PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

JOANNA RYCHEL

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — W. MORAWSKI
Koordynator regionu Polski północno-wschodniej i wschodniej — S. LISICKI

OBJAŚNIENIA DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Kętrzyn (102)
(z 1 fig., 2 tab. i 3 tabl.)

MINISTERSTWO ŚRODOWISKA

Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

WARSZAWA 2014

Autor: Joanna RYCHEL
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Redakcja merytoryczna: Agnieszka ŁUKASIK

Akceptował do udostępniania
Dyrektor ds. państwowej służby geologicznej
mgr inż. A. PRZYBYCIN

ISBN 978-83-7863-365-5

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014

Przygotowanie wersji cyfrowej: Jadwiga GAC-JACHOWICZ, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp 5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu 8
III. Budowa geologiczna 11
A. Stratygrafia 11
1. Kreda 12
a. Kreda górna 12
Mastrycht 12
2. Paleogen 12
a. Paleocen 12
b. Eocen 14
c. Oligocen 14
3. Neogen 15
a. Miocen 15
4. Czwartorzęd 15
a. Plejstocen 15
Zlodowacenia najstarsze 16
Zlodowacenie Narwi 16
Zlodowacenia południowopolskie 16
Zlodowacenie Nidy 17
Stadiał dolny 17
Stadiał górny 17
Zlodowacenie Sanu 1 18
Zlodowacenie Sanu 2 18
Stadiał dolny 18
Stadiał górny 19
Interglacjał wielki 20
Interglacjał mazowiecki 20
Zlodowacenie Liwca 21

Zlodowacenia środkowopolskie 21
Zlodowacenie Odry 21
Zlodowacenie Warty 22
Interglacjał eemski 22
Zlodowacenia północnopolskie 23
Zlodowacenie Wisły 23
Stadiał środkowy 24
Stadiał górny 25
b. Czwartorzęd nierozdzielony 27
c. Holocen 28
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu 29
C. Rozwój budowy geologicznej 30
IV. Podsumowanie 35
Literatura 37

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000
Tablica II — Szkic geologiczny odkryty w skali 1:100 000
Tablica III — Przekrój geologiczny C–D

I. WSTĘP

Granice obszaru arkusza Kętrzyn Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (SMGP) wyznaczają następujące współrzędne geograficzne: 21°15'–21°30' długości geograficznej wschodniej i 54°00'–54°10' szerokości geograficznej północnej. Powierzchnia terenu objętego arkuszem wynosi w przybliżeniu 304 km^2, z czego jeziora zajmują około 2,5 km^2. Obszar arkusza leży w obrębie trzech mezoregionów — Niziny Sępopolskiej (północna i zachodnia część obszaru), Pojezierza Mrągowskiego (część południowa) i Krainy Wielkich Jezior Mazurskich (część wschodnia), w prowincji Niż Wschodniobałtycko-Białoruski i w dwóch podprowincjach — Pobrzeżach Wschodniobałtyckich i Pojezierzach Wschodniobałtyckich (Kondracki, 2009). Pod względem administracyjnym, według podziału z 1999 r., należy do województwa warmińsko-mazurskiego i powiatu kętrzyńskiego z gminami: Korsze, Barciany, Srokowo, Reszel oraz Kętrzyn (gmina wiejska i miejska). Na terenie omawianego arkusza jest zlokalizowany ośrodek miejski i przemysłowy — miasto Kętrzyn (stan na 31.12.2012 r. — 28 256 mieszkańców).

Mapa geologiczna arkusza Kętrzyn została opracowana na podstawie projektu badań geologicznych zatwierdzonego przez Ministra Środowiska decyzją nr DGkok/AO/489-NY-39/2003 z dnia 27.06.2003 r.

Na potrzeby opracowania arkusza Kętrzyn zebrano profile 182 otworów wiertniczych, w tym 173 otworów hydrogeologicznych, czterech badawczych dla SMGP (kartograficznych) i pięciu badawczych. Zestawiono dokumentacje, sprawozdania i orzeczenia dotyczące czterech złóż kruszyw naturalnych i jednego złoża surowca ilastego. W celu rozpoznania utworów powierzchniowych na terenie aglomeracji miejskiej dokonano przeglądu około 200 dokumentacji geotechnicznych zgromadzonych w archiwum dokumentacji w Olsztynie. Na terenie całego arkusza były przeprowadzone poszukiwania i badania torfów. Dokumentacje tych prac są zebrane w Instytucie Melioracji Użytków Zielonych w Falentach pod Warszawą.

Terenowe prace kartograficzne wykonano w latach 2006–2009, przy czym w 2008 r. także przy współudziale M. Parchema i Ł. Nowackiego. Został skartowany obszar o powierzchni około

304 km^2. Wykonano i opisano 1370 punktów dokumentacyjnych, w tym 1241 sondowań ręcznych o głębokości 2,0–3,0 m oraz 125 sondowań mechanicznych o głębokości 4,5–24,0 m. Oczyszczono i udokumentowano cztery odsłonięcia. Średnia gęstość punktów dokumentacyjnych uzyskana w wyniku tych działań na obszarze badań wynosi około 4,5 punktu na 1 km^2. Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych przedstawia tabela 1.

W celu określenia przybliżonej głębokości zalegania osadów paleogeńskich i neogeńskich, rozpoziomowania osadów czwartorzędowych na poziomy lodowcowe oraz uściślenia danych dotyczących lokalizacji otworów kartograficznych, wykonano w czterech ciągach 125 sondowań geoelektrycznych elektrooporowych (SGE) typu Schlumbergera o rozstawach AB/2 = 500 m. Ogółem łączna długość ciągów wyniosła około 30 km (Bąk i in., 2008), w tym dwa z nich leżą na linii przekroju geologicznego A–B z wyłączeniem aglomeracji miejskiej, a dwa kolejne pokrywają się w wyznaczonych fragmentach z przekrojem geologicznym C–D.

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych)

Numer		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	wg notatnika terenowgo				
1	21	Saduny	64,0	14,0	Przekrój geologiczny A–B
2	32	Kiemławki Małe	62,7	10,0	Budowa zastoiska
3	40	Na S od Windy	92,5	16,0	Przekrój geologiczny C–D
4	26	Grabno	65,0	14,0	Przekrój geologiczny A–B
5	27	Banaszki	72,0	24,0	Przekrój geologiczny A–B
6	9	Olchowo	84,8	10,0	Budowa sandru
7	46	Na SW od Nowej Różanki	121,5	10,0	Budowa równiny jeziornej
8	48	Nowa Różanka	155,0	20,0	Budowa moreny czołowej
9	58	Na W od Gryzławek	151,5	11,0	Budowa moreny czołowej
10	55	Na SE od Gryzławek	143,0	18,0	Budowa moreny czołowej
11	28	Na SW od Jeżewa	72,5	12,0	Osady wodnomorenowe
12	7	Na NW od Marszewa	74,0	10,0	Przekrój geologiczny A–B
13	30	Marszewo	87,0	16,0	Przekrój geologiczny A–B
14	29	Marszewo	98,0	32,0	Przekrój geologiczny A–B
15	64	Bałtrucie (Jaglak)	118,5	14,0	Budowa wysoczyzny morenowej
16	43	Na S od Starej Różanki	130,0	4,5	Budowa moreny czołowej
17	103	Karolewo	110,0	15,0	Przekrój geologiczny A–B
18	53	Na N od Gierłoży	132,4	8,0	Osady wodnomorenowe
19	106	Brzeźnica	109,0	16,0	Przekrój geologiczny C–D
20	104	Na N od Wajsznor	117,7	12,0	Budowa wysoczyzny morenowej
21	49	Kwiedzynia	155,0	10,0	Budowa moreny czołowej
22	107	Nowa Wieś Mała	107,5	16,0	Przekrój geologiczny C–D
23	3	Sławkowo	150,0	14,0	Budowa moreny czołowej
24	91	Na N od Godzikowa	136,0	10,0	Budowa sandru
25	87	Zalesie Kętrzyńskie	155,0	8,0	Budowa formy akumulacji szczelinowej
26	90	Poganowo	136,0	12,0	Przekrój geologiczny C–D
27	89	Na SW od Nakomiad	155,0	8,0	Budowa kemu
28	88	Na SW od Nakomiad	151,3	8,0	Budowa wysoczyzny morenowej
29	96	Nakomiady	151,5	16,0	Gytie
30	100	Bałowo	138,3	10,0	Budowa kemu

W 2007 r. wykonano cztery otwory kartograficzne o łącznym metrażu 929,8 m, aby udokumentować pełny profil osadów czwartorzędowych i określić głębokość występowania stropu utworów podczwartorzędowych. Są to kolejno: Szaty Wielkie (K-3) — otwór 16, Marszewo (K-1) — otwór 28, Gierłoż (K-2) — otwór 44 i Sławkowo (K-4) — otwór 71. Z rdzeni wiertniczych uzyskanych z tych otworów pobrano 194 próbki na potrzeby charakterystyki litologicznej, genetycznej i stratygraficznej utworów czwartorzędowych i paleogeńskich. 175 próbek poddano badaniom litologiczno-petrograficznym (Rychel, 2008a). Wykonano analizę składu petrograficznego żwirów o średnicy 5–10 mm z glin zwałowych. Wyniki analiz palinologicznych 19 próbek osadów paleogeńskich pobranych we wszystkich odwierconych otworach kartograficznych opracowała Słodkowska (2009). Analizy paleobotaniczne 61 próbek pochodzących z trzech wybranych otworów kartograficznych (otw.: 16, 28 i 71) wykonał Krupiński (2008a, b, c), natomiast badania malakologiczne i ostrakodologiczne 19 próbek z otworów 28 i 71 — Krzymińska (2008).

Analizę wieku bezwzględnego metodą optoluminescencyjną (OSL) trzech próbek pochodzących z odsłonięć w rejonie Kątów i Szat Wielkich przeprowadzono w Laboratorium Datowania Luminescencyjnego w Gliwicach (Adamiec, 2009). Materiał do datowań pobrano z piasków drobnoziarnistych przykrytych glinami lodowcowymi — w Kątach na głębokości 2,0 m, a w Szatach Wielkich na głębokości około 1,5 m. Otrzymany wiek bezwzględny próbek, odpowiednio 34,3 ka BP i 26,3 ka BP, można korelować ze stadiałem środkowym zlodowacenia Wisły — próbki reprezentowały piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne i górne) tego zlodowacenia.

Najstarsze opracowania dotyczące tego terenu pochodzą z końca XIX i początku XX w. Prace były prowadzone przez geologów niemieckich, a dotyczyły mapy geologiczno-glebowej w skali 1:25 000, arkuszy: Garbno (Klebs, 1897), Winda (Klautzsch, 1904*)* i Kętrzyn (Kaunhowen, 1904). Autorzy tych map zwrócili uwagę na dużą miąższość osadów czwartorzędu i liczne poziomy lodowcowe.

Najważniejszym opracowaniem geologiczno-kartograficznym tego obszaru jest Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Kętrzyn (Słowański, 1974a, b) wraz z objaśnieniami (Słowański, 1975b). Ponadto temat budowy geologicznej omawianego obszaru poruszali także w swoich pracach Zwierz (1948, 1953), Mojski i Rühle (1965) oraz Kondracki (2009).

Informacje o ogólnej budowie geologicznej i rozprzestrzenieniu osadów czwartorzędowych uzyskano między innymi z publikacji Łyczewskiej (1958), Ciuka (1966a, b, c) i Nowickiego (1965). Korzystano także z innych prac dotyczących geologii utworów czwartorzędu w Polsce, autorstwa Halickiego (1935, 1950), Mojskiego (1969) i Roszko (1968), a także Rühlego (1955, 1974).

Bardziej szczegółowe badania budowy geologicznej czwartorzędu występującego w tym rejonie prowadził Słowański (1975a, 1981). W 1981 r. ukazało się jego opracowanie, w którym zawarł on i zinterpretował dane uzyskane w trakcie realizacji arkuszy Mapy Geologicznej Polski 1:200 000.

Natomiast Lisicki (1996, 1997b, 1998a, 2003) szczegółowo omówił litostratygrafię glin lodowcowych, która razem z wynikami badań palinologicznych umożliwiła stratygraficzny podział utworów plejstocenu w północnej Polsce (Pojezierze Mazurskie).

Morfologią i geomorfologią terenu w północnej Polsce zajmował się Kondracki (1952, 1957, 1972), a także Kondracki i Pietkiewicz (1967).

Przy opracowywaniu arkusza Kętrzyn wzięto pod uwagę wyniki prac wykonanych w ramach realizacji innych arkuszy SMGP: Rynu (Laskowski, Lewińska, 1993, 1994), Sterławek Wielkich (Muchowski i in., 1995, 2000), Piecków (Lisicki 1995; 1998b), Mrągowa (Lisicki, 1997a, 2001), Stradun (Mirosław-Grabowska, Grabowski, 2006, 2007) oraz Reszla (Lisicki, i in., 2011, 2012).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty arkuszem Kętrzyn jest położony w obrębie trzech mezoregionów fizycznogeograficznych. Północna i zachodnia jego część wchodzi w skład Niziny Sępopolskiej, wschodnia należy do Krainy Wielkich Jezior Mazurskich, zaś południowa do Pojezierza Mrągowskiego (Kondracki, 2009).

Kulminację terenu stanowi kem leżący na południowej granicy badanego obszaru i wznoszący się na wysokość 170 m n.p.m. Najniżej położony obszar znajduje się w dolinie rzeki Guber, na północny zachód od Sadun, na wysokości 42 m n.p.m. Deniwelacja bezwzględna powierzchni obszaru wynosi około 128 m. Wysokość względna krawędzi wysoczyzny morenowej w centralnej części obszaru arkusza dochodzi do około 15–20 m, lokalnie przekracza 20 m.

Na omawianym obszarze wyróżniono główne jednostki geomorfologiczne: morenowe wysoczyzny polodowcowe ze wzgórzami i wałami moren czołowych (wyciśnięcia i miejscami na granicy z obszarem arkusza Sterławki Wielkie — akumulacyjnych), formami akumulacji szczelinowej, kemami oraz plateau kemowymi, stosunkowo wąskie równiny wodnolodowcowe oraz miejscami pojawiające się równiny zastoiskowe i wodnomorenowe. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) przedstawiono formy lodowcowe, wodnolodowcowe i utworzone w strefie martwego lodu, a także formy rzeczne, jeziorne, denudacyjne, utworzone przez roślinność oraz antropogeniczne.

Najrozleglejszą część powierzchni arkusza tworzy wysoczyzna morenowa falista o deniwelacjach ponad 5 m. Wyróżniono również wysoczyznę płaską, o deniwelacjach poniżej 5 m, która rozciąga się w północno-zachodniej i zachodniej części obszaru arkusza. Jest ona porozcinana dolinami rzecznymi. Wysoczyzna morenowa falista zajmuje tereny Pojezierza Mrągowskiego i Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Buduja ją głównie piaszczyste gliny zwałowe, które powstały w wyniku deglacjacji obszaru z udziałem subglacjalnego i proglacjalnego odpływu wód roztopowych. Na wysoczyźnie płaskiej występują silnie ilaste (niem. *thonmergel*) gliny zwałowe Niziny Sępopolskiej,

których powstanie wiąże się z procesem deglacjacji przez ablację, przy braku subglacjalnego odpływu wód roztopowych. W środkowej części obszaru badań, na północ od Kętrzyna, wysoczyzna morenowa falista opada ku płaskiej długim stokiem.

Największe powierzchniowo wzgórze moren czołowych spiętrzonych (wyciśnięcia) znajduje się na północ od Kątów. Pas mniejszych wzgórz morenowych rozciąga się na południe od Kątów do Kolonii Starej Różanki. Drugi pas morenowy występuje w południowo-wschodniej części obszaru arkusza od Sławkowa w kierunku Pożarek oraz na wschód od Jeziora Kwiedzińskiego. Ze względu na zróżnicowanie moren czołowych na spiętrzone i akumulacyjne na terenie sąsiedniego arkusza Sterławki Wielkie SMGP, na obszarze badań wprowadzono taką samą klasyfikację dla form usytuowanych na jego wschodniej granicy. W związku z tym dwa wzniesienia na północ od Gierłoży i część wzgórza w okolicach Kątów zostały zaliczone do moren czołowych akumulacyjnych.

