecznego.

Gliny typu Mirowo i Ninikowo (T8)

Poziom T8 jest reprezentowany przez dwa typy petrograficzne glin (tab. 8). Oba charakteryzują się wyrównanymi ilościami skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych (K/W 0,84–1,12) i dużą zawartością łupków paleozoicznych. Gliny tego poziomu występują tylko w zachodniej części badanego obszaru. W południowej strefie, w profilach Ciećmierz (1/Gr; fig. 2A), Gacko (3/Gr), Bukowiec (4/Gr), Niedźwiedziska (2/Gr;) i Bartkowo (1/Br; fig. 5A), występują gliny o cechach podobnych do glin typu Mirowo w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). Współczynniki petrograficzne w tej odmianie gliny wynoszą: O/K 1,23–1,73, K/W 0,84–1,12, A/B 0,98–1,27, D_p/W_p 0,00–0,01 (dla regionu stratotypowego: O/K 0,95–1,57, K/W 0,9–1,2, A/B 0,85–1,1 D_p/W_p 0,0–0,04, a dla profilu stratotypowego w Mirowie: O/K 1,33, K/W 1,10, A/B 0,9, D_p/W_p 0,04). Zawartość łupków w glinie typu Mirowo w rejonie północno-zachodniego wybrzeża jest bardziej regularna niż w regionie szczecińskim i wynosi 7–14%.

W profilach Dreżewo i Pobierowo oraz w strefie klifu w Śliwinie (Krzyszkowski i in., 1999) udokumentowano glinę o zawartość łupków paleozoicznych w granicach 22–30%. Współczynniki petrograficzne w tej odmianie gliny wynoszą: O/K 1,76–2,80, K/W 0,84–1,12, A/B 1,36–2,60, D_p/W_p 0,00 (z wyjątkiem Dreżewa gdzie D_p/W_p wynosi 0,06, lecz jest to wynik z jednej próbki). Gлина ta została zdefiniowana po raz pierwszy w rejonie klifu w Śliwinie i została nazwana gliną typu Ninikowo (Krzyszkowski i in., 1999).

Gliny poziomu T8 występują w strefie brzegowej Bałtyku zazwyczaj w jasnej sytuacji stratygraficznej, pomiędzy glinami typu Pustkowo (T7) a glinami typu Trzęsacz (T9) (Śliwin, Pobierowo, Dreżewo, Ciećmierz), w profilach w głębi lądu w mniej pewnej sytuacji, albo pod gliną typu Trzęsacz (T9) albo nad gliną typu Rynica (T7) lub bez żadnych innych typów glin (profil w Gackach). W tych ostatnich przypadkach warstwy glin zakwalifikowano do poziomu Mirowo na podstawie dużej zawartości łupków paleozoicznych.

Udział skał lokalnych w poziomie T8 (Mirowo i Ninikowo) wynosi 2,6–10,8 i 3,0–16,8% i jest mało zróżnicowany. W Dreżewie występują praktycznie tylko piaskowce (wynik z jednej próbki), w Bartkowie występują piaskowce i wapienie mezozoiczne, podczas gdy w pozostałych profilach dominują piaskowce przy dużym udziale mułowców paleogeńskich.

Gliny typu Trzęsacz i Cedynia (T9)

Najmłodszy poziom glin na północno-zachodnim wybrzeżu (T9) jest też zarazem najbardziej rozpowszechnionym poziomem glin lodowcowych. Występuje on w 17 badanych profilach oraz odsłania się w klifach przybrzeżnych. Zalega zazwyczaj na powierzchni terenu lub tylko pod przykryciem osadów z recesji ostatniego zlodowacenia bądź pod osadami holocenijskimi. Pod nim występują gliny typu Ninikowo/Mirowo (T8) oraz gliny typu Pustkowo/Rynica (T7), a tylko sporadycznie starsze gliny typu Marwice (T6) jak w profilu Strzepowo (fig. 4A).

Najbardziej rozpowszechniony w omawianym regionie jest typ petrograficzny Trzęsacz, zdefiniowany w

Tabela 8

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Mirowo i Ninikowo (T8)

Main characteristics of gravel petrography of the Mirowo and Ninikowo (T8) tills

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	D _p /W _p	Łupki [%]	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
Glina Mirowo									
3/Choj	Mirowo ¹	1,33	1,10	0,90	0,04	2	10,8	W	Q, M, N, K
1/Gr	Ciećmierz	1,23	1,12	0,98	0,01	9	2,6	P	M
3/Gr	Gacko	1,40	0,90	1,10	0,03	7	7,1	P	M, F
4/Gr	Bukowiec	1,77	0,84	1,27	<0,01	12	4,2	P	M, W
1/Br	Bartkowo	1,53	0,92	1,30	0,02	12	6,9	P, W	
2/Gr	Niedźwiedziska	1,73	1,02	1,09	<0,01	14	6,6	P	M, K, W
Glina Ninikowo									
	Śliwin	2,2	0,94	1,65	0,00	30	5,0	P, M	W
1/Kam	Pobierowo	1,76	1,07	1,36	0,00	22	5,2	P	
2/Kam	Dreżewo	2,80	0,72	2,60	0,06 ²	25	16,3	W, P, M	

¹ Stanowisko stratotypowe w regionie szczecińskim z NW wybrzeża /Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Wynik z jednej próbki/Result from a single sample

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1/For other explanations see Tab. 1

odsłonięciach w klifie pomiędzy Trzęsaczem i Śliwinem (Krzyszczkowski i in., 1999). Poziom ten charakteryzuje się znaczną przewagą wapieni paleozoicznych nad skandynawskimi skałami krystalicznymi oraz małym udziałem dolomitu (tab. 9). Współczynniki petrograficzne w tej odmianie gliny wynoszą: O/K 1,40–2,80, K/W 0,60–0,90, A/B 1,10–1,90, D_p/W_p 0,00–0,05.

W najbardziej wschodnich profilach, w Strzepowie (2/U; fig. 4A), Sarbinowie (1/U; fig. 6B) oraz w Mielnie i Mścicach (1/Kosz, 3/Kosz; fig. 8A, B) glina występująca na powierzchni terenu ma podobne współczynniki petrograficzne: O/K 1,60–2,20, K/W 0,50–0,70, A/B 1,20–1,80, lecz znacznie większą zawartość dolomitu (D_p/W_p 0,06–0,07) (tab. 9). Ta bogata w dolomit glina może być skorelowana z gliną typu Cedynia w regionie szczecińskim (współczynniki dla regionu stratotypowego wynoszą: O/K 1,7–2,2, K/W 0,5–0,7, A/B 1,3–1,9, D_p/W_p 0,05–0,11).

Udział skał lokalnych w glinach poziomu T9 (Trzęsacz i Cedynia) wynosi 3,2–13,6 i 3,0–11,0%. Występowanie różnych skał lokalnych jest bardzo zmienne i nie można ustalić tu większych obszarów o jednolitym spektrum skał

lokalnych. Generalnie dominują wapienie lub piaszkowce mezozoiczne, ale występują też profile, gdzie albo dominują albo występują w dużych domieszkach mułowce neogeńskie lub paleogeńskie. W niektórych profilach obserwuje się także spore ilości kwarcu mlecznego.

INNE OSADY GLACJALNE

W badanych profilach występują trzy inne typy osadów proglacialnych. Są to osady glacialne, zastoiskowe i osady z faz deglacjacji.

Osady glacialne, reprezentowane głównie przez piaski i żwiry, a rzadziej przez piaski mułkowate, osiągają miąższości od kilku do ponad 60 m. Największe miąższości osiągają one w rynnach lodowcowych, np. w profilach Dreżewo, Bartkowo (fig. 5A), Niedźwiedziska i Lepino. Często jest to dominujący osad w profilu stratygraficznym. Wiek osadów piaszczysto-żwirowych ustalono na podstawie ich pozycji w stosunku do glin lodowcowych. Jednak w tych profilach, gdzie brak jest dużej ilości glin, a serie

Tabela 9

Główne cechy składu petrograficznego glin typu Cedynia i Trzęsacz (T9)
Main characteristics of gravel petrography of the Cedynia and Trzęsacz (T9) tills

Numer otworu	Nazwa otworu wiertniczego	O/K	K/W	A/B	D_p/W_p	Całkowita zawartość skał lokalnych [%]	Główne skały lokalne	Inne skały lokalne
Glina Cedynia								
7/Ced	Cedynia ¹	2,10	0,60	1,70	0,06	4,8	W	N, M, P, K
2/U	Strzepowo	2,20	0,50	1,70	0,07	6,5	W, P, Q	
1/U	Sarbinowo	2,0	0,55	1,80	0,06	3,0	W, P, Q	
1/Kosz	Mielno	1,98	0,54	1,70	0,06	9,0	W	P, N
3/Kosz	Mścice	1,60	0,70	1,20	0,06	11,0	W, P	M
2/Kosz	Mścice	2,20	0,48	1,90	0,02 ²	9,0	W, P	M
Glina Trzęsacz								
	Trzęsacz-Śliwin	1,5–1,9	0,5–0,9	1,3–1,7	<0,03	8,4	W, P	Q, M, F
1/Kam	Pobierowo	1,73	0,79	1,42	0,01	8,6	W, P	
2/Kam	Dreżewo	1,55	1,02	1,02	0,06 ²	10,8	W, P, K	
4/Trz	Mrzeżyno	1,70	0,75	1,45	0,02	4,0	P	W
3/Trz	Drzonowo	2,07	0,60	1,34	0,03	4,8	N	P, W
1/K	Kołobrzeg	1,94	0,56	1,60	0,04	4,8	P, W, Q	
2/K	Ustronie	1,70	0,65	1,60	0,05	3,5	P, W, Q	
1/Trz	Lewice	1,70	0,80	1,10	0,05	9,0	N, P	
1/Goś	Niemierze	2,76	0,59	1,68	<0,01	5,7	P, W	M, K
4/Goś	Stojkowo	1,43	0,83	1,12	0,03	3,2	P, M	
1/Br	Bartkowo	1,48	0,88	1,19	0,01	13,6	P, M	
2/Gr	Niedźwiedziska	1,36	0,92	1,05	<0,01	7,4	P	M, W

¹ Stanowisko stratotypowe w regionie szczecińskim z NW wybrzeża /Stratotype section in the Szczecin region and NW coast

² Nietypowe cechy w zasięgu danego typu gliny /Unusual features in the extent of this till type

Pozostałe objaśnienia pod tab. 1 /For other explanations see Tab. 1

glacifluwalne osiągają duże miąższości, nie można na pewno stwierdzić, czy są to jednowiekowe, grube serie wypełniające rynny, czy też jest to kilka serii różnowiekowych, nałożonych jedna na drugą (z usunięciem rozdzielających glin przez erozję).

Osady te mają podobny skład minerałów ciężkich, z trzema głównymi minerałami: granatami, amfibolami i epidotem oraz zmiennymi (i małymi, 2–5%) domieszkami innych minerałów. Na uwagę zwraca fakt występowania w tym zespole mineralnym dużej ilości epidotu – przeciętnie w granicach 10–25%, a czasem i więcej. W bardziej południowych regionach Polski, łącznie z regionem szczecińskim, ilość epidotu nie przekracza 10–15% (region szczeciński) lub wynosi poniżej 10% (południowo-zachodnia i środkowa Polska). W ramach tego „glacialnego” zespołu mineralnego obserwuje się duże zróżnicowanie regionalne w zawartości poszczególnych minerałów i nie można ich wykorzystać do rozpozniowania stratygraficznego serii piaszczysto-żwirowych.

Osady zastoiskowe w badanych profilach są dosyć rzadkie. Tylko w kilku profilach, jak w Ciećmierzy (fig. 2A), Mścicach (2/Kosz), Charzynie (fig. 5B) oraz Gołańczy i Drzonowie (fig. 7B, C) osiągają one miąższość 20–30 m. W pozostałych profilach ich miąższości wahają się od 1–2 do 4–5 m i występują one w izolowanych pozycjach. Osady zastoiskowe mają podobny skład minerałów ciężkich jak osady glacifluwalne, z trzema głównymi minerałami: granatami, amfibolami i epidotem, lecz mogą tu lokalnie występować duże domieszki biotytu (do 30–40%).

