



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



MIECZYŚLAW STUDENCKI

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER

Koordynator regionu Polski zachodniej — B. PRZYBYLSKI

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Kamień Krajeński (202)

(z 1 fig., 2 tab. i 2 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



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

WARSZAWA 2009

Autor: Mieczysław STUDENCKI

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25–953 Kielce

Redakcja merytoryczna: Zofia STAŃCZAK

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
doc. dr hab. Jerzy NAWROCKI

ISBN 978-83-7538-601-1

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2009

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	11
A. Stratygrafia.	11
1. Kreda	11
2. Paleogen	12
a. Paleocen.	12
b. Oligocen	12
3. Neogen	12
a. Miocen	12
Miocen dolny + miocen środkowy	12
Miocen środkowy + miocen górny	13
b. Pliocen	13
4. Czwartorzęd	13
a. Plejstocen	14
Zlodowacenia południowopolskie.	14
Zlodowacenie Nidy	14
Zlodowacenie Sanu 2	14
Zlodowacenia środkowopolskie	15
Zlodowacenie Warty	15
Stadiał dolny	15
Stadiał górny	16
Zlodowacenia północnopolskie	16
Zlodowacenie Wisły	16
Stadiał górny	16
b. Czwartorzęd nierozdzielony	21

c. Holocen	21
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	22
C. Rozwój budowy geologicznej	23
IV. Podsumowanie	25
Literatura	26

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

Tablica II — Szkic geologiczny odkryty w skali 1:100 000

I. WSTĘP

Obszar arkusza Kamień Krajeński (202) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 jest położony na obszarze dwóch województw — północno-zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego (powiaty: sępoleński i tucholski, gminy: Sępólno Krajeńskie, Kamień Krajeński, Tuchola i Gostycyn) oraz w południowej części województwa pomorskiego (powiaty: chojnicki i człuchowski, gminy: Chojnice i Człuchów). Znajduje się on w obrębie makroregionu nazwanego Pojezierzem Południowo-pomorskim i mezoregionu zwanego Pojezierzem Krajeńskim (Kondracki, 2002). Powierzchnia arkusza wynosi 303 km² i ograniczony jest on następującymi współrzędnymi geograficznymi: 17°30' i 17°45' długości geograficznej wschodniej oraz 53°30' i 53°40' szerokości geograficznej północnej.

Lasy tworzą kilka niewielkich kompleksów występujących na piaskach i żwirach moren czołowych oraz sandrów.

Obszar arkusza jest prawie w całości terenem użytkowanym rolniczo. Uprawy rolne występują głównie na wychodniach glin zwałowych, natomiast obszary podmokłe są wykorzystywane jako łąki. Miejscowości leżące w granicach omawianego terenu to niewielkie wsie, w których istnieje lokalny rolny przemysł przetwórczy korzystający z miejscowych zasobów surowcowych oraz przemysł obsługujący rolnictwo.

Miasteczko Kamień Krajeński liczy 2400 mieszkańców. Sieć komunikacyjna jest dobrze rozwinięta. Większość miejscowości posiada, między sobą, dobre połączenia drogowe. Przez zachodnią i północno-wschodnią część terenu arkusza biegną lokalne linie kolejowe.

Realizację prac geologicznych na obszarze arkusza podjęto w 2003 r. na podstawie „Projektu prac geologicznych dla opracowania arkusza Kamień Krajeński (202) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000”, zatwierdzonego przez Ministra Środowiska (DG/kok/AO/489-NY-42/2003) 31.10.2003 r.

W czasie prac kartograficznych odwiercono 266 sond ręcznych (łącznie 580 m) i 197 sond mechanicznych (łącznie 1416 m). Wybrane punkty dokumentacyjne przedstawia [tabela 1](#). Zostały także

odwiercone cztery otwory badawcze (kartograficzne) w celu udokumentowania litologii i stratygrafii osadów czwartorzędowych i ich podłoża (łącznie 312,0 m): Bralewnica PIG-1 (otw. 103) — 71,0 m głębokości, Przymuszewo PIG-1 (otw. 60) — 76,5 m głębokości, Ogorzeliny PIG-1 (otw. 49) — 111,5 m głębokości i Niezychowice PIG-1 (otw. 6) — 112,0 m głębokości (fig. 1). Cechy litologiczne i warunki sedimentacji określono na podstawie badań osadów pobranych z wyżej wymienionych otworów (135 próbek). Ich wyniki zestawiono w opracowaniu specjalnym (Szelewicka, 2006).