Kemy towarzyszą wysoczyźnie morenowej falistej we wschodniej części obszaru arkusza oraz na jej granicy z wysoczyzną płaską w północnej części terenu. Plateau kemowe występuje we wschodniej części omawianego obszaru, sąsiadując od wschodu z jeziorem Siercze.

Formy akumulacji szczelinowej o wysokości względnej maksymalnie do 10 m powstały przede wszystkim w zachodniej oraz południowej części obszaru arkusza. Najdłuższe z nich mają długość około 1,5–2,0 km i swym przebiegiem zaznaczają inicjalny odpływ wód w szczelinach lodowych na linii późniejszego, lokalnego szlaku sandrowego o kierunku północ–południe. Na granicy z terenem arkusza Sterławki Wielkie, na południowo-wschodnim skraju omawianego obszaru, występuje forma akumulacji szczelinowej, która według Muchowskiego i innych (1995, 2000) jest ozem. Jednak z uwagi na brak w niej odsłonięć, a co za tym idzie, możliwości jednoznacznego rozpoznania wewnętrznej budowy geologicznej, autorka opracowania obszaru arkusza Kętrzyn zaklasyfikowała ten wał do form akumulacji szczelinowej.

Na wschodniej granicy terenu arkusza Reszel SMGP znajduje się taras kemowy (Lisicki i in., 2011, 2012), którego obecność na obszarze sąsiedniego arkusza Kętrzyn nie została potwierdzona.

Moreny martwego lodu stanowią pojedyncze wzniesienia. Dwa z nich stwierdzono na zachód od jeziora Mój, na powierzchni wysoczyzny morenowej. Dwa kolejne pagórki znaleziono na granicy z obszarem arkusza Mrągowo SMGP.

Równiny zastoiskowe występują w północnej części terenu arkusza jako stosunkowo niewielkie powierzchnie. Ich wysokość bezwzględna wynosi około 70–97 m n.p.m. Formy te leżą na obszarze Niziny Sępopolskiej i kontynuują się na terenie sąsiedniego arkusza Barciany SMGP. Na polodowcowej wysoczyźnie morenowej towarzyszą im równiny torfowe oraz doliny cieków, które odprowadzają wody do doliny Pregoły. Formy dolinne zaczęły już formować się u schyłku plejstocenu, znacząc szlaki odpływu wód zbiornikowych.

Najrozleglejsze równiny sandrowe i wodnolodowcowe znajdują się w części wschodniej i południowo-wschodniej obszaru arkusza — na południe i na wschód od zgrupowania jezior: Moja, Siercza, Jeziora Kwiedzińskiego i Tuchla. Również na południe od Bezławek, w południowo-zachodniej części, rozciąga się fragment równiny wodnolodowcowej, który przechodzi na teren arkusza Mrągowo. Niewielkie obszary równin sandrowych występują także na północ od Wangut oraz na południe od Gromek. Duże zagęszczenie izolowanych, niedużych powierzchni tych równin zaznacza się w południowej części omawianego obszaru — na południe od Sławkowa.

Równiny wodnomorenowe występują przede wszystkim wzdłuż doliny Gubra i Dajny w zachodniej części obszaru arkusza. Duży obszar zajmowany przez nie rozciąga się także wokół Skierek. Dość rozległy fragment równin znajduje we wschodniej części omawianego terenu, w okolicy jezior — Moja, Siercza i Tuchla.

Przez obszar arkusza Kętrzyn biegną dwie wyraźne doliny erozyjne. Największą z nich jest dolina Gubra, rzeki płynącej z południowego wschodu na północny zachód. Druga z nich to dolina Dajny, która na terenie arkusza bierze początek z jego południowo-zachodniego naroża i łączy się z doliną Gubra w pobliżu Biedaszek, na zachód od Kętrzyna. Mniejsze i słabiej wykształcone dolinki erozyjne są również powszechne na terenie badań.

Równiny jeziorne to stare dna jezior — są silnie rozczłonkowane i rozrzucone nierównomiernie po całym terenie badań. Największe powierzchnie zajmują one w dolinie Gubra w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Mniejsze powierzchniowo równiny koncentrują się nad Gubrem na zachód i na południe od Kętrzyna. Pozostałe fragmenty równin jeziornych budują część dolin erozyjnych małych cieków w północnej i północno-wschodniej części obszaru oraz na zachód od jeziora Mój.

W obniżeniach na równinach sandrowych i w większych zagłębieniach na wysoczyźnie morenowej powstały równiny torfowe. Dodatkowo powierzchnię wysoczyzny urozmaicają zagłębienia po martwym lodzie.

Spośród form antropogenicznych na obszarze badań wyróżniają się nasypy — na terenie Kętrzyna oraz w Gierłoży, a także żwirownie, piaskownie-żwirownie oraz piaskownie (tabl. I).

Na obszarze arkusza Kętrzyn występuje kilka jezior. Największe jezioro Mój ma powierzchnię 116,3 ha i maksymalną głębokość 4,1 m. Drugie pod względem wielkości to jezioro Siercze, o powierzchni 55,4 ha i maksymalnej głębokości 2,0 m (Jańczak, red., 1999). Pozostałe jeziora o charakterze wytopiskowym to: Jezioro Kwiedzińskie o powierzchni 19,5 ha i głębokości maksymalnej 1,8 m, Tuchel o powierzchni 42,7 ha i głębokości maksymalnej 5,1 m oraz Jezioro Pieckowskie o powierzchni 22,5 ha i głębokości maksymalnej 1,7 m. Najmniejsze jezioro w rejonie badań znajduje się na terenie

Kętrzyna i jest to Jezioro Kętrzyńskie (inna nazwa to Jezioro Górne) — 8,2 ha powierzchni i 6,0 m głębokości maksymalnej.

Sieć rzeczna na tym terenie nie rozwinęła się w wysokim stopniu. Najdłuższym ciekiem jest rzeka Guber, odwadniająca cały obszar arkusza Kętrzyn. Początkowo płynie ona w kierunku północno-zachodnim, aż do Karolewa, skąd kieruje się na zachód, do Biedaszek, a następnie w okolicy Kętrzyna ponownie przybiera kierunek północno-zachodni. Kolejny większy ciek na obszarze arkusza — rzeka Dajna pod względem wielkości przepływów, spływów jednostkowych i powierzchni zlewni stanowi największy lewobrzeżny dopływ Gubra. Niewielki fragment jej doliny zarysowuje się w południowo-zachodnim skrawku terenu badań. Guber z kolei jest prawym dopływem rzeki Łyny.

Guber jako rzeka mało zasobna w wodę charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem nieregularności odpływu. Dość słaba przepuszczalność podłoża i małe spadki terenu na większości obszaru ograniczają infiltrację i spływ powierzchniowy. Na wskutek niewielkiego stopnia zalesienia terenu utrudniona jest regulacja obiegu wody. Wszystkie te czynniki kształtują młodą sieć rzeczną, która rozwinęła się w holocenie i nadal się rozwija.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Na obszarze arkusza Kętrzyn, w rejonie Stachowizny, otwór badawczy Kętrzyn IG II (otw. 73), odwiercony do głębokości 1533,0 m, dotarł do utworów proterozoicznych. W otworze tym miąższość skał paleozoicznych wynosi 180,0 m, utworów mezozoicznych — 1077,0 m, a kenozoicznych — 276,0 m. Przewiercono kolejno skały starsze od utworów kenozoicznych: kambru o miąższości 84,4 m, permu — 95,6 m, triasu — 410,5 m, jury — 342,5 m i kredy górnej — 324,0 m. Strop skał mezozoicznych znajduje się na wysokości 161,3 m p.p.m. Pozostałe otwory badawcze zostały zakończone w skałach kredowych (otw.: 4, 55 i 65) oraz w utworach paleogenu (otw. 32).

Badania stratygraficzne, wykonane w trakcie realizacji arkusza Kętrzyn, koncentrowały się głównie na dostępnych dla prac zdjęciowych i dokumentacyjnych utworach czwartorzędowych i podścielających je osadach paleogeńskich i neogeńskich. Stratygrafia utworów czwartorzędowych została opracowana przede wszystkim na podstawie wyników badań palinologicznych (Krupiński, 2008a, b, c), malakologicznych i ostrakodologicznych (Krzymińska, 2008) oraz litologiczno-petrograficznych drobnookruchowej frakcji żwirowej z glin zwałowych (Rychel, 2008a), dodatkowo w powiązaniu z litostratygrafią glin dużego obszaru dorzecza Wisły (Lisicki, 2003). Przedstawiając stratygrafię osadów podłoża podczwartorzędowego posłużono się wynikami badań palinologicznych (Słodkowska, 2009).

1. Kreda

a. Kreda górna

Mastrycht

Mułowce margliste, iłowce, margle i gezy. Osady kredy górnej — mastrychtu występują w otworze badawczym 73 (Stachowizna) i są to mułowce margliste, iłowce i margle z fauną otwornicową oraz czertami. Natomiast w otworze badawczym 65 (Bezławecki Dwór) są one wykształcone w postaci margli piaszczystych, miejscami z fragmentami skorup małży. W otworze badawczym 55 (Kętrzyn) znajdują się także mułowce.

Ponadto utwory kredy górnej — margle i gezy znaleziono na obszarze arkusza w postaci kier tkwiących w glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły. Wychodzą one na powierzchnię terenu w samym Kętrzynie i w okolicach Kątów, gdzie ich obecność była już potwierdzona przez geologów niemieckich (Klautzsch, 1901). Utwory te są znane również z profili wierceń opisywanych przez Kaunhowena (1910), gdzie ich miąższość wynosi 2–16 m. Zawierają one faunę typową dla osadów mastrychtu. Wiek i wykształcenie tych osadów potwierdzają wyniki badań wykonanych na potrzeby dokumentacji geotechnicznych dla kilku obiektów w Kętrzynie (Liszkowski, 1983). Analogiczne utwory, jako kry w utworach czwartorzędowych, opisano również na obszarze sąsiedniego arkusza Sterławki Wielkie (Muchowski i in., 1995, 2000).

2. Paleogen

Osady paleogeńskie na obszarze arkusza Kętrzyn zostały nawiercone w wielu miejscach, w tym we wszystkich otworach kartograficznych (otw.: 16, 28, 44 i 71), w czterech archiwalnych otworach badawczych (otw.: 4, 32, 55 i 73) oraz w jedenastu otworach hydrogeologicznych (otw.: 7, 11, 13, 14, 19, 23, 29, 30, 47, 59 i 70). Są to utwory palocenu, eocenu i oligocenu. Osady paleogenu łącznie z osadami mioceńskimi stanowią bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędowych (tabl. II). W Stachowiźnie (otw. 73) miąższość utworów paleogenu wynosi 95 m.

a. Paleocen

Osady z pogranicza kredy i paleocenu budują nisko położoną powierzchnię utworów podczwartorzędowych w północnej, centralnej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Stwierdzono je bezpośrednio pod utworami plejstoceńskimi w otworze kartograficznym 16 (Szaty Wielkie) oraz pod eoceńskimi w dwóch kolejnych otworach kartograficznych — 28 (Marszewo) i 44 (Gierłoż). W żadnym z nich osady paleocenu nie zostały przewiercone.

Są to zielone p i a s k i k w a r c o w e i p i a s k i g l a u k o n i t o w e z licznymi minerałami ciemnymi, miejscami margliste, w Marszewie (otw. 28) zaczynające się na głębokości 184,5 m, o stwierdzonej łącznej miąższości 75,5 m. Ich strop leży na wysokości 87,0 m p.p.m. (fig. 1). Po przebadaniu tych osadów palinologicznie (Słodkowska, 2009) okazało się, że w dolnej części ich profilu o miąższości 35,5 m (na głębokości 224,5–260,0 m), gdzie w piaskach glaukonitowych oznaczono występujący obficie fitoplankton morski z taksonami charakterystycznymi dla paleocenu, występują

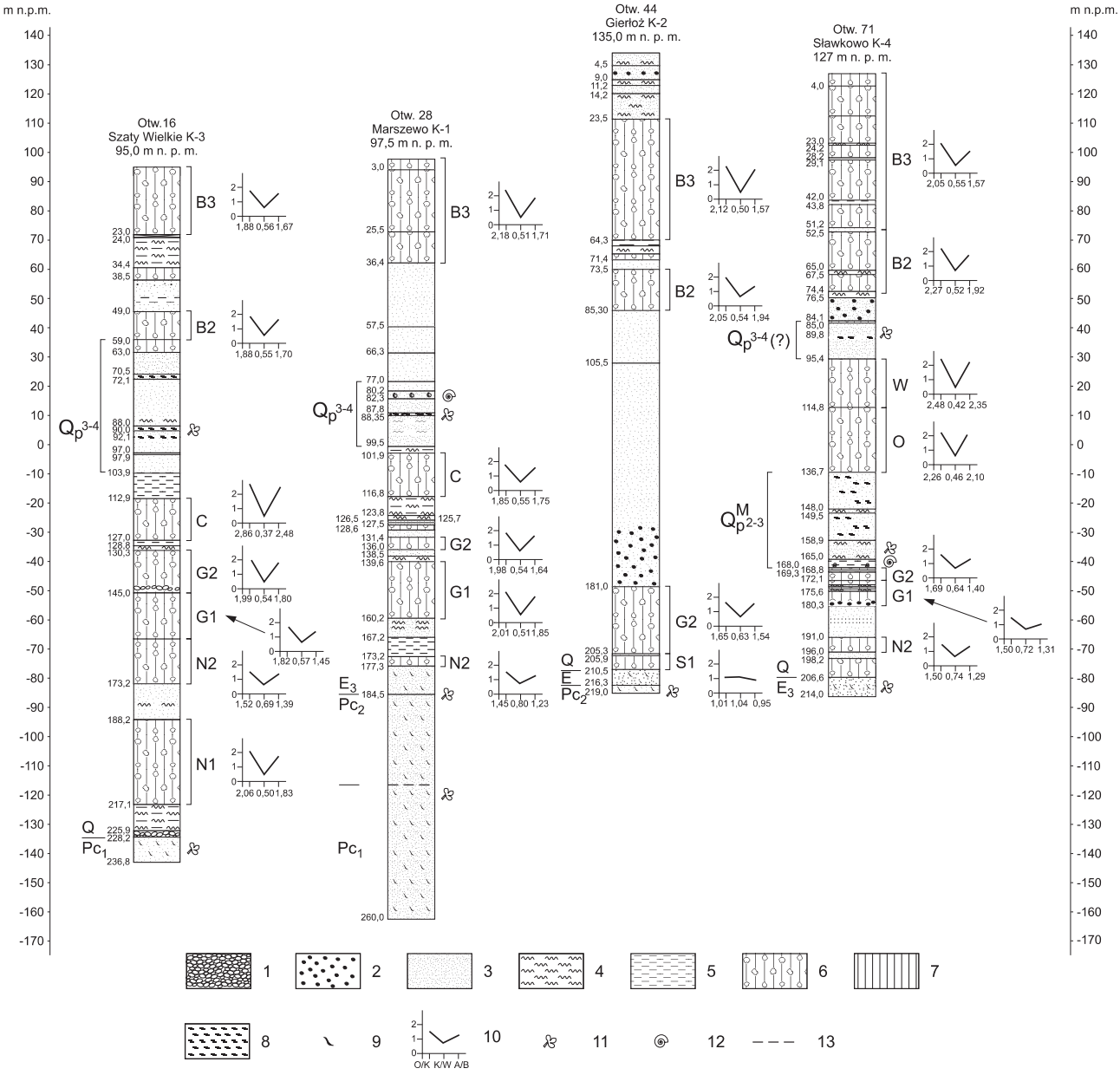


Fig. 1. Zestawienie profili otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

1 — bruk, 2 — żwiry, 3 — piaski, 4 — mułki, 5 — iły, 6 — gliny zwałowe, rezydua glin zwałowych, 7 — gliny, 8 — torfy, 9 — glaukonit, 10 — wykresy współczynników petrograficznych, 11 — znaleziska flory kopalnej, 12 — znaleziska fauny kopalnej, 13 — przypuszczalna granica Pc_1 i Pc_2 ustalona na podstawie badań palinologicznych, $Q_{p_{3-4}}$ — interglacjał eemski, $Q^{M}_{p_{2-3}}$ — interglacjał mazowiecki, Q — czwartorzęd, E_3 — eocen górny, E — eocen, Pc_2 — paleocen środkowy, Pc_1 — paleocen dolny, N1, N2, S1, G1, G2, C, O, W, B2, B3 — symbole litotypów glin zwałowych według Lisickiego (2003)

także formy kredowe. Są to redeponowane taksony kredy, które świadczą o dolnopaleoceńskim wieku tych osadów (dan). Utwory z górnej partii profilu o miąższości 27,5 m (na głębokości 186,5–214,0 m) zostały zaliczone do paleocenu środkowego (fig. 1). Również tutaj rozpoznano morski fitoplankton, a zespół sporomorf nagonasiennych i okrytonasiennych występował w śladowej ilości. Ze względu na obecność *Palaeoperidinium pyrophorum*, zespół fitoplanktonowy można korelować ze środkowo-eoceńskim (zeland) poziomem dinocystowym D3 (Słodkowska, 2009).