W większości przypadków określenie wieku osadów zastoiskowych jest niemożliwe, ze względu na brak przewodnich poziomów glin w profilach w których one występują oraz izolowany charakter wystąpień. Pewny jest tylko wiek najstarszych i najmłodszych zastoisk. Te pierwsze występują pod najstarszą gliną (T1) w profilach w Ciećmierzy i Obrotach i reprezentują lokalne jeziora powstałe w rynnach glacialnych (fig. 10). Najmłodsze zastoisko, występujące pomiędzy gliną Pustkowo (T7) a gliną Ninikowo (T8), jest

szeroko rozprzestrzenione w regionie pomiędzy Rewalem a Łędzinem (Krzyszkowski i in., 1999), ale w innych regionach badanego obszaru nie zaobserwowano osadów zastoiskowych tego wieku (fig. 10). Wiek tego zastoiska może być związany z fazą recesyjną zlodowacenia reprezentowanego przez glinę T7 lub z fazą transgresywną zlodowacenia związanego z depozycją gliny T8.

Osady zastoiskowe z Mścic, Charzyna, Drzonowa, Gołańczy, Łędzina, Chomętowa oraz Mrzeżyna można połączyć w jeden poziom stratygraficzny – zastoisko Mrzeżyna. Osady zastoiskowe z tych profili występują na tej samej wysokości oraz, jeśli je połączyć w jeden zbiornik, dają koherentny zasięg zbiornika proglacialnego, występującego w strefie obecnego brzegu morskiego (fig. 10). Ponadto występują one mniej więcej w podobnej pozycji stratygraficznej, ponad glinami T4 a pod glinami T6 lub T7. Wiek tego zastoiska określa wiek najstarszej gliny leżącej w ich stropie – jest to glina typu Marwice (T6), którą udokumentowano w profilach Charzyna (fig. 5B) i Mrzeżyna (fig. 6A). Zastoisko Mrzeżyna powstało najprawdopodobniej w fazie transgresywnego zlodowacenia reprezentowanego przez glinę T6.

Osady z faz deglacji zlodowaceń udokumentowano najczęściej w rynnach glacialnych. Występują one w rynnach Pobierowa–Dreżewa, Obrotów–Lepina i Strzepowa oraz poza rynnami prawdopodobnie w Niemierzy. We wszystkich przypadkach są to osady leżące stratygraficznie powyżej poziomu T2 i zawierające, oprócz żwirów, piasków i piasków mułkowatych, gliny spływowe o miąższości od 1 m do kilkunastu metrów. Skład petrograficzny tych glin jest najczęściej taki sam, jak w niżej leżącej glinie typu Dreżewo (T2) lub Babinek (T2) – przeważają znacznie skandynawskie skały krystaliczne. Udokumentowane osady recesyjne mogą reprezentować utwory kemowe i/lub glacifluwalne ze strefy marginalnej lądolodu. Dobrym analogiem dla takiej sedimentacji są wypełnienia rynien z ostatniego zlodowacenia opisane przez Krzyszkowskiego i Gratzke (1994) z okolic Leszna.

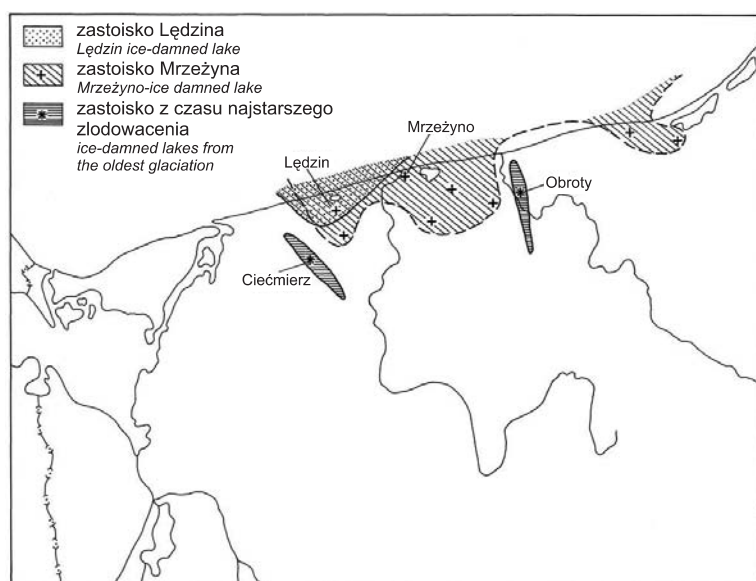


Fig. 10. Przepuszczalne występowanie osadów zastoiskowych z okresu najstarszego zlodowacenia (Ciećmierz, Obrotów), ze stadiału warty zlodowacenia środkowopolskiego (zastoisko Mrzeżyna) i z fazy poznańsko-pomorskiej ostatniego zlodowacenia (zastoisko Łędzina) na obszarze północno-zachodniego wybrzeża

Występowanie innych osadów zastoiskowych jest sporadyczne, a ich wiek jest niepewny

Supposed distribution of glaciolacustrine deposits of the oldest glaciation (Ciećmierz, Obrotów), late Saalian glaciation (Wartanian; Mrzeżyno ice-dammed lake) and late Weichselian glaciation (Poznań/Frankfurt–Pomerania Phase; Łędzin ice-dammed lake)

Other glaciolacustrine series occur sporadically and their ages are ambiguous

OSADY MORSKIE INTERGLACJAŁU EEMSKIEGO

Osady morskie zostały udokumentowane w dwóch stanowiskach, w otworze pomiędzy Rewalą a Śliwinem (tzw. piaski z Rewala; Krzyszkowski i in., 1999) i w profilu Ciećmierz (fig. 1). Nie wykluczone, że osady te mogą również występować w profilach Dereżewo i Pobierowo. W Rewalu/Śliwinie i Ciećmierzu osady morskie leżą w pewnej sytuacji geologicznej, bezpośrednio na glinie typu Pustkowo (T7) i przykryte są gliną typu Ninikowo/Mirowo (T8).

Piaski z Rewala występują na głębokości od 5,5–13,0 m oraz 6,3–9,0 m p.p.m. Są to piaski drobnoziarniste lub piaski mułkowate zawierające detrytus roślinny i fragmenty skorupki muszli, reprezentowane przez rodzaj *Cardium* sp. oraz pojedyncze skorupki morskich ślimaków, takich jak: *Astarte borealis* i *Thracia papyracea* (Krzymińska, 1996).

Seria morska w Ciećmierzu leży na głębokościach od 6,5–8,0 m p.p.m., na tej samej wysokości co piaski z Rewala, pomimo że oba stanowiska są oddalone od siebie o ponad 10 km (fig. 1). Osady morskie w Ciećmierzu występują w postaci ilów i mułków ilastych z fauną. W całym profilu stwierdzono skorupki (jedna cała i wiele pokruszonych fragmentów) małży morskich *Macoma baltica* i *Mytilus edulis* oraz jeden egzemplarz słodkowodnego ślimaka *Gyraulus rosmaessleri*, który występował tylko w stropowej warstwie. Wyróżnione małże morskie reprezentują gatunki euryhalinowe, które obecnie występują w Morzu Bałtyckim i Północnym, a także znajdowane też w morskich utworach holocenu i interglacjału eemskiego w rejonie doliny dolnej Wisły (Krzymińska, 1992). Z serii morskiej w Ciećmierzu poddano badaniom 2 próbki w celu określenia udziału pyłku i zarodników w analizowanych próbkach. Stwierdzono niską frekwencję spormorf, które były mocno zniszczone, trudne do oznaczenia. Odnotowano głównie ziarna pyłku sosny (*Pinus*), brzozy (*Betula*) i olszy (*Alnus*) oraz pojedyncze ziarna dębu (*Quercus*) i wiązu (*Ulmus*). Z roślinnozielenych wystąpiły rodzaj *Artemisia*, oraz przedstawiciele rodzin Ericaceae, Poaceae i Cyperaceae. Ponadto oznaczono *Pinus haploxyton*, *Sciadopitis*, *Laesopollus*, *Nyssa*, *Symplocos*, *Carya* i inne pyłki rodzajów neogeńskich. Wśród roślin niższych występowały tu cysty glonu *Pediastrum boryaun*, rozwijającego się w płytkich zbiornikach wodnych. Skład

roślinności w badanych osadach, a także przedstawiciela bruzdnic morskich należących do Dinaflogellata ma charakter borealny, z dużą domieszką materiału redeponowanego ze starszych osadów, w tym prawdopodobnie również *Hystrix* (Lachowicz, 1993).

Podobne osady (ił i mułek ilasty) i w podobnej sytuacji geologicznej (na glinie typu Pustkowo i przykryte gliną typu Minikowo T8) występują w Dreżewie na głębokości 14,5–19,6 p.p.m. Jest to znacznie niżej niż poziomy morskie w Rewalu/Śliwinie i Ciećmierzu, lecz jeśli założymy, że piaski leżące bezpośrednio powyżej (8,6–14,5 m p.p.m.) także reprezentują osad morski (piaski z Rewala) to korelacja jest możliwa. Na podobnej zasadzie można założyć istnienie poziomu piasków morskich w Pobierowie, na głębokości 7–14 m p.p.m. W tych dwóch profilach nie była jak dotychczas opisywana fauna morska.

Opisana seria morska reprezentuje najprawdopodobniej fację przybrzeżną, deponowanej w dnie płytkiej laguny (osady ilasto-mułkowe) lub w postaci piasków plażowych (piaski z Rewala i ewentualnie piaski z Dreżewa i Pobierowa). Cechy mineralogiczne tych osadów nie różnią się jednak jakościowo od utworów lodowcowych. Dominują tu amfibole, epidot i granaty, choć zaznacza się tu też wzrost ilości minerałów zniszczonych mechanicznie (nieoznaczalnych). Osady morskie, zarówno piaski, jak i iły zawierają węglan wapnia, od 2–6% (piaski) do 8–18% (iły).

Międzymorenowa pozycja osadów morskich oraz występowanie ich stropu zaledwie kilka metrów poniżej współczesnego poziomu morza sugerują, że opisany poziom morski reprezentuje transgresję morza eemskiego. Osady morskie tego samego wieku były opisywane w strefie północno-zachodniego wybrzeża Polski z wyspy Wolin, gdzie występują na wtórnym złożu w łuskach glacictonicznych (Borówka i in., 1999). Wydaje się więc, że eemski brzeg morski był położony tylko nieznacznie na północ od współczesnego brzegu, gdzie osady z serii Rewala reprezentują zatokę morską wcięta w głąb lądu na około kilkanaście kilometrów (fig. 1). Pokrywanie się zasięgu osadów morskich i rynny Dreżewa–Pobierowa sugeruje, że transgresja morska mogła wykorzystać obniżenie po rynnę glacialnej.

PALEOGEOGRAFIA I KORELACJA REGIONALNA GLIN LODOWCOWYCH I ICH PRZYPUSZCZALNY WIEK

Generalnie należy stwierdzić, że korelacja poziomów glacialnych nie jest na obszarze północno-zachodniego wybrzeża tak jednoznaczna, jak w regionie szczecińskim. Starsze gliny lodowcowe, z wyjątkiem poziomu T4, nie tworzą regionalnie rozprzestrzenionych horyzontów i występują w izolowanych pozycjach – w rynnach glacialnych lub na wysoczyznach (ostańce erozyjne), oddzielone dużymi obszarami bez glin danego typu (fig. 11, 12). Gлина typu

Pobierowo (T4), która ze względu na swoje charakterystyczne cechy może być uznana za poziom przewodni, występuje jednak najczęściej bezpośrednio na podłożu przedczwartorzędowym (fig. 11, 12A), co mocno ogranicza jej rolę jako horyzontu odniesienia. Dodatkowym faktem utrudniającym interpretację jest powszechne występowanie różnowiekowych generacji rynn glacialnych. Kolejne fazy erozyjne w różnych rynnach miały różny wiek