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych) umieszczonych na mapie geologicznej

Numer punktu		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym				
1	S-13	Bralewnica	116,0	7,0	Dokumentacja przekroju geologicznego
2	158	Bralewnica	134,0	8,0	
3	156	Bralewnica	150,0	8,0	
4	155	Wieszczyce	142,0	14,0	
5	154	Wieszczyce	141,0	6,0	
6	264	Kęsowo	124,0	12,0	
7	455	Dąbrówka	151,0	6,0	

W celu rozpoznania ukształtowania powierzchni podłoża osadów czwartorzędowych oraz ich rozpoziomowania wykonano ciąg pionowych sondowań geoelektrycznych wzdłuż linii przekroju geologicznego. Wyniki tych badań były bardzo przy-

datne podczas konstrukcji przekroju geologicznego. Wiele wydzielonych kompleksów opornościowych znalazło potwierdzenie w danych wiertniczych. Bardzo dobrze została także określona granica neogen-czwartorzęd. Z powodu zbyt małych kontrastów opornościowych nie udało się próba określenia spągu i stropu dużej kry osadów miocenijskich leżącej wśród skał czwartorzędowych w okolicach Niezychowic (Bestyński i Grycko, 2005). Jej granice zostały natomiast dobrze określone w otworze Niezychowice PIG-1 (otw. 6).

Wykonano także grawimetryczną mapę anomalii lokalnych (Twarogowski, 2004). Jej interpretacja nie wniosła nowych elementów, anomalie grawimetryczne nie pokrywają się ani z żadnymi elementami w podłożu czwartorzędowym, ani z rozkładem mas w obrębie osadów czwartorzędowych.

Na obszarze opracowywanego arkusza nie były dotąd prowadzone systematyczne szczegółowe prace kartograficzne. Dostępne materiały kartograficzne to mapy w skali 1:100 000 opracowane dla Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000, arkusz Bydgoszcz (Galon, 1949) oraz mapy w skali 1:50 000 opracowane dla Mapy geologicznej Polski 1:200 000, arkusz Chojnice (Butrymowicz i in., 1978; Butrymowicz, 1978 a, b, c, d). Arkusz nie został także pokryty szczegółową mapą geologiczną w skali 1:25 000 wykonaną przed 1939 r. przez geologów niemieckich. Pokrycie takie ma np. arkusz Tuchola graniczący od wschodu z arkuszem Kamień Krajeński (Maas, 1905). Na południe i południowy zachód od omawianego arkusza znajdują się arkusze: Więcbork i Sępólno Krajeńskie (Niewiarowski, Pasierbski, 2003a, b).