W profilu otworu 16 (Szaty Wielkie) zalegający na głębokości 228,2–236,8 m piasek glaukonitowy i marglisty, ze względu na obecność fitoplanktonu reprezentowanego przez taksony paleogeńskie i redeponowanych form kredowych, zaliczono do utworów paleocenu dolnego.

W otworze 44 (Gierłoż) natomiast, na głębokości 216,5–218,5 m, znaleziono zespół fitoplanktonowy łączony z środkowopaleoceńskim poziomem dinocystowym D3 (zeland).

b. Eocen

Utwory eoceńskie występują na powierzchni osadów podczwartorzędowych w południowej i centralnej części arkusza i nawiercono je w trzech otworach kartograficznych: 28 (Marszewo), 44 (Gierłoż) i 71 (Sławkowo). Są to piaski kwarcowe z glaukonitem, miejscami piaski ilaste. W Marszewie (otw. 28), na zachód od Kętrzyna, piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe leżą na utworach paleoceńskich, natomiast w Sławkowie (otw.71), na południe od Kętrzyna, nawiercono bezwapniste piaski kwarcowe, drobno- i średnioziarniste, z lekko zielonkawymi warstewkami glaukonitowymi i ze znacznym udziałem frakcji iłowej. Strop piasków eocenu w obydwu otworach znajduje się na wysokości 79,6–79,8 m p.p.m. Ich miąższość wynosi około 10 m, miejscami więcej (33 m w otw. 30).

W otworze 28 (Marszewo) poddano badaniom palinologicznym próbkę z głębokości 184,0 m. Występujący w osadach morski fitoplankton z gatunkiem *Deflandrea oebisfeldensis* i nieliczny pyłek roślin nasiennych sugeruje górnoeoceński (priabon) wiek zespołu porównywany z poziomem dinocystowym D12. W otworze 71 (Sławkowo) skład zespołu fitoplanktonu przebadanego w próbce z głębokości 213,0 m również wskazuje na to, że osady powstały w eocenie górnym (Słodkowska, 2009).

c. Oligocen

Utwory oligoceńskie występują dość powszechnie na powierzchni podczwartorzędowej obszaru arkusza Kętrzyn. Przewiercono je w archiwalnych otworach — badawczym 73 (Stachowizna) i hydrogeologicznym 29 (Kętrzyn). Są to piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe, iły oraz mułki. Ich strop znajduje się w otworze 73 (Stachowizna) na wysokości 66,3 m p.p.m.,

a w otworze 29 (Kętrzyn) — 50,6 m p.p.m. Utwory oligocenu występują również prawdopodobnie w ośmiu archiwalnych otworach hydrogeologicznych (otw.: 1, 2, 11, 13, 14, 19, 23 i 47). Ich strop leży przeważnie na wysokości od około 24,1 m p.p.m. (otw. 23) do prawie 80,0 m p.p.m. (tabl. II).

3. Neogen

Osady neogeńskie na obszarze arkusza Kętrzyn zostały stwierdzone w dwóch archiwalnych otworach badawczych 65 (Bezławecki Dwór) i 73 (Stachowizna) oraz w czterech archiwalnych otworach hydrogeologicznych (otw.: 11, 19, 20 i 68).

a. Miocen

Utwory mioceńskie występują na powierzchni podczwartorzędowej wzdłuż zachodniej granicy obszaru arkusza (otw.: 11, 19, 20, 65, 68, i 73). Są to iły i piaski, miejscami z wkładkami węgla brunatnego. Ich strop leży na wysokości 6,3–26,1 m p.p.m. Otwór 65 (Bezławecki Dwór) znajduje się nieopodal otworu kartograficznego 64 (Staniewo — poza terenem arkusza Kętrzyn), wykonanego na potrzeby opracowania obszaru sąsiedniego arkusza Reszel SMGP, gdzie strop miocenu został określony na wysokości 9,8 m p.p.m. (Lisicki i in., 2011, 2012), a opis petrograficzny tego wydzielenia wskazuje na jego wyraźne podobieństwo do utworów miocenu występujących na obszarze badań. Otrzymane spektra pyłkowe są najbardziej zbliżone do obrazów palinologicznych z wyższej części profilu utworów miocenu środkowego w formacji poznańskiej (Słodkowska, 2006). Maksymalna miąższość osadów mioceńskich wynosi około 60 m (otw. 73).

4. Czwartorzęd

Na obszarze arkusza Kętrzyn pokrywa osadów plejstocenu charakteryzuje się dużą miąższością, która wynosi średnio 100–250 m. We wszystkich otworach kartograficznych, z wyjątkiem otworu 28 (Marszewo), gdzie stwierdzona miąższość utworów czwartorzędowych to 177,3 m, przekracza ona 200 m (przekrój geologiczny A–B i tabl. III). Najmniejsza miąższość utworów plejstocenu, 80–100 m, występuje w trzech archiwalnych otworach hydrogeologicznych (otw.: 11, 20 i 23), na północno-zachodnim skraju badanego obszaru — na Nizinie Sępopolskiej, w bliskim sąsiedztwie doliny Gubra. Największą miąższość (259,6 m) osady te osiągają w Nakomiadach (otw. 76), a nawet więcej miejscami w południowo-wschodniej części terenu, na Pojezierzu Mrągowskim.

a. Plejstocen

Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe oraz iły paleogeńskie jako kry w utworach plejstoceńskich. Utwory tego typu zostały stwierdzone w Kętrzynie (otw. 29) — są to iły o miąższości dochodzącej do około 60 m, i prawdopodobnie w otworze kartogra-

ficznym w Szatach Wielkich (otw. 16), gdzie są to zwarte piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe o miąższości 1,8 m.

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Utwory tego zlodowacenia znaleziono w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo). Zostały one również wyróżnione w archiwalnym otworze hydrogeologicznym 76 (Nakomiady). Ich strop spoczywa na wysokości od około 75 m p.p.m. do ponad 130 m p.p.m. Osady tego wieku mają miąższość 8,4 m w otworze 71 (Sławkowo), a ich strop występuje tam na wysokości 71,2 m p.p.m. Zalegają one bezpośrednio na osadach paleoceńskich i eoceńskich podłoża podczwartorzędowego.

B r u k r e z y d u a l n y, będący pozostałością po glinach zwałowych, został przewiercony w dwóch otworach kartograficznych — 16 (Szaty Wielkie) i 71 (Sławkowo) oraz w pobliskim archiwalnym otworze hydrogeologicznym 76 (Nakomiady). Są to żwiry, głaziki i okruchy wapieni północnych i granitoidów, o średnicy dochodzącej do około 10 cm, przykryte warstwą glin ilastych i mułków ilastych. Tworzą one poziom bruku. Osady te występują zarówno w północnej (otw. 16), jak i w południowo-wschodniej części obszaru (otw. 71 i 76). Utwory tego samego wieku i charakteryzujące się taką samą litologią zostały opisane na sąsiadującym od południa obszarze arkusza Mrągowo SMGP, z tym że w tym miejscu stwierdzono ich kontakt ze stropem margli mastrychtu (Lisicki, 1997a). Natomiast na terenie badań spąg utworów rezydualnych znajduje się na osadach paleocenu i eocenu, a w otworach wiertniczych nie znaleziono ich bezpośrednio na powierzchni utworów kredowych.

P i a s k i i m u ł k i z a s t o i s k o w e występują nad rezyduami glin zwałowych tego wieku (brukiem rezydualnym) w otworze kartograficznym 16 (Szaty Wielkie) i w otworze hydrogeologicznym 76 (Nakomiady) i mają miąższość odpowiednio 8,8 i 4,0 m. Osady zastoiskowe tego wieku zostały znalezione także na terenie arkusza Reszel SMGP (Lisicki i in., 2011, 2012).

Zlodowacenia południowopolskie

Na badanym obszarze występują prawdopodobnie cztery poziomy glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich. Gliny te są rozdzielone utworami zastoiskowymi i wodnolodowcowymi. Zaliczono je kolejno do stadiału dolnego i górnego zlodowacenia Nidy, zlodowacenia Sanu 1 oraz stadiału dolnego i górnego zlodowacenia Sanu 2. Podział stratygraficzny utworów zlodowaceń południowopolskich opracowano na podstawie wyników interpretacji paleogeograficznej i badań litologiczno-petrograficznych (Rychel, 2008a) osadów pobranych z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych. Potwierdzona wierceniami łączna ich maksymalna miąższość wynosi 90,1 m w otworze 16 (Szaty Wielkie). W profilu tego otworu zalegają one na osadach zlodowacenia Narwi, ale najczęściej znajdują się bezpośrednio na utworach podłoża poczwartorzędowego. Minimalna miąższość osadów

tego wieku została stwierdzona w otworze 44 (Gierłoż) i wynosi ona 29,5 m, w tym samych glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 — 24,4 m.

Zlodowacenie Nidy

Utwory tego zlodowacenia mają miąższość od 17,9 m w otworze 71 (Sławkowo) do 55,0 m w otworze 16 (Szaty Wielkie) (tabl. III). Wyróżnia się osady stadiału dolnego i górnego.

Stadiał dolny

Utwory tego stadiału są reprezentowane przez gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i utwory zastoiskowe.

Gliny zwałowe zostały przewiercone w otworze kartograficznym 16 (Szaty Wielkie). Są one piaszczyste, silnie wapniste, szare i mają miąższość 28,9 m.

Uśrednione wartości współczynników petrograficznych[1] tych glin O/K–K/W–A/B wynoszą: 2,06–0,50–1,83 (Rychel, 2008a). W zbadanych glinach żwiry skał węglanowych wyraźnie przeważają ilościowo nad żwirami skał krystalicznych, a wśród żwirów skał skandynawskich dominują wapienie północne (47,1–60,1%).

Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe znaleziono w otworze kartograficznym 16 (Szaty Wielkie). W profilu tego otworu, w spągu omawianych utworów, pod głazem granitoidowym występuje wkładka zielonych piasków glaukonitowych zinterpretowana jako kra osadów wydartych z podłoża podczwartorzędowego. Na obszarze arkusza osady te osiągają miąższość do 18 m, a najwięcej (24 m) w Nowej Wsi Kętrzyńskiej (otw. 56).

Piaski i mułki zastoiskowe występują w otworach — kartograficznym 71 (Sławkowo) i w badawczym 55 (Kętrzyn), bezpośrednio na rezyduach (bruku) glin zwałowych zlodowacenia Narwi (otw. 71) lub na osadach podłoża podczwartorzędowego (otw. 55) oraz pod glinami zwałowymi stadiału górnego zlodowacenia Nidy. Ich miąższość jest niewielka i wynosi 2–3 m. Odznaczają się zielonym zabarwieniem i wysoką wapnistością.

Stadiał górny

Utwory tego stadiału reprezentują również gliny zwałowe, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe.

Gliny zwałowe przewiercono w otworach kartograficznych: 71 (Sławkowo), 28 (Marszewo) i prawdopodobnie w 16 (Szatach Wielkich). Są one piaszczyste, wysoko wapniste, szare i szaro-brązowe, o miąższości maksymalnie do 20 m.

---

[1] Współczynniki petrograficzne obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych, charakteryzują zależności pomiędzy różnymi grupami skał skandynawskich, gdzie: O — skały osadowe, K — skały krystaliczne i kwarc, W — skały węglanowe, A – skały nieodporne na wietrzenie, B — skały odporne na wietrzenie.

Uśrednione wartości współczynników petrograficznych tych glin O/K–K/W–A/B wynoszą: 1,52–0,69–1,39 (Rychel, 2008a). W badanych utworach żwiry skał węglanowych nieznacznie przeważają nad żwirami skał krystalicznych, a wśród żwirów skał skandynawskich dominują wapienie północne (47,1–55,7%). Udział żwirów skał lokalnych jest wyraźnie podwyższony.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e występują w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo). Mają miąższość 10,7 m i przykrywają gliny stadiału górnego tego samego zlodowacenia. Są to szare piaski różnoziarniste, z przewagą średnio- i drobnoziarnistych, z pojedynczymi żwirami.

I ł y z a s t o i s k o w e zostały przewiercone w otworze kartograficznym 28 (Marszewo). Odznaczają się one brązową barwą i niewielką miąższością — 6 m. Iły tego wieku występują prawdopodobnie pod glinami zlodowacenia Sanu 2 w archiwalnym otworze badawczym 55 (Kętrzyn).

Zlodowacenie Sanu 1

Na terenie arkusza Kętrzyn osady tego zlodowacenia zostały stwierdzone w otworach kartograficznych 28 (Marszewo) i 44 (Gierłoż).

G l i n y z w a ł o w e występują w otworze 44 (Gierłoż) przy wschodniej granicy obszaru arkusza Kętrzyn. Są to brązowe gliny ilasto-piaszczyste o miąższości 4,6 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych tych glin zwałowych O/K–K/W–A/B wynoszą: 1,01–1,04–0,95 (Rychel, 2008a), co jest spowodowane przewagą żwirów skał krystalicznych nad żwirami skał węglanowych. Ich spąg leży na wysokości 75,5 m n.p.m., bezpośrednio na utworach eoceńskich.

P i a s k i i m u ł k i z a s t o i s k o w e zostały nawiercone w otworze 28 (Marszewo) w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Osady te mają niewielką miąższość — 5,1 m. Są to piaski pyłowate, miejscami mułki z glaukonitem, zielonawoszare. W części spągowej osadów występuje 1,9-metrowa wkładka zielono-szarych glin z dużą ilością glaukonitu. Podobne osady występują na obszarze sąsiedniego arkusza Reszel SMGP i zostały one zaliczone do profilu stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 1 (Lisicki i in., 2011, 2012).

Zlodowacenie Sanu 2

Kompleks osadów zlodowacenia Sanu 2 tworzy ciągłą pokrywę na większości obszaru arkusza Kętrzyn. Osady tego wieku zostały przewiercone we wszystkich otworach kartograficznych. Do utworów zlodowacenia Sanu 2 zaliczono dwa poziomy glin zwałowych, osady wodnolodowcowe i osady zastoiskowe.

S t a d i a ł d o l n y

Profil utworów stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 2 budują w całości gliny zwałowe.

Gliny zwałowe występują w następujących otworach: kartograficznych — 16 (Szaty Wielkie), 28 (Marszewo) i 71 (Sławkowo), prawdopodobnie w hydrogeologicznych (otw.:1, 2, 7, 13, 14, 59, 70 i 76) oraz w badawczym 32 (Kętrzyn). Są to brązowe gliny piaszczyste o miąższości dochodzącej do 20,6 m w otworze 28 (Marszewo).

Uśrednione wartości współczynników petrograficznych glin zwałowych O/K–K/W–A/B wynoszą: 1,78–0,60–1,56 (Rychel, 2008a). Wskazują one na dużą przewagę żwirów północnych skał węglanowych nad żwirami skał krystalicznych, szczególnie zaznacza się tutaj duży udział dolomitów (ponad 20%) oraz znaczne ilości żwirów skał lokalnych (ponad 10%). W profilach otworów kartograficznych spąg tych glin znajduje się na wysokości 53,3–67,0 m p.p.m. (fig.1).

Stadiał górny

Utwory stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 reprezentują mułki i piaski zastoiskowe, gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz czerwone mułki i iły zastoiskowe.