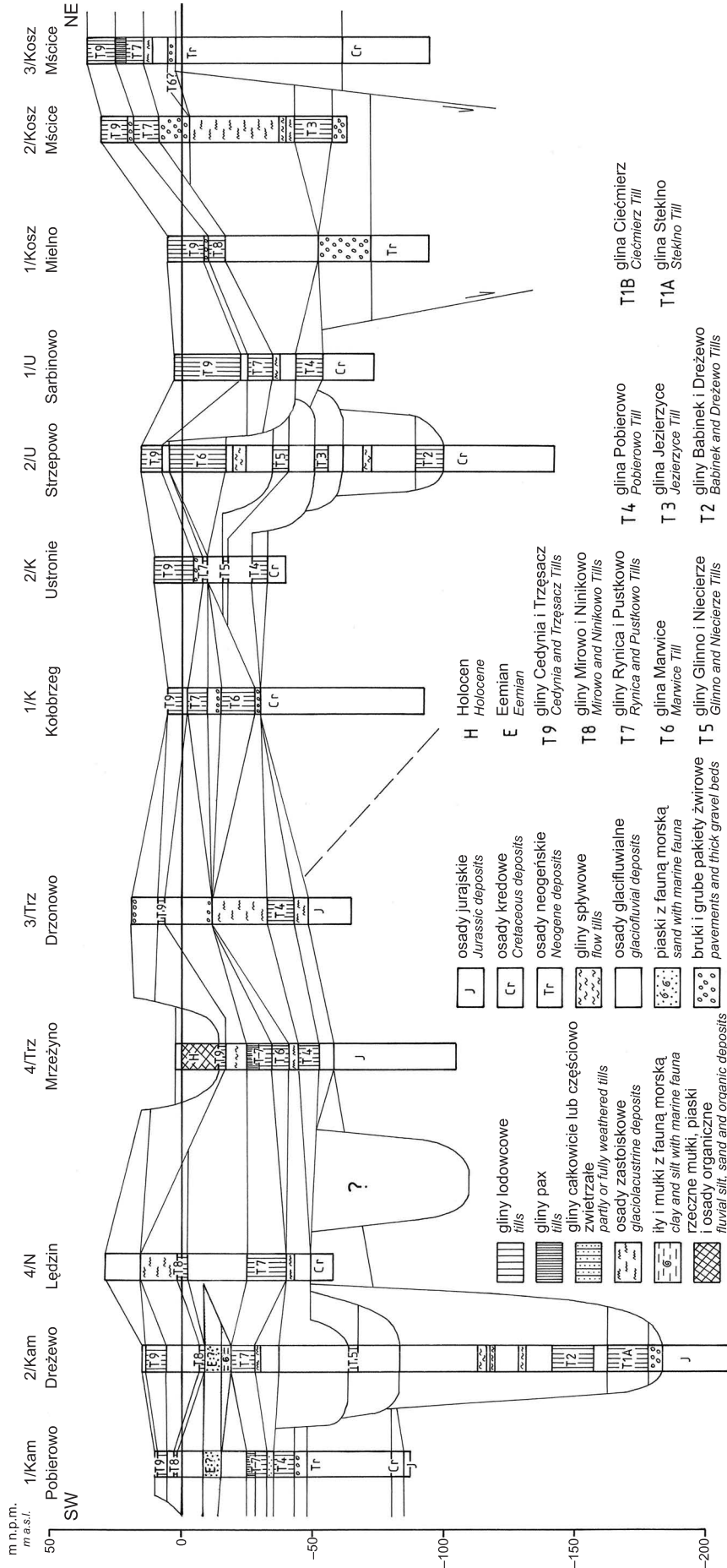


Fig. 11. Korelacja litostratygiczna osadów glacialnych w regionie północno-zachodniego wybrzeża – przekrój SW-NE w odległości 5–10 km od brzegu morskiego

Lokalizacja przekroju na fig. 1

Lithostratigraphic correlation of glacial sediments in the northwestern coastal area – a cross-section SW-NE, 5–10 km away from the present-day coast

For cross-section location see Fig. 1

i różną głębokość. Niektóre strefy były odnawiane jako rynny glacialne praktycznie w czasie każdego zlodowacenia, inne były odnawiane okazjonalnie, a część rynien, szczególnie tych z najmłodszych faz, była tworzona całkowicie poza „starymi” rynnami, na obszarze paleowysoczyzn (fig. 11–13).

Ponadregionalnym poziomem korelacyjnym są gliny poziomu T2 – Babinek i Dreżewo. Jest to jedyny poziom lodowcowy, gdzie skały krystaliczne znacznie przeważają nad wapieniami paleozoicznymi ($K/W > 1,7$). Poziom gliny o takich cechach występuje powszechnie w całej zachodniej Polsce (Czerwonka, Krzyszkowski, 1992, 1994; Czerwonka i in., 1997; Urbański, 2007; Krzyszkowski, Czerwonka, 2007a; Krzyszkowski i in., 1999). Wiek tego poziomu glacialnego został określony na starszy stadiał zlodowacenia południowopolskiego (fig. 14). Gliny typu Dreżewo występują w głębokiej rynnice lodowcowej Pobierowa–Dreżewo oraz w północnej strefie rowu Obrotów–Lepino. Gliny typu Babinek występują zarówno w dnach różnych rynien, jak i w strefach „paleowysoczyzn” pomiędzy rynnami. W tym ostatnim przypadku poziom T2 występuje w izolowanych płatach (fig. 13) podczas gdy w rynnach tworzy on ciągle horyzonty (fig. 12C). Występowanie obu typów glin, Babinek i Dreżewo, w różnych częściach tej samej rynny na tym samym poziomie (fig. 12C) świadczy o tym, że reprezentują

one rzeczywiście jeden poziom stratygraficzny, a zwiększony udział piaskowców północnych nie ma znaczenia jako wskaźnik różnego wieku osadów. Prawdopodobnie skład petrograficzny glin zmienia się stopniowo, od północno-zachodu na południowy wschód, poprzez redukcję zawartości piaskowców północnych.

Najstarsza glina – typu Steklna (T1A) występuje w dobrze udokumentowanej pozycji pod glinami typu Dreżewo/Babinek (fig. 15) w kilku profilach (fig. 11–12), a w profilu Cieścierz (fig. 2A) występuje w sukcesji glin: Steklna–Cieścierz–Dreżewo. Gliny typu Cieścierz, tj. gliny o przewadze wapieni paleozoicznych, nie obserwowano jeszcze dotychczas w Polsce zachodniej w takiej niskiej pozycji stratygraficznej, aczkolwiek Krzyszkowski i inni (1999) nie wykluczają jej występowania na całym obszarze Polski północno-zachodniej. Profil w Cieścierzu jest więc pierwszym, i jak dotychczas jedynym profilem z tym typem gliny. Wydaje się, że wstępnie można skorelować gliny typu Steklna (T1A) i Cieścierz (T1B) z glinami z najstarszego zlodowacenia w Polsce północno-wschodniej (Narewian) (Ber i in., 1998; Ber, 2000) (fig. 14). Na tamtym obszarze dolna warstwa najstarszych glin zawiera więcej skał krystalicznych od wapieni paleozoicznych ($K/W 1,2–1,3$), a górna więcej wapieni paleozoicznych ($K/W 0,65–0,85$), przy zmianie składu petrograficznego w

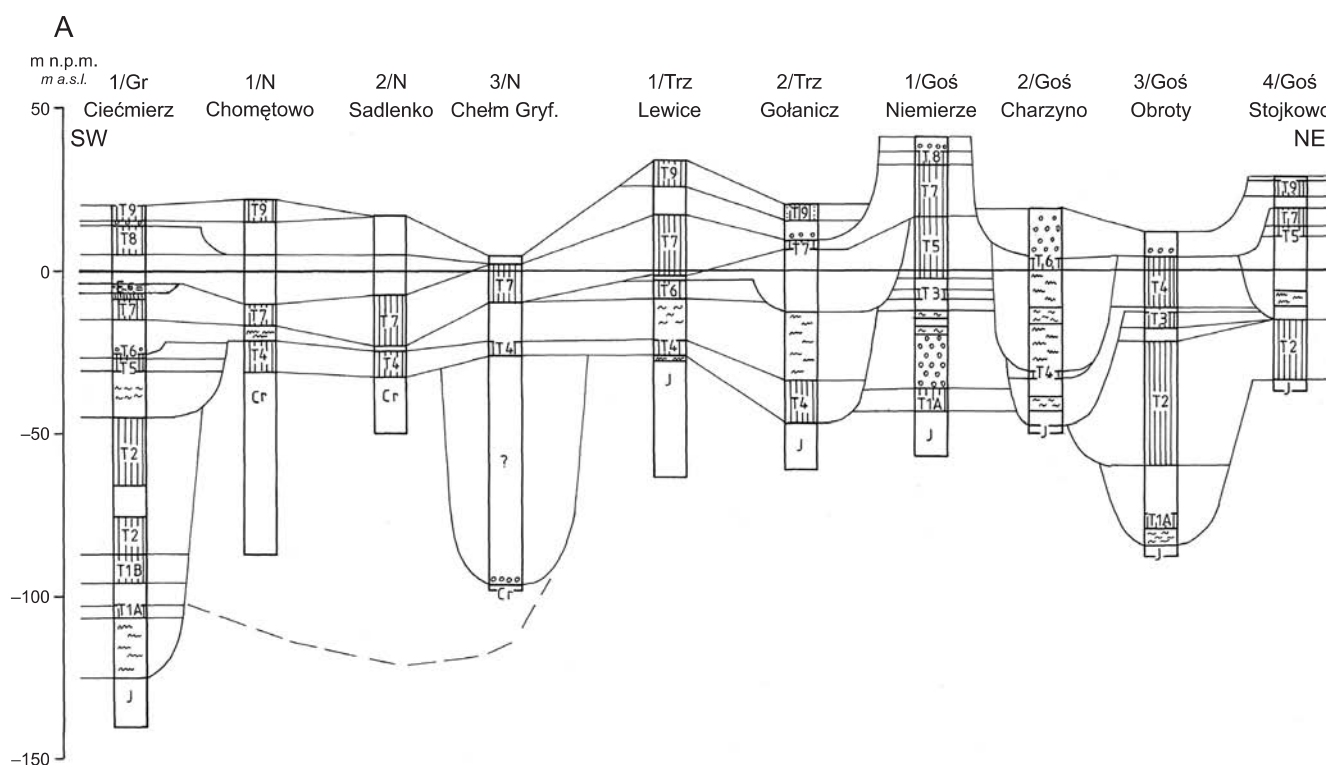


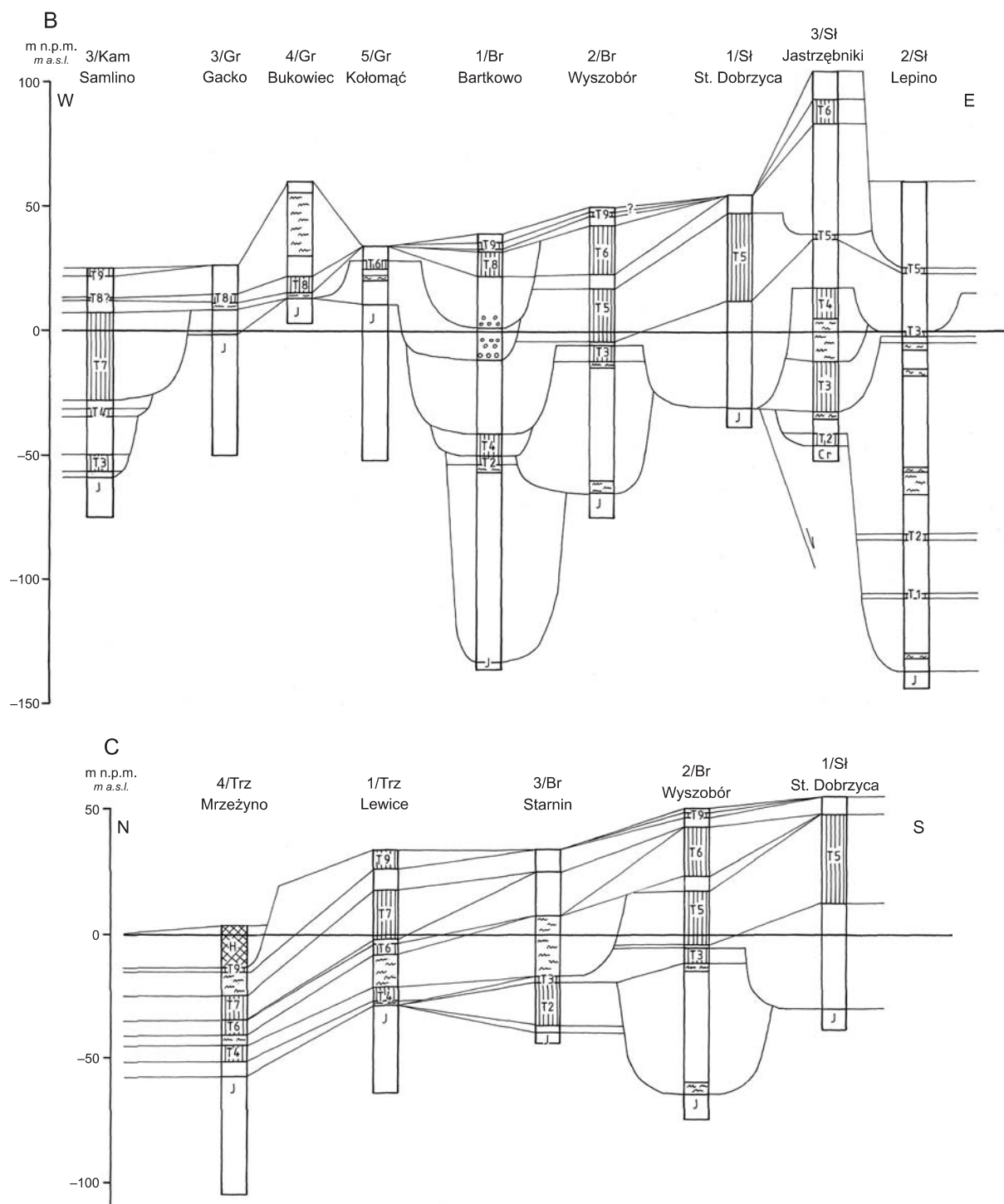
Fig. 12. Korelacja litostratygraficzna osadów glacialnych w regionie północno-zachodniego wybrzeża (ciąg dalszy na str. 80)

A – przekrój SW–NE w odległości 10–20 km od brzegu morskiego; B – przekrój W–E w odległości 25–35 km od brzegu morskiego; C – przekroje N–S wzdłuż stref rynnowych Strzepowo i Obrotów–Lepino (górna część) oraz Pobierowa–Dreżewo (dolna część); lokalizacja na fig. 1; objaśnienia na fig. 11

Lithostratigraphic correlation of glacial sediments in the northwestern coastal area (continued on page 80)

A – SW–NE cross-section, 10–20 km from the present-day coast; B – W–E cross-section, 25–35 km from the present-day coast; C – N–S cross-sections along the Strzepowo and Obrotów–Lepino tunnel valleys (upper) and Pobierowa–Dreżewo tunnel valley (lower); for location see Fig. 1; for explanations see Fig. 11

Fig. 12 cd.



jednolitym teksturalnie poziomie gliny (Czerwonka, Krzyszkowski, 1995, Krzyszkowski, Czerwonka, 2007b). W Ciećmierzu występuje taka sama zmiana składu petrograficznego, przy czym fakt rozdzielenia obu glin przez kilkumetrową warstwę osadów proglacialnych, świadczy jednoznacznie, że obie gliny reprezentują odrębne nasunięcia (stadiaty) najstarszego lądolodu.