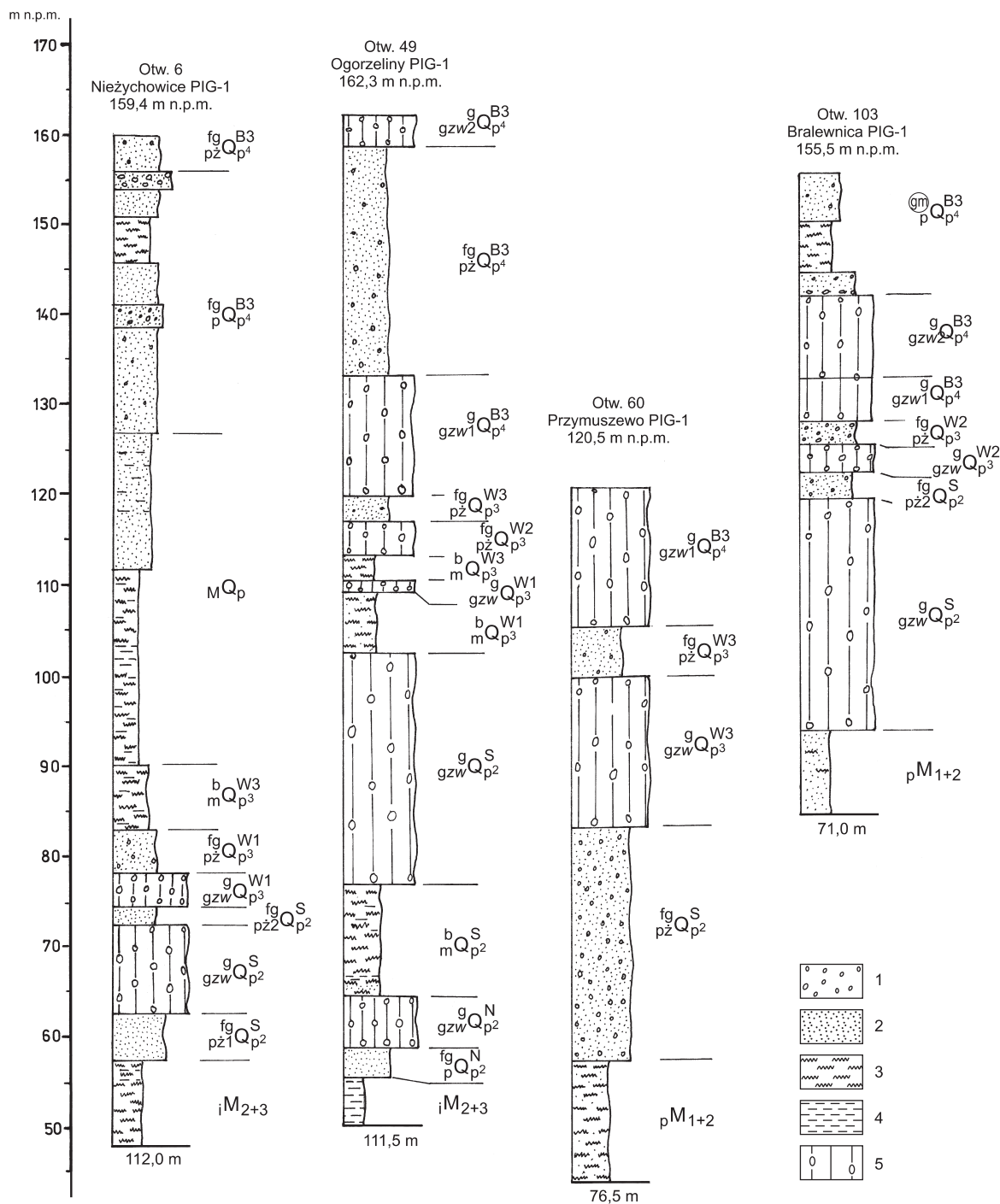


Fig. 1. Zestawienie otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

1 — żwiry, 2 — piaski, 3 — mułki, 4 — ility, 5 — gliny zwałowe; symbole jak na mapie geologicznej

Osady starsze od paleogeńskich zostały osiągnięte siedmioma otworami wiertniczymi. Dwa z nich: Chojnice 5 (otw. 35) i Tuchola 1 (otw. 53), po przewierceniu osadów kredy, jury, triasu i permu, zostały zakończone w utworach ordowiku (otw. 35) i dewonu (otw. 53). Otwór Chojnice 1 (otw. 11) został zakończony w skałach jury dolnej, a pozostałe cztery otwory: 44, 54, 65, 102 w skałach kredy górnej. Budowa geologiczna głębokiego podłoża była przedmiotem prac Dadleza i Dembowskiej (1965),

Jaskowiak (1961) i Dadleza (1998). Dotyczyły one zależności stratygraficzno-facjalnych mezozoicznych i paleozoicznych kompleksów skalnych.

Głębokie podłoże Polski północno-zachodniej było badane przy pomocy metod sejsmicznych i grawimetrycznych (Petecki, 1988). Przez południową część obszaru arkusza przebiega fragment jednego z profili elektrooporowych, które były wykonane dla poszukiwania złóż węgla brunatnego.

Osady paleogenu i neogenu były badane głównie pod kątem surowcowym. Prace poszukiwawcze za węglem brunatnym prowadzili Sylwestrzak (1965), Nosek (1968) i Kasiński (1989). Stratygrafią skał paleogeńskich i neogeńskich na obszarze Nizżu Polskiego zajmowali się Ciuk (1970, 1974), Piwocki (1971, 1978), Piwocki i Ziemińska-Tworzydło (1997) oraz Pożaryska i Szczechura (1968). Ciuk (1955) i Dyjor (1975) opisali deformacje glacictektoniczne osadów paleogeńskich, neogeńskich i czwartorzędowych w Polsce zachodniej i północnej.