Mułki i piaski zastoiskowe zostały przewiercone w otworze kartograficznym 28 (Marszewo). Są to brązowo-szare mułki piaszczyste oraz beżowo-szare piaski, drobnoziarniste. Odznaczają się one niewielką miąższością — 3,6 m. Osady te powstały przed czołem oscylacyjnie nasuwającego się lądolodu stadiału górnego. Utwory tego wieku i o podobnym charakterze występują prawdopodobnie w archiwalnych otworach hydrogeologicznych — 1 (Dubliny) i 2 (Garbno).

Gliny zwałowe występują we wszystkich otworach kartograficznych. Są one przeważnie czerwonobrązowe lub czerwonawobrązowe, ilasto-piaszczyste, zwarte i wapniste. Ich miąższość wynosi: 24,3 m w otworze 44 (Gierłoż), 14,7 m łącznie z warstwą bruku w części spągowej w otworze 16 (Szaty Wielkie), 4,6 m w otworze 28 (Marszewo) oraz zaledwie 2,8 m w otworze 71 (Sławkowo).

Współczynniki petrograficzne glin zwałowych O/K–K/W–A/B przyjmują kolejno wartości: 1,65–0,63–1,54; 1,99–0,54–1,80; 1,69–0,64–1,40 i 1,98–0,54–1,64 (Rychel, 2008a). Skład badanych glin charakteryzuje się dużą zawartością dolomitów północnych, w niektórych partiach tych utworów nawet do ponad 10%, oraz obecnością żwirów skał lokalnych (do 4,4%).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują prawdopodobnie w otworach: badawczym 55 (Kętrzyn), hydrogeologicznym 53 (Kętrzyn) i kartograficznym 28 (Marszewo). Są to jasnobeżowo-szare, wapniste żwiry i piaski różnoziarniste ze żwirami, z niewielką domieszką mułków (pyłów) i miejscami glin spływowych. Miąższość osadów nie przekracza 18 m.

Mułki i iły zastoiskowe, miejscami gliny ilaste deluwialne występują na obszarze arkusza Kętrzyn w trzech otworach kartograficznych: 16 (Szaty Wielkie), 28 (Marszewo) i 71 (Sławkowo). Występują też prawdopodobnie w archiwalnych otworach hydrogeologicznych: 7 (Skierki), 70 (Windykajmy) i 76 (Nakomiady). Są to wzajemnie przewarstwiające się, czerwono-

-brązowe, utwory mułkowo-ilaste i gliny ilaste o genezie spływowej (deluwialnej), których miąższość w otworach kartograficznych nie przekracza 8,9 m. Utwory tego wieku na obszarze Pojezierza Mazurskiego były opisywane szeroko w literaturze jako czerwony kompleks ilasty, często nazywany dolnym lub pierwszym. (Lisicki, Winter, 1999; Rychel 2005; Mirosław-Grabowska, Grabowski, 2006, 2007). Podobne osady podścielające utwory interglacjału mazowieckiego nawiercono na obszarach sąsiednich arkuszy SMPG (Mrągowo, Piecki, Reszel, Węgorzewo, Budry i Barciany).

Interglacjał wielki

Utwory interglacjału wielkiego rozdzielono na osady interglacjału mazowieckiego i zlodowacenia Liwca.

Interglacjał mazowiecki

Piaski i mułki z detrytusem roślinnym oraz iły z fauną mięczaków, jeziorno-rzeczne tego interglacjału zostały udokumentowane w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo). Zostały one także przewiercone prawdopodobnie w trzech archiwalnych otworach hydrogeologicznych: 70 (Windykajmy), 75 (Godzikowo) i 76 (Nakomiady). Są to szare piaski drobnoziarniste i piaski pyłowate oraz zielonkawo-szare mułki, warstwowane poziomo, miejscami z nagromadzeniami i laminami brunatnej substancji humusowej, a także ciemno-szare iły, przepełnione detrytusem z muszli mięczaków. Ich miąższość sięga do 31,3 m, w tym samych iłów — do 3,0 m (otw. 71). Stratygrafia tych osadów została określona na podstawie wyników badań palinologicznych (Krupiński, 2008c) i malakologicznych wykonanych na próbkach pobranych z 3-metrowej warstwy ilasto-mułkowej (Krzymińska, 2008) oraz litologiczno-petrograficznych glin podścielających i nadkładu (Krzymińska, Rychel, 2008; Rychel, 2008a, b). Spąg kompleksu leży na wysokości 41,0 m p.p.m, a strop — na 9,7 m p.p.m.

Sedymentacja badanych osadów początkowo miała miejsce w płytkim zbiorniku w warunkach zimnego klimatu, co zostało potwierdzone obecnością zimnolubnych małżoraczków. O wypłycaniu zbiornika i zmianie warunków troficznych może świadczyć pojawienie się ciepłolubnych gatunków mięczaków, do których zalicza się ślimak *Lithoglyphus jahni*, typowy komponent fauny rzecznej, oraz małżoraczków *Scottia browniana* i *Scottia tumida*, charakterystycznych dla interglacjału mazowieckiego (niektóre z nich wymarły u schyłku tego interglacjału). W części stropowej warstwy ilasto-mułkowej zanotowano obecność słonawowodnego gatunku małżoraczka *Cyprideis torosa* — może to wskazywać na okresowy kontakt wód słodkich z wodami morskimi.

Występujące w wyżej leżącym piaszczysto-mułkowym kompleksie spektra pyłkowe charakteryzują sukcesję zbiorowisk roślinnych młodszego odcinka stadium mezokratycznego interglacjału mazowieckiego (zawartość pyłku *Abies, Quercus* i *Alanus*). Cechą wspólną spektrów tych próbek jest obecność w nieznacznych ilościach zredeponowanych sporomorf roślin paleogeńskich i neogeńskich lub starszych (Krupiński, 2008c).

Analogiczne wykształcenie osadów tego samego wieku zostały opisane na obszarach pobliskich arkuszy SMGP — Węgorzewa (Pochocka-Szwarc, Lisicki, 2004b, c) i Budr (Pochocka-Szwarc, Lisicki, 2004a, 2005). Są znane również inne stanowiska osadów tego samego wieku w centralnej części Pojezierza Mazurskiego: w Węgorzewie (Krupiński, 1997a; Słowański, 1975a; Sobolewska, 1975), Koczarkach (Borówko-Dłużakowa, Słowański, 1991) i Pozezdrzu (Krupiński, 1997b).

Zlodowacenie Liwca

Profil utworów zlodowacenia Liwca budują g l i n y z w a ł o w e. Występują one w dwóch otworach kartograficznych — 16 (Szaty Wielkie) i 28 (Marszewo), a także prawdopodobnie w wielu archiwalnych otworach hydrogeologicznych, m.in.: 7 (Skierki), 13 (Jeżewo), 53 (Kętrzyn), 56 (Nowa Wieś Kętrzyńska) i 59 (Kętrzyn) oraz w badawczych — 32 i 55 (Kętrzyn) (przekrój geologiczny A–B i tabl. III). Są to brązowe i brązowoczerwone gliny piaszczysto-ilaste i piaszczyste, wapniste i silnie zwięzłe. W otworach kartograficznych utwory te leżą na czerwonych mułkach i iłach zastoiskowych stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2, a ich spąg — na wysokości 19,3–32,0 m p.p.m.

Wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B obliczone dla glin w profilu otworu 16 (Szaty Wielkie) wynoszą: 2,86–0,37–2,48, a dla tego typu utworów znalezionych w otworze 28 (Marszewo) — 1,85–0,55–1,75 (Rychel, 2008a). Wśród żwirów skał północnych dominują wapienie, a miejscami dolomity (do 28,6%), natomiast w składzie żwirów skał lokalnych zawartość wapieni sięga maksymalnie 1,6%.

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze arkusza Kętrzyn występują prawdopodobnie dwa poziomy glin zwałowych tych zlodowaceń. Gliny te są rozdzielone utworami zastoiskowymi.

Zlodowacenie Odry

Spąg utworów zlodowacenia Odry znajduje się prawdopodobnie najniżej w otworze hydrogeologicznym 76 (Nakomiady) — na wysokości około 29 m p.p.m. Do utworów zlodowacenia Odry zaliczono gliny zwałowe i osady zastoiskowe.

G l i n y z w a ł o w e tego zlodowacenia występują w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo), przykrywając osady interglacjału mazowieckiego, oraz prawdopodobnie w archiwalnych otworach hydrogeologicznych: 7 (Skierki), 56 (Nowa Wieś Kętrzyńska), 70 (Nowa Wieś Mała), 75 (Godzikowo) i 76 (Nakomiady). Na obszarze arkusza Kętrzyn tworzą one nieciągłą pokrywę (tabl. III). Gliny te są piaszczyste i szare, a ich maksymalna miąższość osiąga około 40 m.

Uśrednione wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B glin zwałowych zlodowacenia Odry wynoszą: 2,26–0,46–2,10. W składzie frakcji żwirowej skał północnych wapienie przeważają

ponad dwukrotnie nad skałami krystalicznymi, przy nieznacznym udziale dolomitów (około 5%). Badane utwory są praktycznie pozbawione żwirów skał lokalnych.

I ł y i m u ł k i z a s t o i s k o w e przewiercono w otworach kartograficznych 16 (Szaty Wielkie) i 28 (Marszewo) (przekrój geologiczny A–B i tabl. III). Są to wapniste mułki ilaste i iły, o brązowej barwie przechodzącej miejscami w brązowo-czerwony odcień. Miąższość tych osadów jest największa w otworze 7 (Skierki) i sięga do około 16 m. Podścielają one serię osadów interglacjału eemskiego i na obszarze arkusza Kętrzyn tworzą młodszy czerwony kompleks ilasty (starszy czerwony kompleks ilasty stanowią utwory mułkowo-ilaste stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2).

Zlodowacenie Warty

Kompleks osadów zlodowacenia Warty tworzy na obszarze arkusza Kętrzyn prawdopodobnie ciągłą pokrywę. Do utworów tego zlodowacenia zaliczono gliny zwałowe i osady wodnolodowcowe.

G l i n y z w a ł o w e występują w otworze 71 (Sławkowo) bezpośrednio nad glinami zwałowymi zlodowacenia Odry. Są one obecne prawdopodobnie w archiwalnych wierceniach hydrogeologicznych (otw.: 1, 2, 7, 13, 14, 25, 26, 29, 39, 41, 53, 56, 59, 70, 75 i 76) oraz w dwóch otworach badawczych 32 i 55 (Kętrzyn). Są to gliny piaszczyste, brązowe, miejscami z czerwonymi przebarwieniami, tak jak w profilu otworu kartograficznego 71 (Sławkowo), gdzie ich miąższość dochodzi do 12,6 m.

Uśrednione wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B glin zwałowych znalezionych w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo) wynoszą: 2,48–0,42–2,35 (Rychel, 2008a). Skład frakcji żwirowej charakteryzuje się przewagą północnych skał węglanowych nad skałami krystalicznymi. Zaznacza się także udział dolomitów (około 18%). Spąg tych glin leży na wysokości 12,2 m n.p.m.

Obecność p i a s k ó w i p i a s k ó w z e ż w i r a m i w o d n o l o d o w c o w y c h została udokumentowana i potwierdzona wynikami badań SGE (Bąk i in., 2008) w otworze kartograficznym 44 (Gierłoż). Utwory wodnolodowcowe tego zlodowacenia występują jako seria wapnistych piasków, stanowiących wypełnienie rynny lodowcowej. Kompleks zaczyna się od naprzemianległych warstw beżowych piasków i żwirów z widoczną niekiedy gradacją frakcji od gruboziarnistej do drobnoziarnistej, a jego część stropowa kończy się monotonną serią szaro-beżowych piasków drobnoziarnistych, miejscami pyłowatych. Miąższość tych osadów wynosi około 77 m.

Interglacjał eemski

Utwory interglacjału eemskiego zostały przewiercone w otworach kartograficznych — 16 (Szaty Wielkie) i 28 (Marszewo), a także prawdopodobnie w 71 (Sławkowo). Występują też w archiwalnych

otworach hydrogeologicznych: 2 i 12 (Garbno), 14 (Banaszki), 56 (Nowa Wieś Kętrzyńska) oraz 76 (Nakomiady).

Piaski i mułki z fauną mięczaków jeziorno-rzeczne oraz torfy wykazują maksymalną miąższość w otworze 16 (Szaty Wielkie), gdzie dochodzi ona do 40,9 m. Są to szare piaski drobnoziarniste (pyłowate) lub szarozielonkawe mułki ze smugami substancji organicznej oraz silnie skomprymowane brunatne torfy. Spąg tych osadów leży na wysokości od 2,0 m p.p.m. w Marszewie (otw. 28) do 8,9 m p.p.m. w Szatach Wielkich (otw.16).

Ich stratygrafia została określona na podstawie wyników badań palinologicznych próbek pobranych z warstwy torfów w otworze kartograficznym 16 (Krupiński, 2008b). Spektra pyłkowe charakteryzują sukcesję protokratycznego, mezokratycznego i telokratycznego odcinka interglacjału eemskiego. Ponadto badania paleobotaniczne próbek torfów wykazały obecność zredeponowanych sporomorf egzotycznych roślin oraz znajdujących się we wtórnym złożu dinocyst planktonu morskiego.

Wykonane badania malakologiczne osadów mułkowo-piaszczystych w profilu otworu kartograficznego 28 (Marszewo) pozwoliły opisać asocjację mięczaków typowych dla środowiska lądowego (Krzymińska, 2008). Obecność fauny oraz torfów w osadach piaszczysto-mułkowych była także opisywana w profilu archiwalnego otworu hydrogeologicznego 14 (Banaszki). W otworze kartograficznym 71 (Sławkowo) z podobnej warstwy osadów o miąższości 10,4 m i zalegającej bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Warty pobrano tylko jedną próbkę z 10-centymetrowej warstewki torfów. Analiza nie dostarczyła jednak danych umożliwiających określenie przynależności stratygraficznej tych utworów. Ze względu na znalezione podobieństwa w wykształceniu litologicznym i wysokości zalegania warstwy do porównania z osadami interglacjału eemskiego w pozostałych profilach, utwory w otworze 71 zostały powiązane wiekowo z tym interglacjałem. Profile otworów 16 (Szaty Wielkie) i 28 (Marszewo) są pierwszymi udokumentowanymi paleobotanicznie stanowiskami interglacjału eemskiego na obszarze Pojezierza Mrągowskiego.

Zlodowacenia północnopolskie

Na obszarze arkusza Kętrzyn gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich mają znaczne miąższości. Razem z osadami im towarzyszącymi zostały zaliczone do utworów zlodowacenia Wisły.

Zlodowacenie Wisły

Kompleks osadów zlodowacenia Wisły tworzy na obszarze arkusza Kętrzyn ciągłą pokrywę. Został on przewiercony we wszystkich otworach kartograficznych. Spąg utworów zlodowacenia Wisły leży w otworze kartograficznym 28 (Marszewo) na wysokości 20,5 m n.p.m., a ich miąższość dochodzi do około 98 m w otworze badawczym 32 (Kętrzyn).

Do utworów zlodowacenia Wisły zaliczono dwa poziomy glin zwałowych, osady wodnolodowcowe i zastoiskowe, a także osady form morfologicznych występujących na powierzchni wysoczyzny morenowej. Utwory tego zlodowacenia wiekowo przynależą do dwóch stadiałów.

Stadiał środkowy

Piaski i mułki zastoiskowe (dolne) przewiercono w otworze kartograficznym 44 (Gierłoż). Są to wapniste, beżowe piaski , drobnoziarniste (pyłowate), w spągowej części laminowane poziomo. Mają one miąższość około 18 m. Występują prawdopodobnie również w archiwalnych otworach hydrogeologicznych 55 i 59 (Kętrzyn).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) występują w otworze kartograficznym 71 (Sławkowo) i mają miąższość 9,7 m. Są to utwory wapniste, a w spągu lekko zaglinione. Tworzą jednolitą warstwę, podścielającą gliny zwałowe stadiału środkowego zlodowacenia Wisły. Tego typu utwory znaleziono również w otworze kartograficznym 28 (Marszewo) gdzie mają miąższość 10,7 m i w profilu znajdują się pod piaskami i żwirami wodnolodowcowymi (górnymi) tego stadiału.