Gliny typu Pobierowo (T4) są innym, regionalnym poziomem korelacyjnym na północno-zachodnim wybrzeżu.

Występują one w stałym przedziale wysokości od 50 do 30 m p.p.m. w całej strefie przybrzeżnej oraz na zachodzie i na wysokości od 10 p.p.m. do 10 n.p.m. w strefie południowo-wschodniej badanego obszaru. Gliny te zalegają zazwyczaj na „paleowysoczyznach” pomiędzy rynnami glacialnymi, bezpośrednio na podłożu jurajskim, kredowym lub neogeńskim (fig. 11, 12A). W tych przypadkach, gdy występują w rynnach glacialnych (Bartkowo, Samlino, Niedźwiedziska), zalegają na podobnych wysokościach, jak w strefach

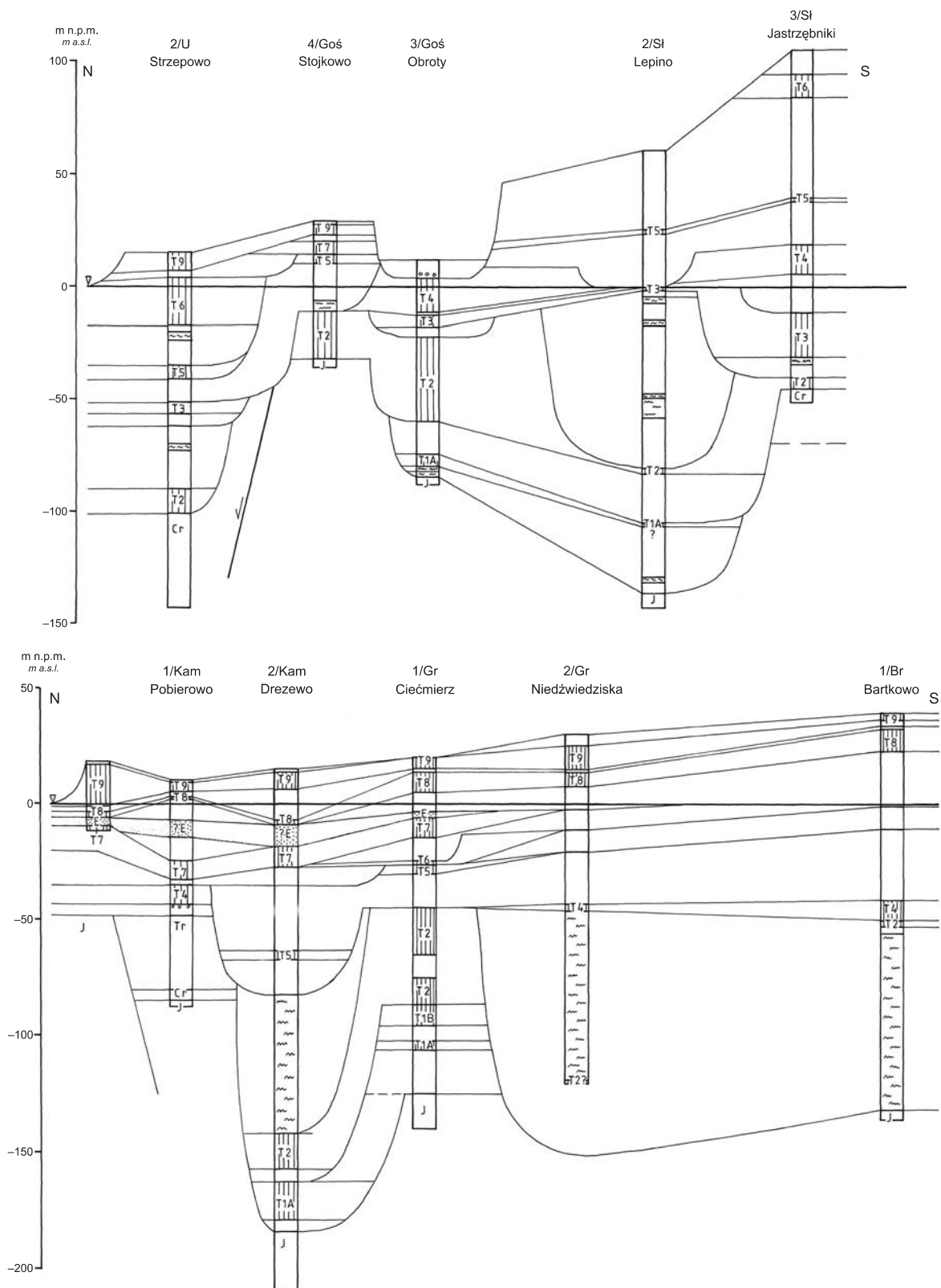


Fig. 13. Korelacja litostratygiczna osadów glacialnych w rejonie północno-zachodniego wybrzeża – przekroje N-S wzdłuż strefy „paleowysoczyzny” w płytko występującymi skalami podczwartorzędowego

Lokalizacja na fig. 1; objaśnienia na fig. 11

Lithostratigraphic correlation of glacial sediments in the northwestern coastal area – a N-S transect along the “paleoupland” of shallow-seated pre-Quaternary bedrock

For location see Fig. 1; for explanations see Fig. 11

CHRONOSTRATYGRAFIA CHRONOSTRATIGRAPHY		LITOSTRATYGRAFIA/LITHOSTRATIGRAPHY				PETROGRAFIA GLIN TILL PETROGRAPHY	
		region szczeciński <i>Szczecin region</i> W E		północno-zachodnie wybrzeże <i>northwestern coastal zone</i> NW SE		NW	SE
ZŁODOWACENIA PÓŁNOCNOPOLSKIE WEICHSELIAN	faza pomorska <i>Pomerania Phase</i>	T9B	Mętno				
	faza poznańsko-pomorska <i>Poznań/Frankfurt-Pomerania Phase</i>	T8A	Trzęsacz, Cedynia	T9	Trzęsacz, Cedynia		
	faza leszczyńska <i>Leszno/Brandenburg Phase</i>	T7	Mirowo	T8	Ninikowo, Mirowo > 20% łupków > 20% shales 5-10% łupków 5-10% shales		
INTERGLACJAŁ EEMSKI EEMIAN				formacja z Rewala (osady morskie) <i>Rewal Formation (marine deposits)</i>			
ZŁODOWACENIA ŚRODKOWOPOLSKIE SAALIAN	stadiał warty 2 <i>Wartanian 2 Stadial (Saale III)</i>	T6	Rynica	T7	Pustkowo, Rynica		
	stadiał warty 1 <i>Wartanian 1 Stadial (Saale II)</i>	T5	Marwice	T6	Marwice		
	stadiał odry <i>Odranian Stadial (Saale I)</i>	T4	Glinno	T5	Niemierze, Glinno		
ZŁODOWACENIA POŁUDNIOWOPOLSKIE ELSTERIAN	młodszy stadiał <i>late stadial</i>			T4	Pobierowo		
	środkowy stadiał <i>middle stadial</i>	T3	Jezierzyce	T3	Jezierzyce		
	starszy stadiał <i>early stadial</i>	T2	Babinek	T2	grube serie z deglacjiacji <i>thick series from deglaciation</i> Dreżewo, Babinek		
ZŁODOWACENIA NAJSTARSZE NAREVIAN	młodszy stadiał <i>late stadial</i>			T1B	Ciećmierz		
	starszy stadiał <i>early stadial</i>	T1	Steklino	T1A	Steklino		

Fig. 14. Litostatygrafia, sukcesja cech składu petrograficznego glin oraz proponowany wiek glin lodowcowych w regionie północno-zachodniego wybrzeża (dla porównania podano także sukcesję glin z regionu szczecińskiego)

Lithostratigraphy, succession of till-petrographic characteristics and proposed ages of tills in the northwestern coastal region (the till succession from the Szczecin region is presented for comparison)

poza rynnami (fig. 12C). Można więc przypuszczać, że osady glacialne poziomu T4 wypełniają ostatecznie stare rynny glacialne, maskując występowanie tych ostatnich w rzeźbie terenu oraz, że strop tego poziomu glacialnego może wyznaczać kopalną powierzchnię terenu (paleopowierzchnię). Występowanie gliny typu Pobierowo (T4) w profilu Jastrzębniki w sukcesji glin: Babinek (T2)–Jezierzyce (T3)–Pobierowo (T4)–Glinno (T5), pozwala na interpretację jej wieku na młodszy stadiał zlodowaceń południowopolskich (fig. 12C), a tym samym określenie jej wieku na stadiał odry zlodowaceń środkowopolskich (Krzyszkowski i in., 1999) traci ważność.

Gлина typu Glinno (T4) została opisana w regionie szczecińskim jako ważny poziom przewodni, zarówno ze względu na charakterystyczny skład petrograficzny (K/W 1,3–1,6), pozycję w środkowej części sukcesji osadów glacialnych oraz jej dobrą korelację z glinami o podobnych cechach w całej Polsce zachodniej (Mojski, 1984; Czerwotka, Krzyszkowski, 1992, 1994; Czerwotka i in., 1997; Krzyszkowski i in., 2007; Urbański, 2007). Wiek tej gliny określono na stadiał odry zlodowaceń środkowopolskich. Na obszarze północno-zachodniego wybrzeża gliny typu Glinno oraz ich wariant regionalny, gliny typu Niemierze, występują w niewielu, izolowanych stanowiskach i stąd ich wartość jako regionalnego reperu stratygraficznego jest mniejsza.

Najtrudniejsza jest kwalifikacja wiekowa dwóch typów glin o podobnym składzie petrograficznym: gliny typu Jezierzyce (T3) *versus* Marwice (T6). Za kryterium przyjęto tu pozycję względem glin typu Pobierowo (T4) i Niemierze/Glinno (T5): gliny o wyrównanych proporcjach między skałami krystalicznymi a wapieniami paleozoicznymi leżące pod jednym z tych poziomów zinterpretowano jako gliny typu Jezierzyce, a gliny o takich cechach leżące ponad poziomami T4 lub T5 jako gliny typu Marwice, z najlepszym przykładem w profilu Wysobór. W kilku profilach, jak Kołobrzeg (fig. 4B) czy Kołomać, gliny o wyrównanej ilości skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych występują tylko pod najmłodszymi glinami (T7) lub bez żadnych innych glin w profilu. W tym wypadku ich zaliczenie do glin typu Jezierzyce (T3) lub do typu Marwice (T6), jest na podstawie kryterium petrograficznego zawodne. Korelację ustalono na podstawie pozycji hipsometrycznej w stosunku do glin w sąsiednich otworach (fig. 11).