Badania osadów czwartorzędowych w sąsiedztwie terenu arkusza prowadzili: Galon (1952 a, b, 1969, 1981), Butrymowicz (1978 a, b), Butrymowicz i in. (1978) oraz Niewiarowski, Pasierbski (2003 a, b, c, d), Pasierbski (1973, 1995), Gierszewski i Pasierbski (1994). W ramach opracowania Mapy geologicznej Polski 1:200 000, arkusz Chojnice i Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusze: Więcbork i Sepólno Krajeńskie, Niewiarowski i Pasierbski przedstawili obraz budowy geologicznej powierzchniowej i wgłębnej tych obszarów. Sytuację hydrogeologiczną ukazuje arkusz Kamień Krajeński Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000 (Pomianowska i Kachnic, 2000).

Arkusz Kamień Krajeński znalazł się także w granicach Mapy liniowych elementów strukturalnych zestawionej na podstawie zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych wykonanych przez Doktora i in. (1987, 1995).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar arkusza znajduje się w obrębie Wysoczyzny Krajeńskiej położonej między dolinami Gwdy na zachodzie i Brdy na wschodzie (tabl. I). Wysokości wysoczyzny wahają się od 103,5 (dolina Kamionki w południowo-wschodnim narożu arkusza) do 190 m n.p.m. — Góry Obkaskie (kulminacja moreny czołowej w okolicy miejscowości Obkas).

W granicach omawianego terenu występują formy o różnej genezie. Dominuje w y s o c z y z n a m o r e n o w a f a l i s t a. Zajmuje ona znaczną część obszaru (tabl. I) i wykazuje duże zróżnicowanie hipsometryczne. Porozcinana jest rozległą, szeroką rynną o przebiegu NE–SW oraz licznymi dolinami wód roztopowych i młodych form erozyjnych. W centralnej i północnej części jej powierzchnia jest mocno urozmaicona licznymi zagłębieniami po martwym lodzie. Niewielkie fragmenty wysoczyzny morenowej płaskiej występują w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, przy granicy z terenem arkusza Tuchola.

Moreny czołowe akumulacyjne występują koło miejscowości Obkas w zachodniej części terenu, na północ od Kamienia Krajeńskiego oraz w południowo-wschodnim narożu koło Bralewnicy. Ciąg wzgórz koło Kamienia Krajeńskiego jest przedłużeniem ciągu wzgórz moreny obkaskiej i ma kierunek NE–SW. Morena ta nie tworzy jednolitego wału, ale składa się z sześciu wzgórz o łącznej długości 8 km oddzielonych od siebie dolinami i rynną jeziora Mochel. Wysokości wzgórz zwiększają się od zachodu ku wschodowi, od około 160 m n.p.m. w okolicy Kamienia Krajeńskiego do 188,6 m n.p.m. w okolicy Dąbrówki. Szczegółowo morenę tę opisali Gierszowski i Pasierbski (1994). Morena czołowa w okolicy Bralewnicy jest wałem o długości 2 km i kierunku W–E z kilkoma kulminacjami o wysokościach 156,0–171,0 m n.p.m. Zbocza północne są bardziej strome niż południowe. Poza wyżej opisanymi, w południowej części terenu wydzielono kilka izolowanych, niewielkich moren czołowych. Na południe od Kamienia Krajeńskiego zaznaczono także kilkusetmetrowej długości wzgórze o kierunku WNW–ESE, którego większa część leży na obszarze arkusza Człuchów.

Moreny martwego lodu są położone na północ od wału moreny czołowej z okolic Bralewnicy. Są to wzgórza o wysokościach 150,0–160,0 m n.p.m., których grzbiety nie wykazują wyraźnego ukierunkowania, ich kształty są mniej lub bardziej izometryczne, a nachylenia zboczy mniejsze niż w przypadku moreny bralewnickiej. W podszczytowej partii najbardziej rozległego wzgórza został odwiercony otwór kartograficzny Bralewnica PIG-1 (otw. 103).

Równiny sandrowe i wodnolodowe w ogólności zaznaczono we wschodniej i zachodniej części omawianego terenu. Poziom sandrowy występuje w kilku miejscach na różnych wysokościach. W okolicy Piastoszyna (we wschodniej części), ma on płaską, słabo zróżnicowaną powierzchnię o rzędnej około 125 m n.p.m. W okolicy Bralewnicy i doliny Kamionki (w południowej części) znajduje się on na wysokości około 116 m n.p.m., a w rejonie Zamartego i Niezychowic (w północno-zachodniej części) na wysokości około 155–160 m n.p.m. Między Obkasem, a Zamartem powierzchnia sandru występuje na rzędnych od około 140–145 m n.p.m. (ok. Obkasu) do 150–155 m n.p.m. (ok. Zamartego) oraz na południe od obkaskiej moreny czołowej — 145 m n.p.m.