Gliny zwałowe występują w trzech otworach kartograficznych. W otworze 16 (Szaty Wielkie) wapniste i szaro-brązowe gliny ilasto-piaszczyste mają miąższość 14 m. W otworze 44 (Gierłoż) gliny o podobnych cechach są przewarstwione piaskami pyłowatymi i mułkami piaszczystymi oraz wykazują miąższość 11,8 m. W otworze 71 (Sławkowo) miąższość tych osadów wynosi 23,2 m. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B wynoszą kolejno: 1,88–0,55–1,70; 2,05–0,54–1,94 i 2,27–0,52–1,92 (Rychel, 2008a). W glinach stadiału środkowego zlodowacenia Wisły, podobnie jak w glinach stadiału górnego tego zlodowacenia, wśród żwirów skał północnych wapienie wyraźnie przeważają nad skałami krystalicznymi przy około 13-procentowym udziale dolomitów, natomiast zawartość skał lokalnych sięga do około 8%.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) występują w otworach: kartograficznych 28 (Marszewo) i 44 (Gierłoż), hydrogeologicznych — 14 (Banaszki), 25 i 26 (Jeżewo), 40 (Czerniki) i 75 (Godzikowo), a także w badawczym 32 (Kętrzyn). Ich zasięg został wyznaczony także na podstawie wyników badań SGE (Bąk i in., 2008) terenu pomiędzy otworami 71 (Sławkowo) i 76 (Nakomiady). Miąższość tych utworów osiąga około 30 m (otw. 28). Miejscami jednak mogą one być jeszcze bardziej miąższe (otw. 26).

Piaski i mułki zastoiskowe (górne) wypełniają zagłębienia w glinach zwałowych stadiału środkowego, a ich miąższość może dochodzić do 26 m (otw.16). Przewiercono je w otworach kartograficznych 44 (Gierłoż) i 16 (Szaty Wielkie), gdzie występują jako szare piaski i mułki oraz szaro-brązowe iły i mułki ilaste, miejscami z wkładkami szarobrązowych deluwialnych glin ilastych. Utwory tego wieku znaleziono także w otworach hydrogeologicznych — 1 (Dubliny), 31 (Bałtrucie), 40 (Czerniki) i 53 (Kętrzyn) oraz w otworze badawczym 55 (Kętrzyn).

Margle i gezy górnokredowe jako kry w glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły zostały stwierdzone na powierzchni terenu w Kętrzynie i w Kątach. Miąższość tych utworów wynosi od 1,5 m (Kąty) do około 4,0 m w Kętrzynie, gdzie została oszacowana na podstawie wyników badań inżynierskich na potrzeby budowy osiedli mieszkaniowych w tym mieście. Zostały one już opisane dokładniej w rozdziale dotyczącym osadów kredowych. Podobne utwory zostały również znalezione na obszarze sąsiedniego arkusza Sterławki Wielkie SMGP (Muchowski i in., 1995, 2000).

Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły tworzą połacie wysoczyzny polodowcowej. Na Pojezierzu Mrągowskim, w centralnej i południowej części obszaru arkusza, są one piaszczyste, natomiast gliny występujące na prawie płaskiej Nizinie Sępopolskiej, w północnej i północno-zachodniej części terenu badań, przechodzą w odmiany ilaste. Widoczne są w tym względzie podobieństwa z sąsiadującym od zachodu obszarem arkusza Reszel SMGP (Lisicki i in., 2011, 2012). Utwory tego stadiału odznaczają się znaczną miąższością i występującymi lokalnie przewarstwieniami żwirów, zarówno w postaci bruku, jak i niewielkich rozmiarów żwirowo-piaszczystych soczew, przez co gliny wydają się być dwudzielne. W otworze kartograficznym 28 (Marszewo) wapniste gliny piaszczysto-ilaste charakteryzują się barwą od beżowo-brązowej, czerwono-brązowej i brązowej w części stropowej do brązowo-szarej w partii spągowej. Ich miąższość wynosi 36,4 m. W otworze kartograficznym 44 (Gierłoż) są to szare i wapniste gliny piaszczyste, rozdzielone metrowej miąższości warstwą szarych iłów z brązowo-szarymi glinami ilastymi. Łączna miąższość osadów wynosi tutaj 40,8 m. W otworze kartograficznym 16 (Szaty Wielkie) bezwapniste, zwietrzałe w stropie gliny piaszczyste i piaszczysto-ilaste wykazują barwę brązowo-szarą do głębokości 8,0 m. W spągowej partii tych utworów na głębokości 8,0–23,0 m (miąższość 15 m) znaleziono szarobrązowe i wapniste gliny piaszczysto-ilaste. W otworze 71 (Sławkowo) wapniste, brązowo-szare gliny ilaste występują w kilku warstwach rozdzielonych mułkami ilastymi. Łączna miąższość tych osadów wynosi około 50 m.

Badania petrograficzne glin zwałowych (Rychel, 2008a) pozwoliły na określenie ich współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B: 1,88–0,56–1,67 w Szatach Wielkich (otw. 16); 2,18–0,51–1,71 w Marszewie (otw. 28); 2,12–0,50–1,57 w Gierłoży (otw. 44) i 2,05–0,55–1,57 w Sławkowie (otw. 71). W niezwietrzałych glinach stadiału górnego, podobnie jak w glinach stadiału środkowego, wśród żwirów skał północnych wapienie wyraźnie przeważają nad skałami krystalicznymi, przy wyraźnym udziale dolomitów (do około 10%). Zawartość skał lokalnych maksymalnie dochodzi do około 10%.

Piaski lodowcowe występują w formie rozległego płata w centralnej części obszaru arkusza Kętrzyn — na północ od Windykajm i na zachód od Gnatowa. Są to słabo wysortowane piaski

drobno- i różnoziarniste, silnie pyłowate i gliniaste, obocznie przechodzące w gliny. Miąższość ich wynosi do 15 m.

P i a s k i , ż w i r y i g l i n y z w a ł o w e m o r e n c z o ł o w y c h we wschodniej części obszaru arkusza Kętrzyn budują wyniesienia, których wysokości względne przekraczają 20 m. Najrozleglejsza morena czołowa znajduje się na północ od Kątów. Pod około metrową pokrywą glin i około 1,5-metrową warstwą zlepionych glinami żwirów o średnicy do 10 cm zalegają warstwowane horyzontalnie piaski różnoziarniste i drobnoziarniste ze żwirami, o miąższości do 3 m, a pod nimi piaski drobnoziarniste i pyłowate. Pas mniejszych, przykrytych glinami pagórków rozciąga się na obszarze na południe od Kątów aż do Kolonii Starej Różanki i stanowi on przedłużenie strefy wyznaczonej przez formy morenowe na sąsiadującym od wschodu terenie arkusza Sterławki Wielkie (Muchowski i in., 1995, 2000). Podobnie drugi ciąg moren występuje w południowo-wschodniej części badanego obszaru — od Sławkowa w kierunku Pożarek oraz na wschód od jeziora Kwiedzińskiego. Często są to mniejsze wzniesienia piaszczysto-żwirowe.

P i a s k i i ż w i r y a k u m u l a c j i s z c z e l i n o w e j występują licznie w południowej, południowo-zachodniej i zachodniej części badanego terenu, na granicy wysoczyzny gliniastej i poziomu sandrowego. Tworzą one dobrze widoczne, liniowo wydłużone wzgórza, m.in. w rejonie Linkowa, Pudwąg, Bezławek czy Pręgowa. Są to warstwowane równolegle piaski drobno- i różnoziarniste, miejscami przepełnione żwirami, z domieszką mułków (pyłów) i z widocznymi strukturami płaskiego dna (riplemarki typu b). Miąższość tych utworów przekracza 10 m. Eksploatacja w piaskowniach-żwirowniach w okolicach Pudwąg była prowadzona od początków ubiegłego stulecia. Obecnie są czynne jedynie pojedyncze wyrobiska.

Forma akumulacji szczelinowej zlokalizowana w południowo-wschodnim narożu terenu badań, na granicy z obszarem arkusza Sterławki Wielkie, przez autorów opracowania tego rejonu (Muchowski i in., 1995, 2000) została uznana za oz.

P i a s k i , ż w i r y i g l i n y z w a ł o w e w s p ł y w a c h m o r e n m a r t w e g o l o d u budują pagórki i pojedyncze izolowane drobne wyniesienia w sąsiedztwie zagłębień wytopiskowych. Najlepiej poznane osady tego typu występują w odsłonięciu (piaskownia-żwirownia) na południe od Szat Wielkich. Są to piaski drobno- i różnoziarniste ze żwirami, ze znaczną domieszką mułków (pyłów), z widocznym warstwowaniem horyzontalnym. Osady te są przykryte glinami o genezie spływowej, a ich miąższość nie przekracza 4 m.

P i a s k i i m u ł k i , m i e j s c a m i g l i n y z w a ł o w e w s p ł y w a c h , p l a t e a u k e m o w y c h w sąsiedztwie torfów we wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Czernik, przylegają do linii brzegowej jeziora Siercze. Są to głównie osady mułkowe i piaski drobnoziarniste. Utwory te miejscami przykrywają gliny spływowe, a łączna ich miąższość wynosi około 7 m.

Gliny zwałowe w spływach kemów tworzą pagórki występujące głównie w północnej części terenu, a także w samym Kętrzynie i w południowej części obszaru — w okolicach Nakomiad i Wólki. Są to formy zbudowane z glin o genezie spływowej o miąższości do 10 m.

Piaski i mułki, miejscami gliny zwałowe w spływach, kemów najliczniej pojawiają się na powierzchni wschodniej i południowo-wschodniej części wysoczyzny morenowej falistej. Tworzą one wyodrębnione w terenie pagórki, często w sąsiedztwie obniżeń wytopiskowych. Pagórki kemowe budują piaski drobnoziarniste (pyłowate) oraz mułki, miejscami przykryte glinami o genezie spływowej. Największa i najbardziej rozległa forma tego typu występuje na granicy poziomu sandrowego i wysoczyzny morenowej w południowo-wschodnim narożu obszaru arkusza, na północ od Kolonii Nakomiad. W tym miejscu miąższość tych osadów sięga do około 14 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe budują szlak sandrowy o szerokości ponad 5 km w południowej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza Kętrzyn. W odsłonięciu, w rejonie Mażan występują warstwowane poziomo piaski różnoziarniste z przewagą frakcji drobnoziarnistej ze żwirami. W otworze kartograficznym 44 (Gierłoż) nawiercono je do głębokości 23,5 m, a w otworze hydrogeologicznym 43 (Gierłoż) miąższość tych utworów wynosi około 15 m (przekrój geologiczny A–B).

Gliny ilaste, miejscami piaski ilaste, wodnomorenowe powstały w wyniku akumulacji osadów krótkiego transportu wodnego w formie jęzorów błotnych na utworach wodnolodowcowych, na glinach zwałowych oraz przy kontakcie z osadami zastoiskowymi. Gliniasto-ilaste osady wodnomorenowe przykrywają holoceńskie osady zastoiskowe i lokalnie je podścielają. Ich miąższość sięga zazwyczaj 2 m, a lokalnie może przekroczyć 5 m (przekrój geologiczny A–B).

Mułki i iły zastoiskowe występują dość powszechnie na północnym skraju badanego obszaru, m.in. w okolicach Kiemławek Małych (punkt dok. 2). Często kontynuują się one na obszar sąsiedniego arkusza Barciany SMGP, gdzie pojawiają się powszechnie i dlatego zostały dobrze rozpoznane (Pochocka-Szwarc, Krawczyk, 2009). Są to wapniste iły pyłowate, brązowe i stalowo-szare. Miąższość tych osadów zbiornikowych może dochodzić do 10 m.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Osady te powstawały powszechnie u schyłku plejstocenu, kiedy badany teren charakteryzował brak pokrywy roślinnej, oraz w holocenie, w wyniku procesu odlesiania obszaru przez działalność człowieka.

Piaski i gliny deluwialne, osadzone w wyniku spłukiwania osadów przez wody opadowe, mają miąższość do kilku metrów. Lokalnie przykrywają one gliny zwałowe zlodowacenia Wisły, ale głównie zalegają na holoceńskich osadach jeziornych i rzecznych oraz na torfach.

c. Holocen

Do utworów holocenu zaliczają się: osady jeziorne, osady rzeczne, osady wąskich den dolinnych i zagłębień bezodpływowych oraz gytie, torfy, miejscami namuły torfiaste.

Mułki i piaski jeziorne najczęściej występują w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Wypełniają one rozległe zagłębienia wzdłuż koryta Gubra o szerokości do około 1 km oraz przy południowo-wschodniej granicy obszaru arkusza, gdzie sąsiadują z największym na terenie badań kemem. Osady te zawierają liczne szczątki roślinne, a ich miąższość dochodzi do kilku metrów.

W okolicach Gierłoży holoceńskie utwory jeziorne przechodzą na obszar arkusza SMGP Sterławki Wielkie, gdzie zostały one opisane jako piaski i mułki piaszczyste o genezie takiej samej jak na terenie arkusza Kętrzyn z tą różnicą, że zaliczono je do osadów stadiału górnego (głównego) fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły (Muchowski i in., 2000). Nie zostały tu jednak wykonane żadne ekspertyzy palinologiczne dokumentujące wiek osadów występujących na powierzchni. Jednocześnie nie jest wykluczone, że akumulacja tych utworów mogła jeszcze odbywać się na początku holocenu. Dodatkowo na wschodniej granicy terenu, w rejonie Pożarek, osady jeziorne pojawiają się pod przykryciem torfów. Na obszarze arkusza Sterławki Wielkie na holoceńskie utwory jeziorne w tym miejscu składają się przede wszystkim iły, miejscami mułki.

Piaski rzeczne na ogół drobnoziarniste, z niewielkim udziałem frakcji średnioziarnistej, odznaczają się dobrym wysortowaniem, obecnością minerałów odpornych na wietrzenie z przewagą kwarcu i zawierają lokalnie domieszkę szczątków roślinnych. Są one związane z dolinami Gubra i Dajny, gdzie zazwyczaj wypełniają wąskie obniżenia, mierzące do około 150 m szerokości i do 20 m głębokości. Budują również rozległe równie w dolinach obu rzek o szerokości dochodzącej do około 750 m w południowej części obszaru (rejon Muławek i Owczarek).

Piaski humusowe i namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych stanowią wypełnienie przede wszystkim długich, wąskich dolin o stromych zboczach głównych rzek tego obszaru — Gubra i Dajny. Stwierdzono je również w krótkich dolinkach rzecznych oraz niekiedy w drobnych zagłębieniach po bryłach martwego lodu.

Namuły torfiaste wypełniające niewielkie dolinki cieków zostały znalezione jedynie na południowej granicy terenu badań z obszarem arkusza Mrągowo SMGP.

Gytie — głównie węglanowe, podrzędnie drobnodetrytusowe, znajdują się w pojedynczych zagłębieniach jeziornych albo zalegają pod torfami. Lokalnie leżą one na utworach jeziornych i rzecznych holocenu oraz na glinach zwałowych zlodowacenia Wisły. Największą miąższość (do 6 m) osiągają w dolinie Gubra, między Nakomiadami a Bałowem.

Torfy zaczęły tworzyć się w holocenie — proces ich powstawania trwa do dzisiaj, wszędzie tam, gdzie pozwalają na to zachowane w miarę naturalne warunki wodne. Występują one zarówno na

rozległych obszarach torfowisk, jak i w małych zagłębieniach bezodpływowych. Głównie spotyka się torfy niskie, których miąższość dochodzi do kilku metrów.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Wyniki badań SGE (Bąk i in., 2008) i dane pochodzące z otworów kartograficznych oraz otworów archiwalnych przebijających utwory czwartorzędowe pokazały, że powierzchnia utworów paleogeńskich i neogeńskich jest dość urozmaicona. Na obszarze arkusza Kętrzyn budują ją utwory paleoceńskie, eoceńskie, oligoceńskie i mioceńskie (tabl. II). Jest ona porozcinana formami dolinnymi. Obniżenie występujące w południowo-wschodniej części obszaru badań to kontynuacja doliny wyznaczonej na terenie arkusza Mrągowo SMGP (Lisicki, 1997a). Depresja ta charakteryzuje się najwyższą na obszarze badań kopalną krawędzią o przebiegu NW–SE, przy której odsłaniają się utwory kredy. Na obszarze arkusza Kętrzyn stanowią one kontynuację osadów tego wieku w podłożu podczwartorzędowym z terenu arkusza Mrągowo i dlatego zostały uwzględnione w interpretacji budowy geologicznej, mimo że na terenie badań nie stwierdzono w otworach wiertniczych ich kontaktu ze spągiem utworów plejstoceńskich. Najgłębsza forma dolinna znajduje się w północnej części terenu arkusza Kętrzyn, a jej dno opada prawdopodobnie na wysokość poniżej 130 m p.p.m.