Wiek gliny typu Rynica (T7) określono w regionie szczecińskim na stadiał warty 2 zlodowaceń środkowopolskich. Na badanym obszarze, zarówno glina typu Rynica jak i glina typu Pustkowo, leżą napewno powyżej glin Niemierze/Glinno (T5) (Stojkowo, Niemierze, Ciećmierz), a kilku innych ponad gliną typu Marwice (Ciećmierz, Lewice, Mrzeżyno) (fig. 11, 12A), a więc w sytuacji identycznej jak w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). Występowanie eemskich osadów morskich oraz jeziornych (Wysoczyzny Łobeskiej) (Krzyszkowski i in., 1999; Winter i in., 2005, 2007) bezpośrednio powyżej gliny typu Pustkowo (T7) dodatkowo wzmacnia przedstawioną interpretację wiekową (fig. 14)

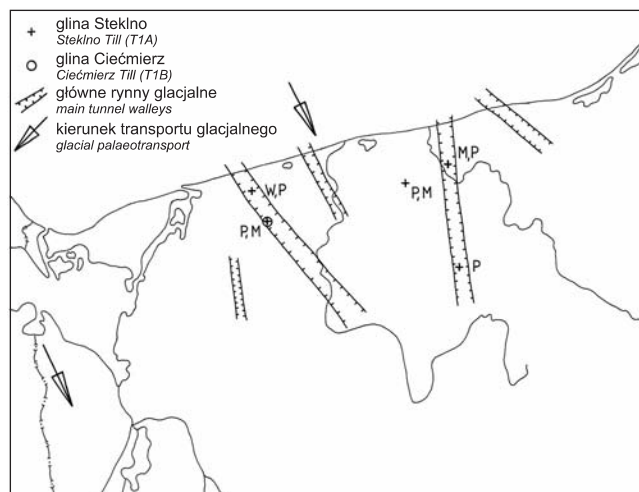


Fig. 15. Gliny najstarszego zlodowacenia w regionie północno-zachodniego wybrzeża (gliny poziomów T1A i T1B), występowanie głównych skał lokalnych oraz przypuszczalny kierunek transportu glacialnego

Symbole skał lokalnych są objaśnione w tab. 1

Tills of the “oldest glaciation” in the northwestern coastal region (T1A and T1B tills), distribution of main local rocks and supposed glacial palaeotransport

For explanation of local rocks symbols see Tab. 1

Dwa najmłodsze poziomy glin Minikowo (T8) i Trzęsacz (T9), w strefie północno-zachodniej badanego obszaru, leżą ponad eemskimi osadami morskimi, a ponadto mogą zawierać redeponowane (w łuskach glacitektonicznych) osady organiczne ze środkowego Vistulianu (Krzyszkowski i in., 1999). W związku z tym ich wiek jest określono na pewno na późny Vistulian i reprezentują one najprawdopodobniej fazy leszczyńską (Ninikowo) i poznańsko-pomorską (Trzęsacz) stadiału głównego zlodowacenia wisły. Taki wiek sugerowano też dla, odpowiednio, glin typu Mirowo i typu Cedynia, w regionie szczecińskim, które występują także w południowej i wschodniej części badanego obszaru (fig. 14). W zasadzie nie ma też żadnych problemów z korelacją glin obu najmłodszych poziomów, z jednej strony występowanie dużej ilości łupków paleozoicznych (poziom T8), a z drugiej pozycja przy powierzchni terenu (poziom T7) są wystarczającym kryterium korelacyjnym (fig. 11, 12A). Ponadto, w wielu profilach oba te poziomy glin występują w superpozycji i obie ponad glinami poziomu T7 (fig. 11, 12).

Na podstawie uzyskanych materiałów można przedstawić dwa elementy paleogeografii plejstocenu dla regionu północno-zachodniego wybrzeża, tj. przypuszczalne kierunki transportu lodowcowego dla poszczególnych awansów lądolodu skandynawskiego oraz wiek i ewolucję rynien glacialnych.

Kierunki transportu lodowcowego ustalono na podstawie składu petrograficznego dwóch grup skalnych: skał północnych i lokalnych. Skład skał północnych określa generalnie pozycję centrum glacjacji oraz początkowy

kierunek awansu lądolodu w stosunku do niecki Bałtyku. Spektrum skał lokalnych wyznacza bardziej lokalne kierunki transportu, związane z wychodniami skał podłoża mezozoicznego (wapienie i margle, piaskowce, krzemienie) i neogeńskiego (mułowce, konkretne fosforytowe i pirytowe, kwarc mleczny). Wychodnie tych skał znajdują się dokładnie na badanym obszarze (antyklinorium pomorskie), ale mogą one też pochodzić z niecki południowego Bałtyku.

Dla wszystkich zlodowaceń stwierdzono występowanie charakterystycznej sukcesji cech składu petrograficznego glin, gdzie dla kolejnych, młodszych poziomów obserwuje się wzrost ilości wapieni paleozoicznych: Steklna (T1A)–Ciećmierz (T1B) (K/W 14–1,65 0,86), Babinek/Dreżewo (T2)–Jezierzyce (T3)–Pobierowo (T4) (K/W 1,7–2,2 0,9–1,2 0,6–0,9), Glinno/Niemierze (T5)–Marwice (T6)–Rynica/Pustkowo (T7) (K/W 1,3–1,65 0,9–1,15 0,5–0,85) oraz Ninikowo/Mirowo (T8)–Trzęsacz/Cedynia (T9) (K/W 0,84–1,12 0,5–0,9) (fig. 14). Takie sukcesje glin o powtarzających się zmianach składu petrograficznego świadczą o podobnej ewolucji lądolodów w czasie kolejnych zlodowaceń, gdzie wczesne awanse następowały z północy lub północnego-zachodu (centrum glacjacji w zachodniej Skandynawii), środkowe awanse następowały z północy lub północnego wschodu (centrum glacjacji w północnej Szwecji), a późne awanse następowały z północnego-wschodu i wschodu (centrum glacjacji w północnej Finlandii). Podobny model zlodowaceń uzyskano na podstawie badań petrograficznych w Niemczech północnych (Ehlers i in., 1984; Ehlers, 1992). Dla glin typu Pustkowo i Rynica (T7), udokumentowany wzrost ilości wapieni paleozoicznych i dolomitu w stropowej warstwie poziomu, może być wręcz interpretowany jako dowód na występowanie tzw. facji wchodniobałtyckiej glin, mimo że nie zaobserwowano czerwonej barwy glin (fig. 9) (Ehlers, 1992).

Dla najstarszego awansu lądolodu na północno-zachodnim wybrzeżu (T1A) generalny kierunek transportu mógł być z północy lub północnego zachodu, co koresponduje z orientacją rynien glacialnych powstałych w czasie tego zlodowacenia (fig. 15). Mała ilość stanowisk nie pozwala na zadowalające określenie kierunków transportu lokalnego, określonego na podstawie skał lokalnych. Wydaje się, że można tu założyć podobny kierunek jak dla regionu szczecińskiego, tj. z północnego zachodu.

Dla lądolodów zlodowaceń południowopolskich kierunki transportu regionalnego i lokalnego są ze sobą zgodne dla wszystkich kolejnych awansów lądolodu (fig. 16). Dla najstarszego awansu tego zlodowacenia (T2) kierunek transportu glacialnego był z północnego-zachodu, co jest dobrze udokumentowane zasięgiem zwiększonej ilości piaskowców północnych (gлина typu Dreżewo) (T2) w rejonie północno-zachodnim badanego obszaru jak i układem pasów z podwyższoną i obniżoną zawartością piaskowców mezozoicznych (fig. 16A). Pasy te dość dobrze nawiązują do podobnej zmienności występowania skał lokalnych w regionie szczecińskim, lecz całe wybrzeże znajduje się poza zasięgiem występowania krzemieni. Dla środkowego

awansu zlodowaceń południowopolskich (T3) kierunek transportu glacialnego był najprawdopodobniej z północnego-wschodu, na co wskazuje także rozmieszczenie skał lokalnych i ich dobra korelacja z regionem szczecińskim (fig. 16B). Z kolei dla najmłodszego awansu lądolodu tego zlodowacenia (T4) kierunek transportu był ze wschodu, wzdłuż niecki południowego Bałtyku, co jest zaznaczone występowaniem większej ilości wapieni mezozoicznych w glinach typu Pobierowo (T4) wzdłuż współczesnej linii brzegowej i przewagą piaskowców w glinach tego poziomu bardziej na południu (fig. 16C).

Dla najstarszego awansu zlodowaceń środkowopolskich (stadiał odry) północno-zachodni kierunek transportu glacialnego został określony na podstawie trzech elementów: zasięgu glin o podwyższonej ilości piaskowców północnych (gлина typu Niemierze T5), występowania skał lokalnych oraz orientacji nowych rynien glacialnych, rozcinających powierzchnię gliny T4 (fig. 17A). Dla kolejnego awansu (wczesny stadiał warty), rozmieszczenie skał lokalnych sugeruje transport z północnego wschodu, podobnie jak dla regionu szczecińskiego. W czasie najmłodszego awansu (młodszy stadiał warty) lądolód w strefie północno-zachodniego wybrzeża dzielił się na dwa wyraźne loby. Północny, w którym była deponowana bogata w dolomit gлина typu Pustkowo (T7) awansował wzdłuż południowego Bałtyku, z ENE na WSW. Lob południowy, z gliną typu Rynica (T7–ubogą w dolomit), początkowo równoległy do lobu północnego (kierunek ENE–WSW) wyraźnie skręcał w kierunku południowym, do lobu Odry i bardziej na południe (kierunek NE–SW) (fig. 17C). Rozmieszczenie skał lokalnych sugeruje kierunek transportu z NE na SW dla obu lobów.

Dla najmłodszego awansu zlodowaceń północnopolskich kierunki transportu są dobrze określone przez gliny o różnym składzie petrograficznym w grupie skał północnych (opozycja cech: dużo łupków–mało łupków, dużo dolomitu–mało dolomitu). Wydzielone typy regionalne glin, odpowiednio Minikowo (T8) i Mirowo (T8) oraz Trzęsacz (T9) i Cedynia (T9), były najprawdopodobniej deponowane przez różne loby tego samego lądolodu. Dla fazy leszczyńskiej kierunek transportu mógł więc być z północnego wschodu, gdzie gliny z dużą zawartością łupków paleozoicznych były deponowane tylko w najbardziej północno-zachodnim krańcu Polski (fig. 18A), a potem w północno-wschodnich Niemczech (Cepek, 1969, 1972). Dla fazy poznańsko-pomorskiej, kierunek transportu był z NE na SW, jeśli przyjąć za kryterium zawartość dolomitu oraz zasięgi glin typu Trzęsacz i Cedynia (fig. 18B). Spektrum skał lokalnych w glinach poziomu T9 jest tak zróżnicowane (fig. 18B), że nie można stwierdzić żadnych prawidłowości w ich rozmieszczeniu.

Najstarsze i najgłębsze (100–150 m głębokie) rynny glacialne powstały w strefie północno-zachodniego wybrzeża w czasie najstarszego zlodowacenia. Gliny typu Steklna (T1A) i/lub Ciećmierz (T1B) zostały znalezione w dnach dwóch takich rynien: Pobierowo–Dreżewo oraz Obrotów–Lepino (fig. 15). Ponieważ pod gliną typu Steklna