Powierzchnia paleogeńsko-neogeńska powstała w wyniku procesów tektonicznych, na które nałożyły się być może procesy glacitektoniczne, a na pewno czwartorzędowe procesy erozji wodnej i lodowcowej. Dowodami na to są brakujące w wielu miejscach osady mioceńskie i dość wysoko wyniesione utwory paleocenu. Pod koniec neogenu powstał system uskoków. System główny, prawdopodobnie starszy, ma przebieg NW–SE, a nawet zbliżony do W–E. Młodszy układ składa się z uskoków przesuwczych o przebiegu N–S. Oba systemy uskoków zostały pokazane na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. II). Ich obecność potwierdza mapa liniowych elementów strukturalnych Polski (Graniczny i in., 1995). Wyinterpretowany w centralnej części obszaru arkusza Kętrzyn uskok o przebiegu południkowym, któremu towarzyszy 20-metrowa skarpa, zdaje się być najistotniejszy, bo znajdujący odzwierciedlenie w dzisiejszej morfologii terenu — w tym miejscu występuje kontakt trzech regionów fizycznogeograficznych: Niziny Sępopolskiej od zachodu, Krainy Wielkich Jezior Mazurskich od wschodu i Pojezierza Mrągowskiego od południa. Istnieje przypuszczenie, że obszar Niziny Sępopolskiej podlegał procesom subdukcji, która trwa do chwili obecnej. Mogłoby to tłumaczyć obecność jedynych w tym rejonie stanowisk osadów interglacjału eemskiego oraz znaczne miąższości utworów zlodowacenia Wisły.

Zaburzenia glacitektoniczne w osadach czwartorzędowych są dość hipotetyczne, gdyż nawet na podstawie analizy wyników badań SGE (Bąk i in., 2008) czyli wzajemnego zalegania osadów nisko-

i wysokooporowych, nie można dokonać wiarygodnej interpretacji. W otworach kartograficznych nie znaleziono struktur osadów, które sugerowałyby istnienie tego typu zaburzeń. Przypuszczalne kopalne zaburzenia glacitektoniczne występują w rejonie obecnego styku obszaru nisko położonego hipsometrycznie czyli Niziny Sępopolskiej z wysoczyzną pojezierną Pojezierza Mrągowskiego. W czwartorzędzie była to zawsze strefa kontaktu obszarów niżej i wyżej położonych, a którą lądolody musiały pokonać w trakcie ich transgresji. Na Mapie Glacitektonicznej Polski właśnie obszar Niziny Sępopolskiej na styku z obszarem Pojezierza Mrągowskiego (dolina rzeki Guber) został nazwany depresją glacitektoniczną widoczną we współczesnej rzeźbie (Ber, 2006). Prawdopodobnie na tym odcinku dolina Gubra ma założenia tektoniczne. Natomiast wzgórza morenowe o przebiegu SW–NE zostały zidentyfikowane jako wzgórza i wały oraz pojedyncze wzgórza zbudowane z zaburzonych osadów przedczwartorzędowych lub czwartorzędowych (Ber, 2006), na co potwierdzeniem może być występowanie w ich sąsiedztwie, w glinach stadiału górnego zlodowacenia Wisły, kier margli i gez kredy górnej w Kętrzynie oraz w okolicach Kątów (Liszkowski, 1983).

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W kredzie górnej, paleocenie i prawdopodobnie eocenie na omawianym obszarze odbywała się sedymentacja morska (tab. 2). Osady powstałe w okresie kredy górnej to mułowce margliste, iłowce, margle i gezy. Pod koniec paleocenu nastąpiła regresja morska, a na badanym obszarze panowało morze epikontynentalne, w którym osadziły się piaski kwarcowe i glaukonitowe. Ostatni raz morze wkroczyło na teren arkusza Kętrzyn w eocenie. Po ponownej eoceńskiej transgresji morskiej pojawiły się piaski kwarcowe z glaukonitem, miejscami piaski ilaste. W oligocenie dolnym morze epikontynentalne, w którym dalej były akumulowane piaski kwarcowe i glaukonitowe oraz iły, powoli uległo wycofaniu. Zaczął się okres sedymentacji lądowej, który zaznaczył się powstaniem osadów z substancją brunatnowęglową. W miocenie na omawianym obszarze trwała sedymentacja lądowa w jeziorzyskach, gdzie były akumulowane iły i piaski, miejscami węgiel brunatny. Pod koniec neogenu utworzyły się systemy uskoków, będące echem orogenezy alpejskiej.

Na obszarze objętym arkuszem Kętrzyn nie została stwierdzona obecność osadów plejstocenu dolnego.

W plejstocenie lądolód zlodowacenia Narwi egzarował powierzchnię i złożył gliny, których rezydua zachowały się tylko w obniżeniach o założeniach prawdopodobnie tektonicznych. Lokalnie tworzyły się zastoiska, w których osadzały się piaski i mułki.

Dwukrotne pokrycie obszaru przez lądolód podczas stadiałów dolnego i górnego zlodowacenia Nidy pozostawiły miąższe kompleksy glin zwałowych, zalegające często bezpośrednio na utworach

Tabela 2

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia				Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Piętro	Podpiętro		
Czwartorzęd	Holocen			Torfy — $_{t}Q_{h}$	Akumulacja bagienna
				Namuły torfiaste — $_{nt}Q_{h}$	
				Gytie — $_{gy}Q_{h}$	Akumulacja jeziorna
				Piaski humusowe i namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych — $_{phn}Q_{h}$	Zamulanie dolin i zagłębień bezodpływowych, akumulacja mineralno-organiczna
				Piaski rzeczne — $_{p}^{f}Q_{h}$	Erozja i akumulacja rzeczna
				Mułki i piaski jeziorne — $_{mp}^{li}Q_{h}$	Akumulacja jeziorna
				Piaski i gliny deluwialne — $_{pg}^{d}Q$	Zmywanie osadów ze zboczy i ich akumulacja u podnóża stoków lub w obniżeniach
	Plejstocen	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Stadiał górny	Mułki i iły zastoiskowe — $_{mi}^{b}Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach
					Gliny ilaste, miejscami piaski ilaste, wodnomorenowe — $_{gi}^{fgg}Q_{p^4}^{B3}$	Wytapianie osadów z brył martwego lodu i ich osadzanie w formie jęzorów błotnych po krótkim transporcie
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $_{pż}^{fg}Q_{p^4}^{B3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa, powstanie szlaku sandrowego
					Piaski i mułki, miejscami gliny zwałowe w spływach, kemów — $_{pm}^{(k)}Q_{p^4}^{B3}$	
					Gliny zwałowe w spływach kemów — $_{gzw}^{(k)}Q_{p^4}^{B3}$	
					Piaski i mułki, miejscami gliny zwałowe w spływach, plateau kemowych — $_{pm}^{(pk)}Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja przez wody lodowcowe między bryłami martwego lodu
					Piaski, żwiry i gliny zwałowe w spływach moren martwego lodu — $_{pż}^{(gm)}Q_{p^4}^{B3}$	
					Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej — $_{pż}^{(gs)}Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja przez wody lodowcowe w szczelinach lodowych
					Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych — $_{pż}^{(gc)}Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja osadów u czoła lądolodu, depozycja grawitacyjna i przez wody lodowcowe
					Piaski lodowcowe — $_{p}^{g}Q_{p^4}^{B3}$	Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
					Gliny zwałowe — $_{gzw}^{g}Q_{p^4}^{B3}$	
					Margle i gezy górnokredowe jako kry w glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły — $_{Cr_m}Q_{p^4}^{B3}$	Egzaracja lodowcowa, tworzenie się kier lodowcowych
				Stadiał środkowy	Piaski i mułki zastoiskowe (górne) — $_{pm2}^{b}Q_{p^4}^{B2}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $_{pż2}^{fg}Q_{p^4}^{B2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego lądolodu
					Gliny zwałowe — $_{gzw}^{g}Q_{p^4}^{B2}$	Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $_{pż1}^{fg}Q_{p^4}^{B2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lądolodu
					Piaski i mułki zastoiskowe (dolne)— $_{pm1}^{b}Q_{p^4}^{B2}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach przed czołem nasuwającego się lądolodu
		Interglacjał eemski			Piaski i mułki z fauną mięczaków jeziorno-rzeczne oraz torfy — $_{pm}^{li-f}Q_{p_{3-4}}$	Erozja i akumulacja jeziorno-rzeczna

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty		Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — $^{fg}_{ppż}Q^{W}_{p^3}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{W}_{p^3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
			Zlodowacenie Odry		Iły i mułki zastoiskowe — $^{b}_{im}Q^{O}_{p^3}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{O}_{p^3}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
		Interglacjał wielki	Zlodowacenie Liwca		Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{C}_{p^{2-3}}$	Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
			Interglacjał mazowiecki		Piaski i mułki z detrytusem roślinnym i iły z fauną mięczaków, jeziorno-rzeczne — $^{li\text{-}f}_{pmi}Q^{M}_{p^{2-3}}$	Erozja i akumulacja jeziorno-rzeczna
		Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Stadiał górny	Mułki i iły zastoiskowe, miejscami gliny ilaste deluwialne — $^{b}_{mi}Q^{G3}_{p^2}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $^{fg}_{pż}Q^{G3}_{p^2}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{G3}_{p^2}$ Mułki i piaski zastoiskowe — $^{b}_{mp}Q^{G3}_{p^2}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach przed czołem nasuwającego się lądolodu
				Stadiał dolny	Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{G1}_{p^2}$	Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
			Interglacjał ferdynandowski			Silna denudacja
			Zlodowacenie Sanu 1		Piaski i mułki zastoiskowe — $^{b}_{pm}Q^{S}_{p^2}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{S}_{p^2}$	Silna denudacja Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach przed czołem nasuwającego się lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
			Zlodowacenie Nidy	Stadiał górny	Iły zastoiskowe — $^{b}_{i}Q^{N3}_{p^2}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $^{fg}_{pż}Q^{N3}_{p^2}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{N3}_{p^2}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach w czasie recesji lądolodu Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
				Stadiał dolny	Piaski i mułki zastoiskowe — $^{b}_{pm}Q^{N1}_{p^2}$ Piaski i piaski ze żwirami wodnolodowcowe — $^{fg}_{ppż}Q^{N1}_{p^2}$ Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{N1}_{p^2}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach w czasie recesji lądolodu Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu
		Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi		Piaski i mułki zastoiskowe — $^{b}_{pm}Q^{A}_{p^1}$ Bruk rezydualny — $^{r}_{bk}Q^{A}_{p^1}$	Akumulacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach w czasie recesji lądolodu Egzaracja i akumulacja lodowcowa, wietrzenie, potem rozmywanie i przemywanie
					Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe oraz iły paleogeńskie jako kry w utworach plejstoceńskich — $^{}_{Pg}Q_{p}$	Egzaracja lodowcowa, tworzenie się kier lodowcowych

cd. tabeli 2

Neogen	Miocen			Iły i piaski, miejscami z wkładkami węgla brunatnego — $_{ip}M$	Akumulacja jeziorzyskowa
Paleogen	Oligocen			Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe, iły oraz mułki — $_{p}Ol$	Akumulacja morska oraz lądowa Powolna regresja morska
	Eocen			Piaski kwarcowe z glaukonitem, miejscami piaski ilaste — $_{p}E$	Akumulacja morska Transgresja morska
	Paleocen			Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe — $_{p}Pc$	Akumulacja morska (morze epikontynentalne)
Kreda	Kreda górna	Mastrycht		Mułowce margliste, iłowce, margle i gezy — $_{mcme}Cr_{m}$	Akumulacja morska

podczwartorzędowych. Sedymentacja osadów lodowcowych była przerywana erozją i akumulacją wód roztopowych oraz sedymentacją zastoiskową.

Podczas zlodowacenia Sanu 1 zostały złożone gliny zwałowe, które zachowały się jedynie we wschodniej części omawianego obszaru. Prawdopodobnie są to utwory stadiału dolnego tego zlodowacenia, gdyż w młodszej części stadiału górnego tego zlodowacenia i w interglacjale ferdynandowskim zachodziły procesy silnej denudacji. Doprowadziła ona do całkowitego zniszczenia osadów stadiału górnego na terenie badań. Podobna sytuacja była opisywana na obszarze arkusza Reszel SMGP (Lisicki i in., 2011, 2012).

Z transgresją lądolodu w stadiale dolnym zlodowacenia Sanu 2 wiążą się sedymentacja zastoiskowa w lokalnych obniżeniach oraz osadzenie się glin zwałowych. W stadiale górnym tego zlodowacenia, przed transgredującym lądolodem, również miała miejsce akumulacja osadów zastoiskowych, a później powszechnie osadziły się gliny zwałowe o czerwonawym zabarwieniu. W czasie deglacjacji obszaru zostały złożone w dolinach osady wodnolodowcowe, a następnie mułki i iły zastoiskowe, zwane w literaturze czerwonym kompleksem ilastym (Lisicki, 2003).

W interglacjale mazowieckim miała miejsce sedymentacja jeziorna, której wynikiem jest obecność iłów z fauną mięczaków i sedymentacja osadów rzecznych z detrytusem roślinnym (Rychel, 2008c).

Prawdopodobnie począwszy od zlodowacenia Sanu 2 kolejne lądolody mogły znacznie zaburzać glacitektonicznie strefę krawędziową kontaktu obszaru nizinnego i wysoczyznowego, co może potwierdzać obecność kry utworów ilastych o ponad 60-metrowej miąższości (przekrój geologiczny A–B). Według Baranieckiej (1981) prawdopodobnie powodem tych procesów było podniesienie obszaru wysoczyznowego w czasie interglacjału mazowieckiego (faza tektoniczna mazowiecka).

Natomiast lądolód zlodowacenia Liwca na terenie badań pozostawił po sobie tylko poziom glin zwałowych.

Transgredujący z północy lądolód zlodowacenia Odry złożył gliny zwałowe. Z jego recesją jest wiązane powstanie drugiego poziomu ilastych i mułkowych osadów charakteryzujących się czerwoną barwą.

Lądolód zlodowacenia Warty pozostawił po sobie gliny zwałowe i bardzo znacznej miąższości osady wodnolodowcowe, które zachowały się jako wypełnienie rynny nawierconej w otworze kartograficznym 44 (Gierłoż) we wschodniej części obszaru.

W interglacjale eemskim w niskoenergetycznym środowisku odbywała się sedymentacja rzeczna utworów piaszczysto-mułkowych z namyciami humusu, a miejscami jeziorna, dająca torfy. Tworzące się w ten sposób osady wypełniały liczne, miejscami głębokie doliny.

Lądolód zlodowacenia Wisły dwukrotnie nasunął się na powierzchnię arkusza Kętrzyn. Przed transgredującym lądolodem stadiału środkowego lokalnie osadzały się utwory zastoiskowe, a następnie wodnolodowcowe. Po utworzeniu się poziomu glin zwałowych, w czasie deglacjacji obszaru, były również akumulowane w dolinach i w obniżeniach terenu osady wodnolodowcowe i zastoiskowe, ale o znacznie większej miąższości.

W czasie transgresji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły gliny zwałowe pokryły cały obszar omawianego arkusza, tworząc powierzchnię wysoczyzny morenowej.

Zaznaczyły się tu co najmniej dwie, a może trzy fazy recesyjne lądolodu, widoczne w linijnym układzie moren czołowych. Grupują się one w ciągi znajdujące kontynuację, a raczej zwieńczenie, na obszarach sąsiadujących od wschodu arkuszy SMGP (Sterławki Wielkie i Budry). Taki stan rzeczy wymusiła skomplikowana sytuacja geologiczna w tym rejonie. Prawdopodobna jest sytuacja opisana przez autorów opracowania obszaru arkusza Sterławki Wielkie, że w trakcie recesji lądolodu, gdy na południu tego terenu odbywały się już procesy związane z zanikiem martwych lodów, na północy mogła jeszcze istnieć strefa lodów czynnych. Różnoczasowe nasunięcia lądolodu mogły powodować spiętrzanie materiału skalnego — na powierzchni terenu są odnajdowane kry skał kredowych czyli fragmenty podłoża, które przymarzły do stopy lądolodu podczas jego ruchu. W początkowym etapie deglacjacji obszaru w szczelinach lodowych płynęły wody, akumulując lokalnie materiał przyszłych form szczelinowych. Równocześnie w przetainach i rozpadlinach osadzał się materiał przyszłych kemów. Proces deglacjacji postępował i nastąpiła stagnacja lądolodu, który zaczął się rozpadać na płaty. Rozległy i miąższy płat takiego lądolodu pokrywał obszar Niziny Sępopolskiej. Na terenie wysoczyzny utworzyły się bryły martwego lodu, a miejscami między nimi gromadziły się osady przyszłych moren martwego lodu. W strefach krawędziowych wysoczyzny często tworzyły się formy kemowe, a od stref morenowych uformował się idący na południe szlak odpływu sandrowego.

W izolowanych obniżeniach na obszarze wysoczyzny funkcjonowały niewielkie zastoiska. Z brył martwych lodów wytapiał się materiał, który w formie jęzorów błotnych, po krótkim transporcie był deponowany jako nieregularne płaty osadów wodnomorenowych. Akumulacja piaszczystych glin zwałowych na obszarze wysoczyzny morenowej falistej była prawdopodobnie spowodowana w znacznym stopniu odprowadzeniem najdrobniejszego materiału ilasto-pyłowatego w warunkach niskoenergetycznego przepływu wód lodowcowych. Obszar wysoczyzny morenowej płaskiej w tym samym czasie jeszcze długo przykrywał martwy lód, dlatego też wody lodowcowe miały utrudniony odpływ, co z kolei powodowało deglacjację głównie przez ablację i osadzenie się ilastych glin zwałowych.

Przypuszcza się, że pod koniec plejstocenu (interstadiał Allerød), jeszcze na pogrzebanych w osadach bryłach martwego lodu, w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Nakomiad, mogły już powstawać lokalnie torfy. Nie jest to jeszcze jednak potwierdzone odpowiednimi badaniami.

W czasie ochłodzenia klimatu, na przełomie plejstocenu i holocenu, w dolinach erozyjnych i u podnóża skarp były deponowane osady deluwialne.

W holocenie, pod koniec okresu preborealnego, następowało intensywne zanikanie ostatnich brył martwego lodu. Proces ten doprowadził do powstania jeszcze liczniejszych niż pod koniec plejstocenu zbiorników jeziornych. W nich powstawały młodsze osady jeziorne. Zaczęła formować się sieć dolin rzecznych odprowadzająca wody generalnie w kierunku północnym. Widoczne głębokie wcięcie erozyjne doliny Gubra i jego dopływu Dajny świadczy o obniżeniu bazy erozyjnej na tym obszarze. W zagłębieniach bezodpływowych i wąskich rozcięciach dolinnych osadzały się piaski humusowe i namuły, a misy jeziore wypełniały się gytiami i torfami. Akumulacja osadów jeziornych, rzecznych, deluwialnych i bagiennych trwa do dziś.

IV. PODSUMOWANIE

Cztery otwory kartograficzne wykonane na obszarze arkusza Kętrzyn dotarły do utworów podłoża podczwartorzędowego. Oprócz nich uwzględniono w opracowaniu profile pięciu otworów badawczych i 16 hydrogeologicznych, przebijających osady plejstocenu. Na podstawie badań palinologicznych rozpoznano utwory paleocenu i eocenu. Badania petrograficzne osadów pobranych z rdzeni wiertniczych umożliwiły rozpoziomowanie glin zwałowych i zaklasyfikowanie ich do odpowiednich litotypów stratygraficznych. W wyniku badań okazało się, że na terenie arkusza występuje jedenaście poziomów glin zwałowych należących do ośmiu zlodowaceń oraz rozdzielające gliny osady wodnolodowcowe i zastoiskowe, jeziorne i rzeczne, a rzadziej wodnomorenowe. Współczynniki petrograficzne glin zwałowych i procentowa zawartość występujących w nich żwirów są zgodne z danymi

otrzymanymi wcześniej z badań odpowiednich glin z obszarów arkuszy SMGP: Piecki, Mrągowo, Bredynki (Kalinowska-Jaźwińska i in., 2012a, b) i Reszel. Są one charakterystyczne nie tylko dla Mazur, ale i dla całej Polski północno-wschodniej oraz całego dorzecza Wisły (Lisicki, 2003).

Stwierdzono obecność dwóch poziomów osadów interglacjalnych, które udokumentowano palinologicznie i paleontologicznie. Wyniki tych analiz są przełomowe w przypadku osadów interglacjału eemskiego i posłużą do korelacji stratygraficznej utworów z innych stanowisk w tej części północno-wschodniej Polski.

Przedstawiono szczegółowy model budowy tektonicznej podłoża osadów czwartorzędowych.

Podczas prac terenowych i w trakcie analizy uzyskanych materiałów określono charakter i budowę geologiczną form morfologicznych występujących na badanym obszarze. Odtworzono kolejność tworzenia się tych form.

Rozróżniono strefy najmłodszej deglacjacji arealnej i deglacjacji przez ablację oraz powiązano je z morfologicznymi odpowiednikami w terenie. Prześledzono przebieg recesyjnych stref czołowo-morenowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły.

Niewątpliwie dalszych badań wymagają miąższe osady lodowcowe, szczególnie gliny zaliczone do stadiału górnego zlodowacenia Wisły, które zdają się wykazywać dwudzielność.

Należy też podjąć próbę powiązania w całość występujących tu dwóch lub trzech stref form morenowych, które zanikają w okolicach Kętrzyna, a z pewnością kontynuują się na wschód, na obszarach innych arkuszy SMGP (Sterławki Wielkie, Węgorzewo i Budry).

Inne warte rozważenia zagadnienie stanowi identyfikacja ewentualnych zaburzeń glacitektonicznych w rejonie kontaktu Niziny Sępopolskiej z Pojezierzem Mrągowskim, a świadczących o wpływach tektoniki starszego podłoża.

Bardzo obiecujące są osady torfiaste odnajdywane w profilach sond mechanicznych, wykonywanych w południowo-wschodniej części obszaru (rejon Nakomiad). Należy je w odpowiedni sposób pobrać i poddać analitycznym badaniom laboratoryjnym, co pozwoliłoby określić ich przynależność stratygraficzną. Prawdopodobnie są to osady organiczne przełomu plejstocenu i holocenu (interfaza Allerød), odnajdywane na obszarach arkuszy Mrągowo i Reszel SMGP.

Warszawa, 2009 r.

LITERATURA

Adamiec G., 2009 — Sprawozdanie z wykonania pomiaru wieku metodą luminescencyjną próbek: Kętrzyn 2, Kętrzyn 4 i Sławkowo. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Baraniecka M. D., 1891 — Fazy małopolska, kujawska i mazowiecka jako fazy tektoniczne w czwartorzędzie Polski. 2. Sympozjum: Współczesne i geotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Ossolineum, Wrocław.

Bąk T., Pacanowski G., Dziasek A., Lasocki M., 2008 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kętrzyn (102). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Ber A., 2006 — Mapa Glacitektoniczna Polski 1:1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Borówko-Dłużakowa Z., Słowański W., 1991 — Wyniki analizy pyłkowej osadów interglacjalnych w Koczarkach koło Mrągowa. *Kwart. Geol*., **35**, 3.

Ciuk E., 1966a — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania stropu miocenu. Inst. Geol., Warszawa.

Ciuk E., 1966b — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania spągu miocenu. Inst. Geol., Warszawa.

Ciuk E., 1966c — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa miąższości miocenu. Inst. Geol., Warszawa.

Graniczny M., Doktór S., Kucharski R., 1995 — Sprawozdanie opracowania mapy liniowych elementów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych, ark. Ełk 1:200 000. Narod Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Halicki B., 1935 – O zasięgu zlodowacenia bałtyckiego w Polsce północno-wschodniej. *Posiedz. nauk. Państw. Inst. Geol.*, 41.

Halicki B., 1950 — Z zagadnień stratygrafii plejstocenu na Niżu Europejskim. *Acta Geol. Pol.*, **1**, 2.

Jańczak J. (red.), 1999 — Atlas jezior Polski. **3**. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.

Kalinowska-Jaźwińska E., Kacprzak L., Lisicki S., 2012a — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Bredynki (140). Państw. Inst. Geol-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]

Kalinowska-Jaźwińska E., Kacprzak L., Lisicki S., 2012b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bredynki (140). Państw. Inst. Geol-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]

Kaunhowen F., 1904 — Geologiche Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Blatt Rastenberg (ark. Kętrzyn). Preuss. Geol. Landesanst., Berlin.

Kaunhowen F., 1910 — Beobachtungen über Diluvium, Tertiar und Kreide In Ostpreussen. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **28**.

Klautzsch A., 1901— Bericht über Endmoränen und Tiefbohrungen im Grundmoränengebiete des Blattes Rastenburg (Ostenprussen). Berlin.

Klautzsch A., 1904 — Geologiche Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten 1:25 000, Blatt Wenden (ark. Winda). Preuss. Geol. Landesanst., Berlin.

Klebs R., 1897 — Geologiche Karte von Preussen und benachbarten Bundesstaaten 1:25000, Blatt. Lamgarben (ark. Garbno). Preuss. Geol. Landesanst., Berlin.

Kondracki J., 1952 — Uwagi o ewolucji morfologicznej Pojezierza Mazurskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 65.

K o n d r a c k i J., 1957 — Pojezierze Mazurskie jako region naturalny. *Geogr. w szk.* **10**, 5.

K o n d r a c k i J., 1972 — Nizina Staropruska i Pojezierze Mazurskie. *W*: Geomorfologia Polski. **2**. Niż Polski. PWN, Warszawa.

K o n d r a c k i J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

K o n d r a c k i J., P i e t k i e w i c z S., 1967 — Czwartorzęd północno-wschodniej Polski. *W*: Czwartorzęd Polski. PWN, Warszawa.

K r u p i ń s k i K. M., 1997a — O ekspertyzie palinologicznej czerwonych iłów z Koźlaka koło Węgorzewa. *Prz. Geol*., **45**, 7.

K r u p i ń s k i K. M., 1997b — Osady interglacjalne w Pozezdrzu koło Giżycka. *Prz.Geol.*, **45**, 6.

K r u p i ń s k i K. M., 2008a — Opracowanie paleobotaniczne wybranych próbek osadów z otworu wiertniczego Marszewo (ark. Kętrzyn). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

K r u p i ń s k i K. M., 2008b — Opracowanie paleobotaniczne wybranych próbek osadów z otworu wiertniczego Szaty Wielkie (ark. Kętrzyn). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

K r u p i ń s k i K. M., 2008c — Opracowanie paleobotaniczne wybranych próbek osadów z otworu wiertniczego Sławkowo (ark. Kętrzyn). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

K r z y m i ń s k a J., 2008 — Analiza malakologiczna i ostrakodologiczna dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

K r z y m i ń s k a J., R y c h e l J., 2008 — Wstępne wyniki badań malakofauny w osadach interglacjalnych w rejonie Kętrzyna. Mat. 24. Krajowego Seminarium Malakologicznego. Gdańsk–Gdynia, 2–4 kwietnia.

L a s k o w s k i K., L e w i ń s k a A., 1993 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Ryn (142). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

L a s k o w s k i K., L e w i ń s k a A., 1994 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Ryn (142). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

L i s i c k i S., 1995 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piecki (179). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

L i s i c k i S., 1996 — Stratygrafia plejstocenu centralnej części Pojezierza Mazurskiego. *W*: Stratygrafia plejstocenu Polski (red. L. Marks). Mat. 2. Konf. Stratygrafia plejstocenu Polski. Grabanów, 18–20 września 1995.

L i s i c k i S., 1997a — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Mrągowo (141). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

L i s i c k i S., 1997b — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Geol. Quart*., **41**, 3.

L i s i c k i S., 1998a — Osady interglacjału mazowieckiego w centralnej części Pojezierza Mazurskiego. *Prz. Geol*., **46**, 2.

L i s i c k i S., 1998b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Piecki (179). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

L i s i c k i S., 2001 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mrągowo (141). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

L i s i c k i S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol*., 177.

L i s i c k i S., R y c h e l J., N i z i c k a D., 2011 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Reszel (101). Państw. Inst. Geol-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]

L i s i c k i S., R y c h e l J., N i z i c k a D., 2012 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Reszel (101). Państw. Inst. Geol-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]

Lisicki S., Winter H., 1999 — Mrongovian and Brokian, new stratigraphic units of the Middle Pleistocene in northeastern Poland. *Kwart. Geol.*, **43**, 1.

Liszkowski J., 1983 — Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla budynku administracyjnego w Kętrzynie, ulica Wojska Polskiego. Arch. PTU „Geoprojekt Olsztyn" Sp. z o.o., Olsztyn.

Łyczewska J., 1958 — Stratygrafia paleogenu i neogenu Polski północnej. *Kwart. Geol.*, **2**, 1.

Mirosław-Grabowska J., Grabowski D., 2006 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Straduny (145). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Mirosław-Grabowska J., Grabowski D., 2007 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Straduny (145). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Mojski J.E., Rühle E., 1965 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 12. Czwartorzęd. Inst. Geol.,Warszawa.

Mojski J.E., 1969 — Stratygrafia zlodowacenia północnopolskiego na obszarze Niżu Polskiego i wyżyn środkowopolskich. *Biul. Inst. Geol.*, 220.

Muchowski J., Stępień A., Hoffmann E., 1995 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sterławki Wielkie (103). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Muchowski J., Stępień A., Hoffmann E., 2000 — Szczegółowa Mapa Geologicznaj Polski 1:50 000, ark. Sterławki Wielkie (103). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Nowicki A.J., 1965 — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:50 000. Mapa miąższości nadkładu miocenu. Inst. Geol., Warszawa.

Pochocka-Szwarc K., Krawczyk M., 2009 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Barciany (66) (wraz z Objaśnieniami). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

Pochocka-Szwarc K., Lisicki S., 2004a — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Budry (68). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Pochocka-Szwarc K., Lisicki S., 2004b — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Węgorzewo (141). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Pochocka-Szwarc K., Lisicki S., 2004c — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Węgorzewo (141). Państw. Inst Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Pochocka-Szwarc K., Lisicki S., 2005 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Budry (68). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

Roszko L., 1968 — Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski. *W*: Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce (red. R. Galon). *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 74.

Rühle E., 1955 — Przegląd wiadomości o podłożu czwartorzędu północno-wschodniej części Niżu Polskiego. *Biul. Inst. Geol.,* 70.

Rühle E., 1974 — Pokrywa kenozoiczna. *W:* Skały platformy prekambryjskiej w Polsce, 2. Pokrywa osadowa (red. A. Łaszkiewicz). *Pr. Inst. Geol.*, 74.

Rychel J., 2005 — Correlations of tills from several boreholes in North-East Poland. Mat. 6. Bałtyckiej Konf. Strat. Sankt Petersburg, 23–25 sierpnia.

Rychel J., 2008a — Badania litologiczne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kętrzyn. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

R y c h e l J . , 2008b — New interglacial sites in the Mazury Lakeland. International Field Symposium of the INQUA Peribaltic Group. Frombork, 14–19 września.

R y c h e l J . , 2008c — Osady interglacjalne okolic Kętrzyna (Mazury Zachodnie). Mat. 1. Polskiego Kongresu Geologicznego. Kraków, 26–28 czerwca.

S ł o d k o w s k a B . , 2006 — Wyniki badań palinologicznych osadów trzeciorzędowych z ark. Reszel (101), profile: Samulewo, Staniewo, Klewno i Łankiejmy. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB,. Warszawa.