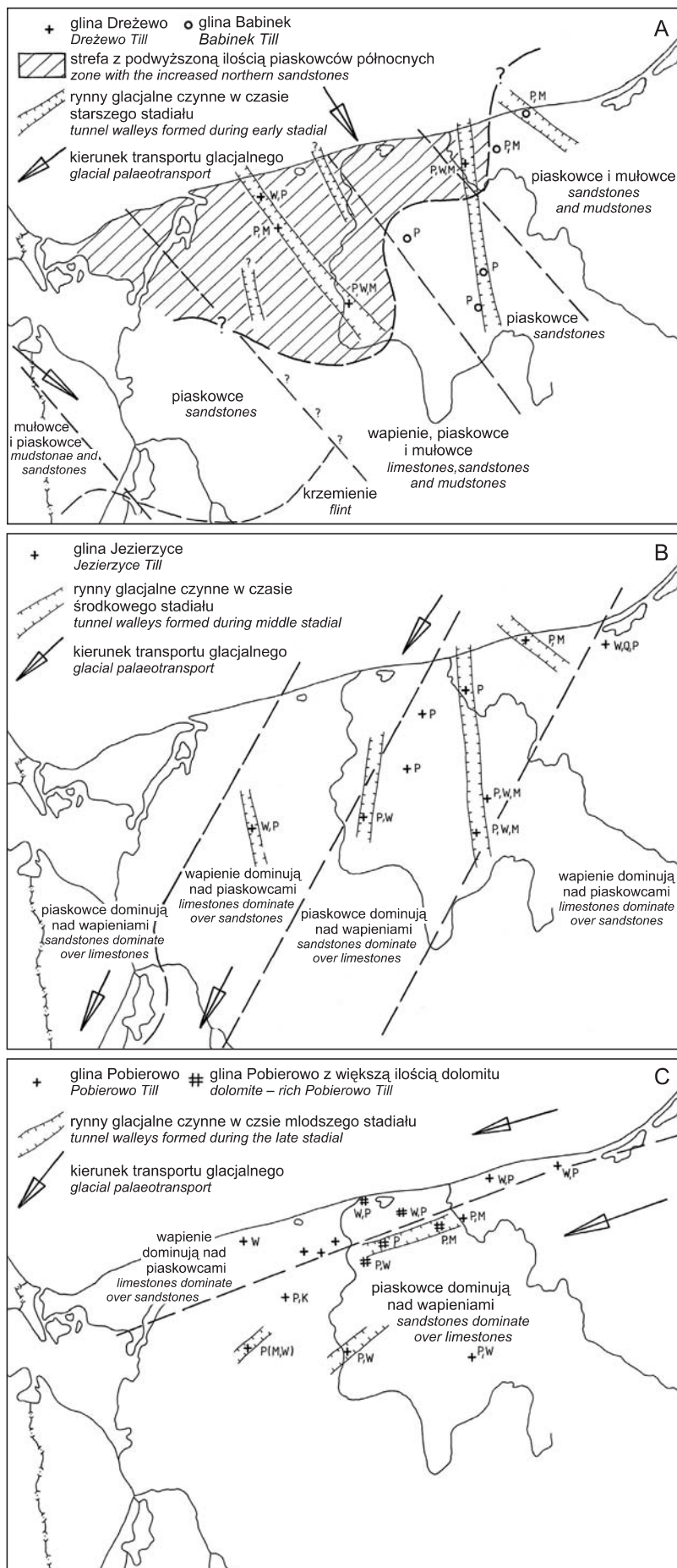
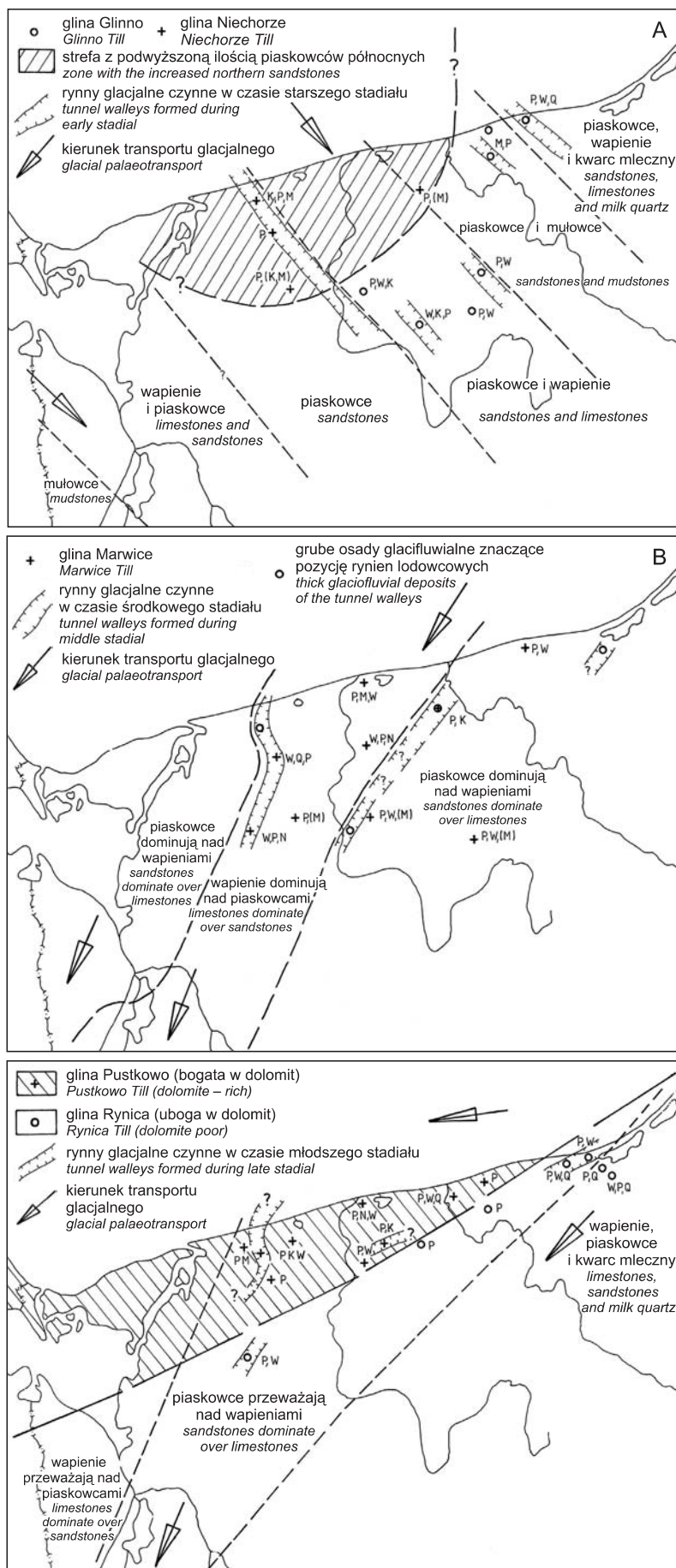


Fig. 16. Gliny zlodowceń południowopolskich w regionie północno-zachodniego wybrzeża (A – starszy stadiał – gliny T2, B – środkowy stadiał – glina T3, C – młodszy stadiał – glina T4), występowanie głównych skał lokalnych, rynien subglacialnych oraz przypuszczalne kierunki transportu glacialnego

Symbole skał lokalnych są objaśnione w tabeli 1

Tills of the Elsterian glaciation in the north-western coastal region (A – early stadial – T2 tills, B – middle stadial – T3 till, C – late stadial – T4 till), distribution of main local rocks, tunnel valleys and supposed glacial palaeotransport

For explanation of local rocks symbols see Tab. 1



←

Fig. 17. Gliny zlodowaceń środkowopolskich w regionie północno-zachodniego wybrzeża (A – stadiał Odry – gliny T5, B – stadiał warty 1 – glina T6, C – stadiał warty 2 – gliny T7), występowanie głównych skał lokalnych, rynien lodowcowych oraz przypuszczalne kierunki transportu glacialnego

Symbole skał lokalnych są objaśnione w tabeli 1

Tills of the Saalian glaciation in the north-western coastal region (A – early (T5 tills), B – middle (T6 till), C – late (T7 tills) stadials), distribution of main local rocks, tunnel valleys and supposed glacial palaeotransport

For explanation of local rocks symbols see Tab. 1

(T1A) występują dodatkowo bądź osady zastoiskowe (Ciećmierz, Obroty) bądź glacifluwalne (Lepino), to należy założyć co najmniej dwa wczesne awanse tego zlodowacenia. W czasie pierwszego następowało tylko subglacjalne rozcięcie podłoża, a depozycja glin odbywała się głównie na „paleowysoczyznach” pomiędzy rynnami (jak w profilu Niemierze), by w czasie kolejnego awansu doszło do depozycji glin lodowcowych w dnie rynny (Ciećmierz, Lepino).

W czasie wczesnego awansu zlodowaceń południowopolskich wszystkie stare rynny zostały odnowione, a w niektórych z nich erozja mogła sięgać nawet głębiej, usuwając starsze poziomy glin (fig. 16A). W czasie środkowego stadiumu tego zlodowacenia erozja glacialna była znacznie płytsza (20–60 m) niż w starszym stadiumie (100–150 m), tak że często zachowały się powyżej poziomu T2 osady z fazy deglacjacji (Dreżewo, Strzepowo). W czasie tego awansu powstawały nowe rynny, częściowo zlokalizowane wzdłuż starszych rynien, a częściowo w całkiem nowych pozycjach (fig. 16B). Rynny glacialne z czasu najmłodszego stadiumu zlodowacenia południowopolskiego są słabo udokumentowane (fig. 16C) i zazwyczaj bardzo płytkie, nie przekraczając 30–40 m. Osady glacialne z tego awansu powszechnie wypełniają zagłębienia erozyjne, a ich strop tworzy najczęściej płaską powierzchnię (paleopowierzchnię) występującą na mniej więcej jednakowej wysokości na całym badanym obszarze.

Orientacja rynien powstałych w czasie stadiumu odry naśladuje orientację starszych rynien. Niektóre stare rynny, jak rynna Pobierowo–Dreżewo i rynna Strzepowo, zostały odnowione, z erozją sięgającą 20–60 m oraz powstały liczne nowe rynny w strefach dawnych „paleowysoczyzn” (fig. 17A). Głębokość tych całkiem nowych rozcięć sięga 25–40 m. W czasie środkowego awansu (warta 1) subglacjalne rozcięcia erozyjne są słabiej zaznaczone, sięgając maksymalnie 20–30 m, a najczęściej tylko kilkanaście metrów. Mała ilość stanowisk, gdzie udokumentowano rynny tego wieku, uniemożliwia pełną dyskusję nad ich orientacją i rozmieszczeniem (fig. 17B). W czasie najmłodszego stadiumu zlodowaceń środkowopolskich (warta 2) nie ma śladów głębszej erozji, a rynny glacialne są rzadkie (fig. 17C)

W badanych profilach nie udokumentowano wyraźnych rynien subglacjalnych z ostatniego zlodowacenia północnopolskiego. Mogą one występować w profilach w Obrotach i Charzynie (fig. 12A). Ponadto, obniżenie pozycji hipsometrycznej najmłodszych glin (T9) w Mrzeżynie i Sarbinowie o około 20–30 m w stosunku do pozycji glin tego wieku w sąsiednich profilach może świadczyć, że były one deponowane w dnach rynien glacialnych (fig. 11).

W podsumowaniu można stwierdzić, że erozja subglacialna była zawsze najsilniejsza w czasie wczesnych awansów lądolodów i była stopniowo płytsza w młodszych awansach, gdzie osady glacialne z najmłodszych

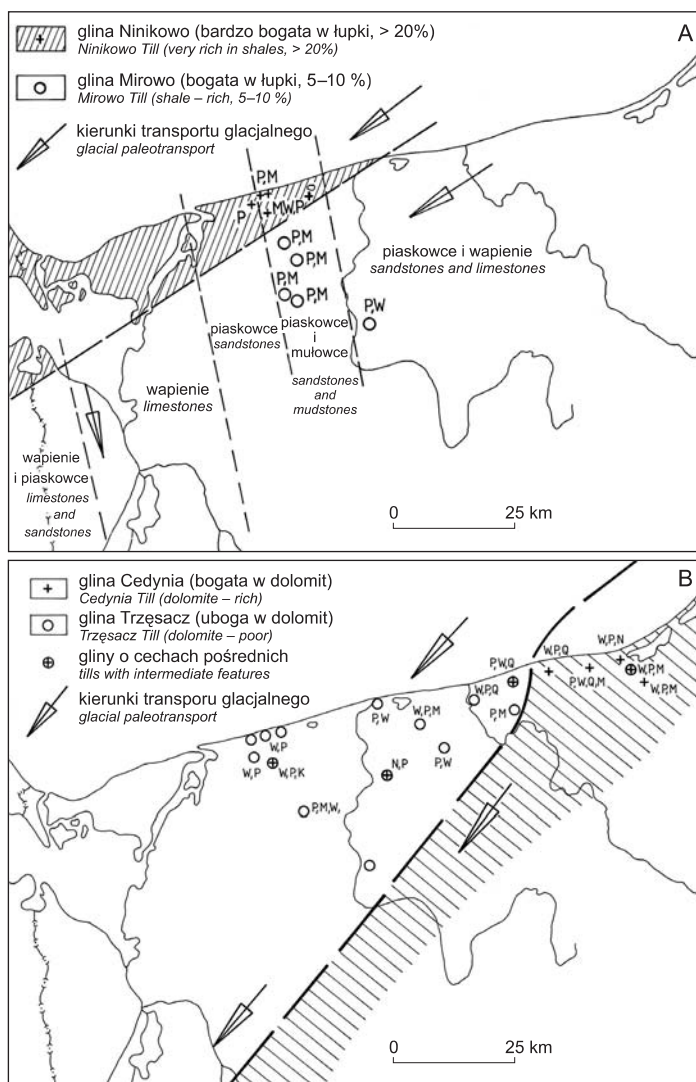


Fig. 18. Gliny zlodowaceń północnopolskich w regionie północno-zachodniego wybrzeża (A – z fazy leszczyńskiej – gliny T8, B – z fazy poznańsko-pomorskiej – gliny T9), występowanie głównych skał lokalnych oraz przypuszczalne kierunki transportu glacialnego

Symbole skał lokalnych są objaśnione w tabeli 1

Tills of the late Weichselian glaciation in the north-western coastal region (A – Leszno/Brandenburg Phase – T8 tills, B – Poznań/Frankfurt-Pomerania Phase – T9 tills), distribution of main local rocks and supposed glacial paleotransport

For explanations of symbols see Table 1

awansów mogły całkowicie lub w znacznej mierze zniwelować teren. Ponadto, wydaje się, że głębokość rozcięć subglacialnych na wybrzeżu północno-zachodnim maleje w czasie, i wynosi dla najstarszego zlodowacenia 100–150 m, dla poszczególnych stadiumów zlodowacenia południowopolskiego, odpowiednio 100–150 m, 20–60 m i do 40 m, dla stadiumu odry zlodowacenia środkowopolskiego 20–60 m, dla obu stadiumów warty zlodowacenia środkowopolskiego 15–30 m oraz dla ostatniego zlodowacenia maksymalnie do 20–30 m.

WNIOSKI

1. Na obszarze północno-zachodniego wybrzeża Polski udokumentowano 10 różnowiekowych poziomów glin lodowcowych: dwa z najstarszego zlodowacenia (poziomy T1A i T1B), trzy ze zlodowaceń południowopolskich (poziomy T2, T3, T4), trzy ze zlodowaceń środkowopolskich (poziomy T5, T6, T7) i dwa z ostatniego zlodowacenia (poziomy T8, T9).

2. Dla niektórych poziomów stratygraficznych zdefiniowano na podstawie ich składu petrograficznego różne typy regionalne glin lodowcowych, z których niektóre niewątpliwie wyznaczają zasięgi oddzielnych lobów lodowcowych. Takie loby udokumentowano dla najmłodszego stadiała zlodowacenia środkowopolskiego oraz dla faz leszczyńskiej i poznańsko-pomorskiej ostatniego zlodowacenia.

3. Część wydzielonych typów glin posiada takie same cechy składu petrograficznego jak gliny w regionie szczecińskim (Krzyszkowski i in., 2007). Dla innych typów glin opisano cechy specyficzne tylko dla regionu północno-zachodniego wybrzeża i te poziomy zdefiniowano formalnie, wskazując dla nich profile stratotypowe, cechy przewodnie i zasięg regionalny.

4. Oprócz glin lodowcowych udokumentowano powszechne występowanie osadów glacialnych o grubości od kilku do ponad 60 m oraz znacznie rzadsze występowanie osadów zastoiskowych. Osady zastoiskowe o większym rozprzestrzenieniu i miąższości do 30 m udokumentowano tylko dla stadiała warty i dla ostatniego zlodowacenia. W przypadku innych okresów glacialnych osady zastoiskowe są cienkie, a ich zasięg ograniczony. Ponadto, w rynnach glacialnych udokumentowano osady z fazy recesyjnej starszego stadiała zlodowacenia południowopolskiego. Osady te osiagają miąższość do 30 m.

5. Na badanym obszarze występują morskie utwory interglacjalne eemskiego. Są to osady ilasto-mułkowe i piaszczyste z fauną mięczaków morskich, reprezentujące facje przybrzeżne (lagunowe, plażowe) i występujące na głębokości 5,5–19,6 m pod poziomem współczesnego morza. Osady eemskie udokumentowano w dwóch profilach, a w dalszych

dwóch ich występowanie jest możliwe. Zasięg tych osadów wskazuje na istnienie zatoki morskiej wciętej na około 10 km w głąb lądu, być może w uformowanej dawnej rymnie glacialnej.

6. Profil stratygraficzny w rejonie północno-zachodniego wybrzeża jest pełniejszy niż w regionie szczecińskim. Wyraża się to większą ilością różnowiekowych poziomów glin, gdzie dodatkowo udokumentowano osady młodszego stadiała najstarszego zlodowacenia oraz osady najmłodszego stadiała zlodowacenia południowopolskiego, a także występowanie osadów interglacjalne eemskiego. Jednakże występowanie poszczególnych poziomów glin jest tutaj bardziej sporadyczne i z wyjątkiem poziomów T4, T7, T8 i T9, nie tworzą one ciągłych horyzontów. Wydaje się, że na obszarze północno-zachodniego wybrzeża zdecydowanie przeważała w ciągu całego plejstocenu erozja, co być może związane jest z położeniem większości obszaru w strefie wysoko podniesionego podłoża podkenozoicznego (antyklinorium pomorskie).

7. Na obszarze północno-zachodniego wybrzeża Polski występuje wyraźne różnicowanie się lądolodów na odrębne loby, co udokumentowano na podstawie regionalnych różnic składu petrograficznego w równoległych poziomach glin. Takie loby udokumentowano szczególnie dobrze dla najmłodszego stadiała zlodowacenia środkowopolskiego oraz dla faz leszczyńskiej i poznańsko-pomorskiej ostatniego zlodowacenia, a ich występowanie jest też możliwe dla najmłodszego stadiała zlodowacenia południowopolskiego. Występowanie wyraźnie zaznaczonych lobów lodowcowych na badanym obszarze, szczególnie dla awansów ze wschodu lub północnego-wschodu, jest związane z pozycją na obrzeżu niecki południowego Bałtyku, gdzie następuje rozdzielenie lobów na te, które kontynuują awans w kierunku zachodnim (do NW Niemiec i Danii) oraz te, które zmieniają kierunek awansu na południowy zachód i południe (lob Odry, do południowo-wschodniej Niemiec i zachodniej Polski).

Podziękowanie. Dziękuję serdecznie Jerzemu Czerwonce za pomoc w wykonaniu figur i tabel.

LITERATURA

- BER A., 2000 — Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **170**.
- BER A., JANCZYK-KOPIKOWA Z., KRZYSZKOWSKI D., 1998 — The new interglacial stage in Poland (Augustovian) and the problem of age of the oldest Pleistocene till. *Quatern. Sc. Rev.*, **17**: 761–773.
- BORÓWKA R.K., GOSLAR T., PAZDUR A., 1999 — Wolińska morena czołowa: wiek struktur glacictonicznych w świetle danych litostratygraficznych oraz datowań radiowęglowych. *W: Ewolucja geosystemów nadmorskich południowego Bałtyku* (red. R.K. Borówka i in.): 43–47. Bogucki, Wydawnictwo Naukowe, Poznań–Szczecin.
- CEPEK A.G., 1969 — Zur Bestimmung und stratigraphischen Bedeutung der Dolomitegeschiebe in den Grundmoränen im nordteil der DDR. *Geologie*, **18**: 657–673.
- CEPEK A.G., 1972 — Zum Stand der Stratigraphie der Weichsel Kaltzeit in der DDR. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Mathematische-naturwissenschaftliche Reihe*, **21**: 11–21.
- CZERWONKA J.A., KRZYSZKOWSKI D., 1992 — Pleistocene stratigraphy of the central part of Silesian Lowland, southwestern Poland. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, **40**: 203–233.
- CZERWONKA J.A., KRZYSZKOWSKI D., 1994 — Pleistocene stratigraphy and till petrography of the central Great Poland Lowland, western Poland. *Fol. Quatern.*, **65**: 7–71.

- CZERWONKA J.A., KRZYSZKOWSKI D., 1995 — Badania litostratygraficzne do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50,000, arkusze Augustów i Wieliczki. *Centr. Arch. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- CZERWONKA J.A., DOBOSZ T., KRZYSZKOWSKI D., 1997 — Till stratigraphy and petrography of northern part of Silesia, Southwestern Poland. *Geol. Quart.*, **41**: 209–242.
- DADLEZ R., 1987 — Tektonika. Kompleks cechsztyński-mezozoiczny. *W: Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża* (red. A. Raczyńskiej). *Pr. Inst. Geol.*, 119: 186–195.
- DADLEZ R., DEMBOWSKA J., 1965 — Budowa geologiczna parantyklinorium pomorskiego. *Pr. Inst. Geol.*, 40.
- DOBRACKA E., RUSZAŁA M., 1988 — Charakterystyka geologiczna i geomorfologiczna strefy przymorskiej na odcinku Międzyzdroje–Trzęsacz–Niechorze. *Pr. Nauk. Politech. Szczec.*, **378**: 17–52.
- DOBRACKI R., RACINOWSKI R., 1989 — Czwartorzędowe powierzchnie morfogenetyczne wysoczyzny rejonu Rewala. *Stud. Mat. Geol. i Geol. Morza*, **56**, 4: 151–161.
- EHLERS J., 1992 — Origin and distribution of red tills in North Germany. *Sveriges Geologiska Undersökning Ser. Ca*, **81**: 97–105.
- EHLERS J., MEYER K-D., STEPHAN H-J., 1984 — Pre-Weichselian glaciations of north-west Europe. *Quatern. Sc. Rev.*, **3**, 1–40.
- KARCZEWSKI A., 1961 — Morfologia i struktura moreny dennej w okolicach Rewala (Pomorze Zachodnie). *Bad. Fizjogr. Pol. Zach.*, **7**: 129–146.
- KARCZEWSKI A., 1963 — Morfologia, struktura i tekstura moreny dennej na obszarze Polski Zachodniej. *Pr. om. Geogr.-Geol. PTPN*, **4**.
- KARCZEWSKI A., 1968 — Wpływ recesji lobu Odry na powstanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej. *Pr. om. Geogr.-Geol. PTPN*, **8**, 3.
- KOPCZYŃSKA-LAMPARSKA K., 1974 — Geneza i stratygrafia glin zwałowych klifu okolic Rewala. *Zesz. UAM Geogr.*, **10**: 167–176.
- KOPCZYŃSKA-LAMPARSKA K., 1979 — Najstarsze zlodowacenie, geneza podłoża i wiek Wzgórz Warszawskich na tle budowy geologicznej Szczecina. *Biul. Geol. UW*, **23**.
- KOPCZYŃSKA-ŻANDARSKA K., 1970 — Stratygrafia starszego i środkowego plejstocenu północno-zachodniego Pomorza na tle rozwoju paleogeograficznego. *Stud. Geol. Pol.*, **33**: 5–108.
- KOSTRZEWSKI A., 1967 — Tekstura gliny zwałowej klifu w Rewalu. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach.*, **17**: 165–170.
- KOZARSKI S., 1965 — Zagadnienie drogi odpływu wód pradolinnych z zachodniej części Pradoliny Noteci–Warty. *Pr. om. Geogr.-Geol. PTPN*, **5**, 1: 3–97.
- KRYGOWSKI B., 1956 — Z badań granulometrycznych nad utworami plejstoceńskimi w Polsce Zachodniej. *Biul. Inst. Geol.*, **100**: 503–608.
- KRYGOWSKI B., 1959 — O związkach rzeźby dzisiejszej powierzchni ze strukturą podłoża na Pomorzu Szczecińskim. *Zesz. Nauk. UAM Geogr.*, **2**: 69–86.
- KRYGOWSKI B., 1967 — Zmienność glin morenowych w zakresie uproszczonego składu petrograficznego. *Zesz. Nauk. UAM Geogr.*, **7**: 59–65.
- KRYGOWSKI B., 1969a — New data to glacial till classification. *Zesz. Nauk. UAM Geogr.*, **8**: 83–94.
- KRYGOWSKI B., 1969b — Konferencja polowa – odsłonięcia w Puszczykowie koło Poznania oraz w Grodnie i w Rewalu na Wybrzeżu. *Zesz. Nauk. UAM Geogr.*, **8**: 199–205.
- KRZYSZKOWSKI D., GRATZKE B., 1994 — History of glaciation in the zone of maximum extent of the Late Weichselian ice sheet near Leszno, western Poland. *Fol. Quatern.*, **65**: 143–194.
- KRZYSZKOWSKI D., DOBRACKA E., DOBRACKI R., CZERWONKA J.A., KUSZELL T., 1999 — Stratigraphy of Weichselian deposits in the cliff sections between Łukęcin and Niechorze, Baltic coast, Northwestern Poland. *Quatern. Stud. Pol.*, **16**, 27–45.
- KRZYSZKOWSKI D., CZERWONKA J.A., 2007a — Budowa geologiczna czwartorzędu okolic Czarnkowa i Ujścia nad Notecią ze szczególnym uwzględnieniem pozycji stratygraficznej glin lodowcowych. *Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner.*, **76**: 35–54.
- KRZYSZKOWSKI D., CZERWONKA J.A., 2007b — Cechy mineralogino-petrograficzne oraz litostratygrafia osadów glacialnych i interglacialnych w rejonie Augustowa, północno-wschodnia Polska. *Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner.*, **76**: 7–34.
- KRZYSZKOWSKI D., CZERWONKA J.A., DOBRACKI R., 2007 — Litostratygrafia glin lodowcowych i osadów proglaialnych okolic Szczecina, Polska północno-zachodnia. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **425**: 47–74.
- KRZYMIŃSKA J., 1992 — Ekspertyza malakologiczna i mikrofaunistyczna osadów w Cieścierz. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Geol. Morza, Sopot*.
- KRZYMIŃSKA J., 1996 — Analiza mikrofauny i malakofauny osadów strefy brzegowej – część zachodnia. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Geol. Morza, Sopot*.
- LACHOWICZ J., 1993 — Ekspertyza palinologiczna osadów w Cieścierz. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Geol. Morza, Sopot*.
- LAGERLUND E., MALMBERG-PERSSON K., KRZYSZKOWSKI D., JAHANSSON P., DOBRACKA E., DOBRACKI R., PANZIG W-A., 1995 — Unexpected ice flow directions during the Late Weichselian deglaciation of the South Baltic area indicated by a new lithostratigraphy in NW Poland and NE Germany. *Quatern. Internat.*, **28**: 127–144.
- MOJSKI J.E., 1985 — Quaternary. *W: Geology of Poland. Vol. 1. Stratigraphy. Part 3b. Cainozoic.* Wyd. Geol., Warszawa.
- POŻARYSKI W., 1974 — Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. *W: Budowa Geologiczna Polski. T. 4. Tektonika. Cz. 1. Niż Polski.* Wyd. Geol., Warszawa.
- RACINOWSKI R., SOCHAN A., 1978 — Zastosowanie prostych metod statystycznych w badaniach petrograficznych glin zwałowych na przykładzie materiału z klifu Trzęsacz–Niechorze. *Biul. Inst. Geol.*, **300**.
- RACZYŃSKA A., 1987 — Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Pr. Inst. Geol.*, **89**.
- RICHTER K., 1926 — Stratigraphie und Entwicklungsgeschichte mittelpommerscher Tertirhhen. *Abh. Ber. Pommer. Naturforsch. Gesselsch.*, **7**, 131–175.
- RZECZOWSKI J., 1980 — An attempt of lithostratigraphical subdivision of the Vistulian Glaciation tills in Poland. *Quatern. Stud. Pol.*, **2**, 107–120.
- STANKOWSKA A., 1964 — Z badań gliny morenowej klifu pod Rewalem w zakresie minerałów ciężkich oraz niektórych elementów chemicznych. *Zesz. Nauk. UAM Geogr.*, **5**.
- STANKOWSKA A., 1970 — Mineraty ilaste i własności sorbcyjne glin morenowych jako funkcja ich wieku. *Pr. om. Geogr.-Geol. PTPN*, **11**, 1: 3–93.
- STANKOWSKA A., STANKOWSKI W., 1967 — Próba rozpoznania glin zwałowych Polski zachodniej w świetle analiz mineralogicznych i chemicznych. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach.*, **17**: 109–139.
- URBAŃSKI K., 2007 — Litostratygrafia glin zwałowych na obszarze Wysoczyzny Lubuskiej (Polska Zachodnia). *Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner.*, **76**: 55–80.