S ł o d k o w s k a B . , 2009 — Wyniki badań palinologicznych osadów paleogenu przeprowadzone na ark. Kętrzyn (102), w profilach: Sławkowo, Szaty Wielkie, Gierłoż i Marszewo. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

S ł o w a ń s k i W . , 1974a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa

S ł o w a ń s k i W . , 1974b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.

S ł o w a ń s k i W . , 1975a — Czwartorzęd w Węgorzewie i okolicy. *Biul. Inst. Geol*., 288.

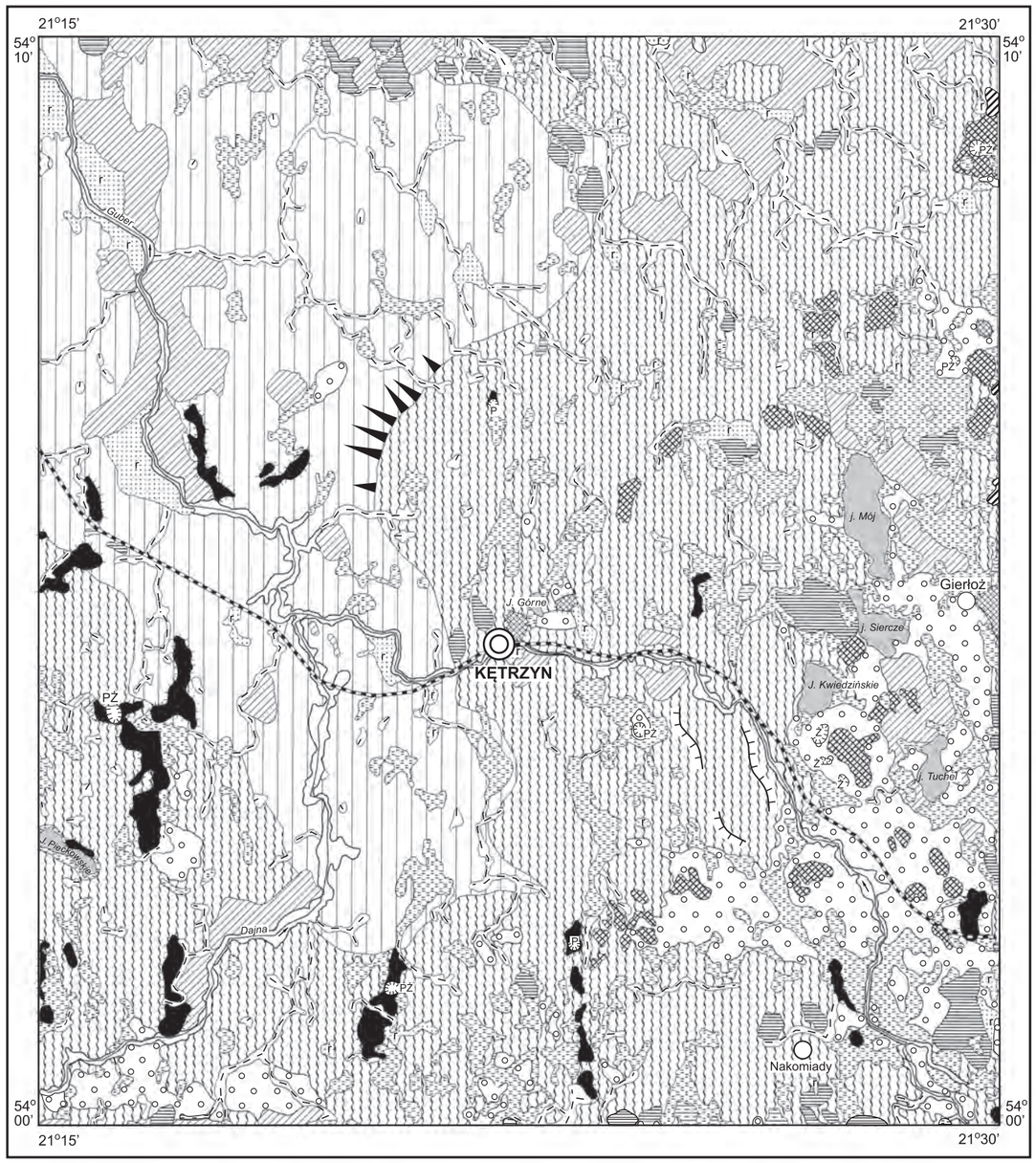
S ł o w a ń s k i W . , 1975b — Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kętrzyn. Inst. Geol., Warszawa.

S ł o w a ń s k i W . , 1981 — Czwartorzęd na Mazurach. *Biul. Inst. Geol*., 321.

S o b o l e w s k a M . , 1975 — Analiza palinologiczna osadów interglacjalnych z Węgorzewa. *Biul. Inst. Geol.*, 288.

Z w i e r z S . , 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Olsztyn, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Z w i e r z S . , 1953 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Olsztyn, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kętrzyn (102)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000

Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)
- Wysoczyzna morenowa falista (wysokości względne 2–5 m, nachylenie do 5°)

Moreny czołowe:

- a. przeważnie akumulacyjne
- b. przeważnie spiętrzone (moreny wyciśnięcia)

Formy utworzone w strefie martwego lodu

- Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe i wodnolodowcowe
- Równiny wodnomorenowe
- Równiny zastoiskowe
- Formy akumulacji szczelinowej
- Kemy, plateau kemowe
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Krawędzie i stoki wysoczyzny
- Dolinki w ogólności, nierozdzielone

Formy denudacyjne

- Długie stoki

Formy jeziorne

- Równiny jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

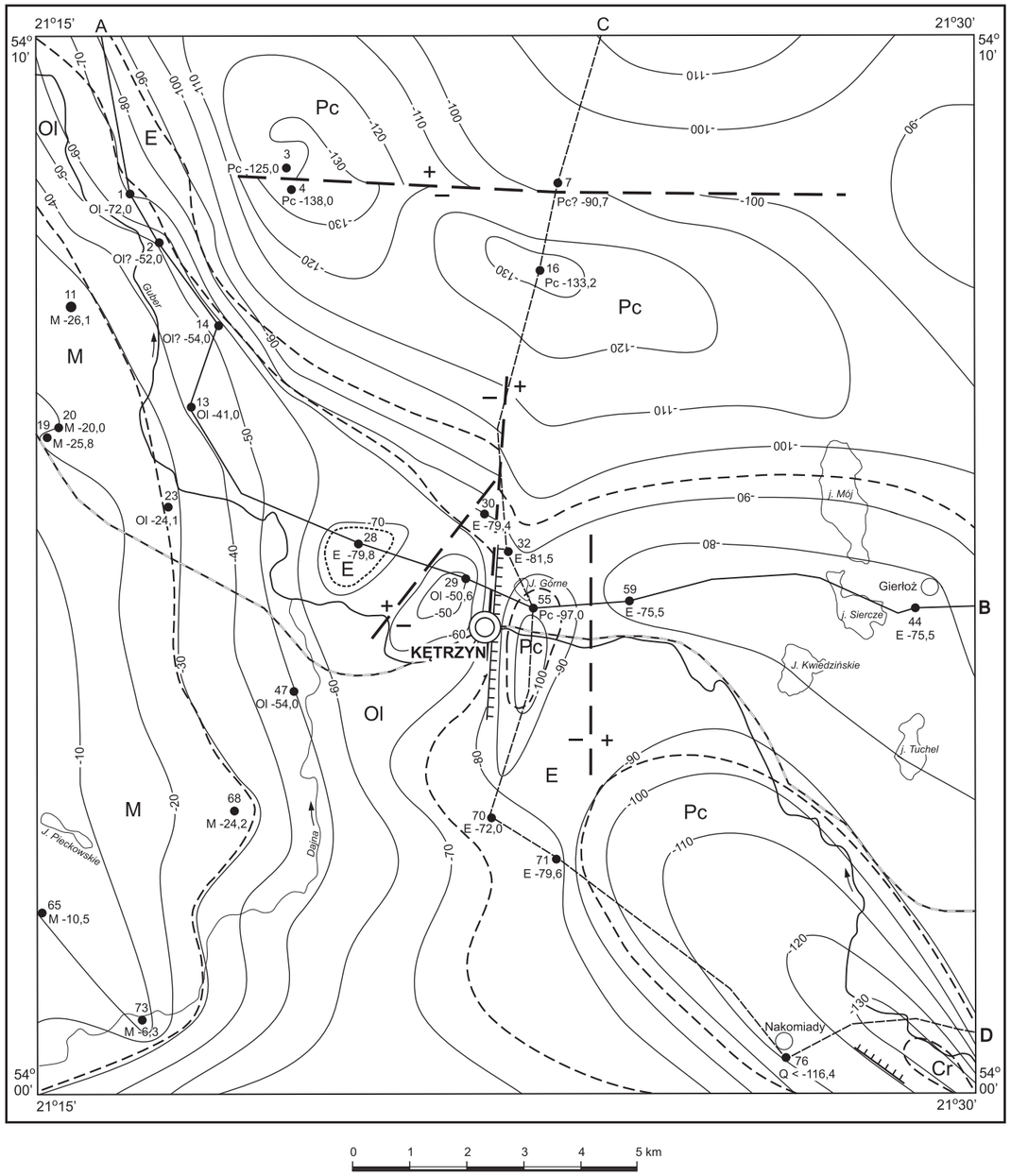
- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Żwirownie (Ż), piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P)
- Nasypy

Opracowała: J. RYCHEL

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kętrzyn (102)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

NEOGEN	MIOCEN	M	Iły i piaski, miejscami z wkładkami węgla brunatnego
PALEOGEN	OLIGOCEN	Ol	Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe, iły oraz mułki
PALEOGEN	EOCEN	E	Piaski kwarcowe z glaukonitem, miejscami piaski ilaste
PALEOGEN	PALEOCEN	Pc	Piaski kwarcowe i piaski glaukonitowe
KREDA	KREDA GÓRNA	Cr	Mułowce margliste, iłowce, margle i gezy — MASTRYCHT

Granice geologiczne

-20 Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.

Uskoki przypuszczalne

20 / M -20,0 — Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: M — miocen, Ol — oligocen, E — eocen, Pc — paleocen; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

Krawędzie w podłożu czwartorzędu

A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

C–––D Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

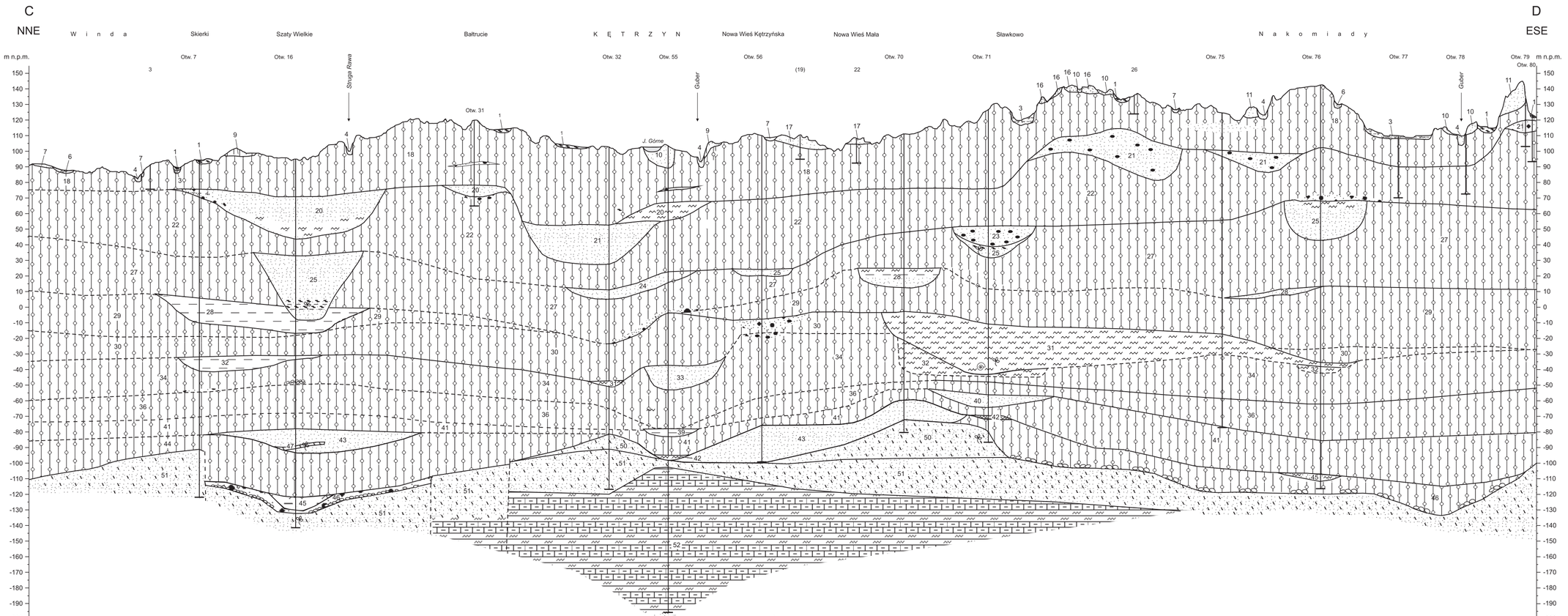
Opracowała: J. RYCHEL

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kętrzyn (102)

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C–D

Skala pozioma 1:50 000



1 — $_{t}Q_{h}$
2 — $_{gy}Q_{h}$
3 — $_{phn}Q_{h}$
4 — $^{li}_{mp}Q_{h}$
6 — $^{d}_{pg}Q_{h}$
7 — $^{fgg}_{g}Q^{B3}_{p^4}$
9 — $^{fg}_{pż}Q^{B3}_{p^4}$
10 — $^{(k)}_{pm}Q^{B3}_{p^4}$
11 — $^{(gg)}_{pż}Q^{B3}_{p^4}$
16 — $^{g}_{p}Q^{B3}_{p^4}$
17 — $^{fg}_{pż1}Q^{B2}_{p^4}$
18 — $^{g}_{gzw}Q^{B3}_{p^4}$
20 — $^{b}_{pm2}Q^{B2}_{p^4}$
21 — $^{fg}_{pż2}Q^{B2}_{p^4}$
22 — $^{g}_{gzw}Q^{B2}_{p^4}$
23 — $^{fg}_{pż1}Q^{B2}_{p^4}$
24 — $^{b}_{pm1}Q^{B2}_{p^4}$
25 — $^{li\text{-}f}_{pm}Q_{p^{3\text{-}4}}$
27 — $^{g}_{gzw}Q^{W}_{p^3}$
28 — $^{b}_{im}Q^{O}_{p^3}$
29 — $^{g}_{gzw}Q^{O}_{p^3}$
30 — $^{g}_{gzw}Q^{C}_{p^{2\text{-}3}}$
31 — $^{li\text{-}f}_{pmi}Q^{M}_{p^{2\text{-}3}}$
33 — $^{b}_{mi}Q^{G3}_{p^2}$
34 — $^{fg}_{pż}Q^{G3}_{p^2}$
36 — $^{g}_{gzw}Q^{G1}_{p^2}$
39 — $^{b}_{i}Q^{N3}_{p^2}$
40 — $^{fg}_{pż}Q^{N3}_{p^2}$
41 — $^{g}_{gzw}Q^{N3}_{p^2}$
42 — $^{b}_{pm}Q^{N1}_{p^2}$
43 — $^{fg}_{ppż}Q^{N1}_{p^2}$
44 — $^{g}_{gzw}Q^{N1}_{p^2}$
45 — $^{b}_{pm}Q^{A}_{p^1}$
46 — $^{r}_{bk}Q^{A}_{p^1}$
47 — $_{Pg}Q_{p}$
50 — $_{p}E$
51 — $_{p}Pc$
52 — $_{mcme}Cr_{m}$

Bruk
Żwiry
Piaski
Mułki
Mułowce
Iły
Gliny ilaste
Gliny zwałowe, rezydua glin zwałowych
Margle
Torfy
Gytie
Glaukonit

3 — punkt dokumentacyjny leżący na płaszczyźnie przekroju

(19) — punkt dokumentacyjny rzutowany na płaszczyznę przekroju

U w a g a: pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej

Opracowali: J. RYCHEL, Ł. NOWACKI

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014