WINTER H., DOBRACKA E., CISZEK D., 2005 – Osadów i sukcesja interglacjalna eemskiego i wczesnego zlodowacenia Wisły w profilu Rzeczino (Wysoczyzna Łobeska, Pojezierze Zachodniopomorskie). II Polska Konferencja Paleobotaniki Czwartorzędowej. Streszczenia i przewodnik wycieczek terenowych: 34–35. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

WINTER H., DOBRACKA E., CISZEK D., 2007 – Multidyscyplinarne badania osadów eemskich i wczesnovistuliankich z profilu Rzeczino (Wysoczyzna Łobeska, Pojezierze Zachodniopomorskie). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **428**, 93–109.

WOLDSTEDT P., 1950 — Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. K.F. Koehler Verlag, Stuttgart.

SUMMARY

The paper presents the petrography and stratigraphy of tills from the northwestern coast of Poland. Analysis of 35 sections of boreholes drilled during mapping works for the *Detailed Geological Map of Poland, scale 1:50 000* (Fig. 1), enabled identification of 10 till horizons. Stratigraphic position of the tills has been determined from the study of petrographic composition and heavy minerals contents, supported by correlation with tills found in adjacent areas. Ice-sheet advance directions during the successive glaciations have also been reconstructed.

The study region stretches from Kamień Pomorski in the west to Koszalin in the east, encompassing a 30-km wide land area (Fig. 1).

Northwestern part of the coast is highly diversified in terms of its tectonic/geological structure. It is situated within the Gryfice and Kołobrzeg tectonic blocks of the Pomerania Swell, and within the Marginal Trough in its eastern part (Dadlez, 1987; Dadlez, Dembowska, 1965; Raczyńska, 1987). Within the sub-Quaternary basement, second-order Mesozoic tectonic structures and Cenozoic tectonic grabens are observed. The top basement surface is dissected by numerous Pleistocene glacial tunnel valleys.

The sub-Quaternary basement is composed mainly of Paleogene and Neogene deposits of increased thicknesses in the east of the study area. In anticlinal zones, Middle-Upper Jurassic and Cretaceous deposits are subcropped.

The Quaternary succession of the study area ranges in thickness from several metres above the basement's anticlinal crests to approximately 200 m in tunnel valleys. It is represented there mainly by tills and glaciofluvial deposits. Glaciolacustrine (ice-dammed lake) deposits, of thicknesses commonly below 5 m, occur sporadically. At some places they reach about 30 m in thickness. Marine sediments containing a mollusc fauna were found in three borehole sections (Ciećmierz, Dreżewo and Śliwin). Holocene fluvial deposits were observed in only one section (Mrzeżyno).

In total, 10 till horizons of different ages were identified in this area. Then, individual till types were compared with tills from adjacent areas, especially from the Szczecin region (Krzyszkowski *et al.*, 2007) and the middle coast (Krzyszkowski *et al.*, 1999; Winter *et al.*, 2005, 2007).

The individual till types, signified as horizons T1A, T1B and T2–T9 (Figs 2–9), were interpreted based on the differences in their petrographic composition, hypsometric position and relation to the marker horizons. Lithological

sections of the tills and the main characteristics of clast petrography are shown in Figures 2–9 and Tables 1–9.

Some of the till types reveal the same or similar clast petrography characteristics as the tills from the Szczecin region (Krzyszkowski *et al.*, 2007). Others (horizon T1B – Ciećmierz till, and horizon T4 – Pobierowo till), observed only in the study area, have been formally defined, with an indication of stratotype sections, characteristic features and regional extents.

Stratigraphically, tills T1A and T1B have been assigned to the oldest glaciations, tills T2–T4 – to the South Polish glaciations, tills T5–T7 – to the Middle Polish glaciations, and tills T8 and T9 – to the North Polish glaciation.

Some of the tills (horizons T7–T9) have been categorised into various regional types, based on their petrographic composition. Some of them undoubtedly mark the limits of separate ice lobes. Such lobes have been proved for the youngest stadial of the Middle Polish glaciations and for the Leszno/Brandenburg and Poznań/Frankfurt–Pomerania phases of the North Polish glaciation.

Glaciofluvial deposits are represented mainly by sands and gravels, occasionally by silty sands. They range in thickness from several metres to over 60 m in tunnel valleys (Fig. 5A).

These deposits show similar heavy mineral composition, with dominant garnets and amphiboles. Their characteristic feature is a high content of epidote (10–25%), much higher than in glaciofluvial deposits from the Szczecin region and southwestern and central Poland.

The glaciofluvial deposits cannot be stratified due to their mineral composition and high regional variability.

Glaciolacustrine (ice-dammed lake) deposits are uncommon in this area, occurring only in isolated patches. They are typically 1–5 m thick and there are only a few sections where they reach thicknesses of 20–30 m (Figs 2A, 5B, 7B, C). Mineral composition of the glaciolacustrine deposits resembles that of glaciofluvial sediments, however a considerable admixture of biotite (30–40%) is locally observed.

Ages of most of the glaciolacustrine deposits were impossible to determine. The only confident age determination refers to the oldest glaciolacustrine deposits (Ciećmierz and Obrotły sections), dated at the Wartanian Stadial of the Middle Polish glaciations (Mrzeżyno ice-dammed lake), and to the youngest deposits accumulated during the Poznań/Frankfurt–Pomerania Phase of the last glaciation (Lędzino ice-dammed lake) (Fig. 10).

Deposits accumulated during a number of deglaciation phases are also observed in the study area. These are largely gravels, sands, silty sands and flow tills, 1 m to several metres thick, representing kames and glaciofluvial series deposited in the ice-marginal zone. Similar deposits were reported by Krzyszkowski and Gratzke (1994) from the Leszno region.

Marine deposits have been proved in the Rewal and Ciećmierz sections. In another two sections their occurrence is probable. These are nearshore (lagoon and beach) deposits represented by clays and muds as well as sands containing marine mollusc fossils. They lay 5.5–19.6 m below the present-day sea level.

Marine deposits from the Rewal and Ciećmierz sections contain shells of gastropods (Rewal – *Astarte borealis*, *Thracia popyracea*; Krzemińska, 1996; Ciećmierz – *Gyraulus rossmaessleri*) and marine bivalves (Ciećmierz – *Macoma baltica* and *Mytilus edilis*). Palynological investigations of the Ciećmierz section indicate a boreal nature of pollen grains and sporomorphs.

The age of the marine deposits has been determined to be the Eemian Interglacial. Their extent suggests the existence of a sea bay extending about 10 km inland, which presumably followed a pre-existing glacial tunnel valley.

It is difficult to make a correlation between individual glacial horizons in the northwestern coast because most of the tills occur sporadically and do not form continuous beds. Moreover, they are dissected by younger tunnel valleys. By establishing the stratigraphy of the tills it was facilitated to compare them with the Quaternary lithostratigraphic log from the Szczecin region.

T4 (Pobierowo) till could be a good reference layer serving as a marker horizon due to its petrographic composition. However, the till commonly immediately overlies basement rocks and is dissected by tunnel valleys, which make it less useful for correlations (Figs 11–13).

Petrographic features allowed identification of a pan-regional correlative till horizon T2 (Babinek and Dreżewo tills). Tills of similar characteristics are commonly observed in western Poland (e.g. Czerwonka, Krzyszkowski, 1992, 1994; Krzyszkowski *et al.*, 1999). The age of the tills was determined to be the older stadial of the South Polish glaciations (Fig. 14).

T5 (Glinna) till is an important marker horizon in the Szczecin region. It is correlated with similar tills from western Poland. In the study area, the stratigraphic significance of the Glinno till and its regional variety, Niechorze till, is

reduced by the fact that they occur as isolated patches. The age of T5 till was determined to be the Odranian Stadial of the Middle Polish glaciations.

Correlation with the Szczecin region, supported by the fact that the till is overlain by Eemian interglacial deposits, suggests that till T7 (Rynica and Pustkowo tills) is associated with the Wartanian 2 Stadial of the Middle Polish glaciations.

The youngest till horizons of T8 (Ninikowo till) and T9 (Trzęsacz till), lying above the Eemian marine sediments and containing redeposited Middle Vistulian organic deposits (Krzyszkowski *et al.*, 1999), represent the Leszno/Brandenburg and Poznań/Frankfurt–Pomerania phases of the Main Stadial of the Weichselian Glaciation.

The results of investigations of the Pleistocene deposits, in particular of the till beds, enabled determination of supposed glacial palaeotransport directions for individual advances of the Scandinavian ice sheets. Moreover, age determinations and reconstruction of the evolution of tunnel valleys were carried out.

Glaciation centres of the successive ice advances and the initial directions of the advances were determined from the composition of northern rocks. The spectrum of local rocks enabled identification of local glacial palaeotransport directions.

In the northwestern coast of Poland, the ice sheets differentiated into separate distinct ice lobes, as evidenced by regional differences in the petrographic composition of coeval till beds. Such lobes are especially well expressed in the youngest stadial of the Middle Polish glaciations, in the Leszno/Brandenburg and Poznań/Frankfurt–Pomerania phases of the Main Stadial of the Weichselian Glaciation, and probably in the youngest stadial of the South Polish glaciation. The occurrence of distinct ice lobes in the study area, in particular during advances from the east and northeast, is due to the position of the area at the margin of the southern Baltic basin, where the ice sheets differentiated into the lobes that continued their advances towards the west to NW Germany and Denmark, and those that deflected southwestwards and southwards to SE Germany and W Poland (Odra lobe).

During early advances of the ice sheets, there was strong subglacial erosion that resulted in dissecting of older Pleistocene deposits and basement rocks by tunnel valleys. During late advances, subglacial erosion played a lesser role. It seems that the depth of the subglacial scours in the northwestern coast decreased with time (from 100–150 m during the oldest glaciation to 20–30 m during the last glaciation).