Równiny zastoisowe występują w dolinie Kamionki, między Kamieniem Krajeńskim, a Małą Cerkwicą. Leżą one na południowym zboczu doliny i mają formę płaskiej powierzchni lekko pochylonej ku północy lub lekko falistej, pagórkowatej.

Ozy na obszarze arkusza występują na wysoczyźnie: na południe od Kamienia Krajeńskiego, między Kęsowem i Adamkowem (Góry Karpaty) oraz w północno-wschodniej części koło Ostrowitego. Tworzą one wąskie, kręte ciągi o wysokości względnej 15–20 m. W kilku z nich znajdują się czynne piaskownie, niektóre ze wzgórz zostały już całkowicie wyeksploatowane. Oz z okolicy Adamkowa w swej północnej części krzyżuje się z grzbietem drumlinu. Podobny przypadek opisują Niewiarowski i Pasierbski (2003) z terenu arkusza Sępólno Krajeńskie.

K e m y są obecne na całym obszarze arkusza, często towarzysząc zagłębieniom wytopiskowym i dolinom wód roztopowych. Mają one różne rozmiary i wysokości, a w kilku z nich znajdują się czynne piaskownie.

R y n n y s u b g l a c j a l n e . Na omawianym terenie obecne są głównie rynny marginalne — szeroka, o długości kilkunastu kilometrów rynna jezior: Grochowskiego, Silno, Piastoszyńskiego i potoku Wytrych, w środkowej części mocno przekształcona, ku południowi łączy się z doliną Kamionki, która także jest silnie przekształconą przez rzekę rynną marginalną. Krótkie, wąskie rynny subglacjalne o różnym stopniu przekształcenia są też obecne na obszarze całego arkusza.

D o l i n y w ó d r o z t o p o w y c h występują głównie na obszarze wysoczyzny. Sieć tych dolin odwadniała otoczenie obkaskiej moreny czołowej. Wody pochodzące z topnienia licznych brył martwego lodu tworzyły także niezbyt głębokie dolinki, dzisiaj w większości przypadków suche.

Z a g ł ę b i e n i a p o w s t a ł e p o m a r t w y m l o d z i e są bardzo liczne, mają bardzo różnorodne kształty i rozmiary, od dziesiątków metrów do ponad kilometra i głębokość od kilku do kilkunastu metrów.

D r u m l i n y . Zaznaczono jedno niewielkie pole drumlinowe na południe od Kęsowa, które składa się z 11 wzgórz o kierunku W–E, wysokości względnej od 5,0 do 15,0 m i od około 100 do 1200 m długości.

D n a d o l i n r z e c z n y c h . Na obszarze arkusza brak typowych dolin rzecznych z rozwiniętymi tarasami i wyraźnie zaznaczonym dnem. Tylko wschodnia część doliny Kamionki ma charakter bardziej dolinny niż rynnowy.

T a r a s y e r o z y j n e obecne są w dolinie Kamionki. Erozja rzeki odsłoniła tu dolne gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich i leżące pod nimi piaski wodnolodowcowe.

S t a r o r z e c z a są obecne tylko w dolinie rzeki Kamionki. Są to starorzecza świeże, zawodnione, niewielkich rozmiarów (kilkadziesiąt metrów długości).

D o l i n k i w o g ó l n o ś c i występują na zboczach rynien subglacjalnych i krawędziach wysoczyzny. Są także dość liczne na wysoczyźnie w miejscach, w których zagłębienia po martwym lodzie wytworzyły lokalne bazy erozyjne zapoczątkowując powstawanie płytkich, okresowo prowadzących wodę dolinek.

W z g ó r z a m o r e n o w e p r z e k s z t a ł c o n e . Tego typu formy zaznaczono w południowej części terenu arkusza między Radzimiem a Drożdżenicą. Jest to pięć wzgórz o rozmiarach od 500 do 1500 m i wysokościach od 130,0 do 145,0 m n.p.m. Ich kształty nie są tak ostre i świeże jak w przypadku moreny obkaskiej i bralewnickiej ponieważ podlegały procesom egzaracyjnym.

S t o ż k i n a p ł y w o w e . Stożek napływowy zaznaczono tylko w jednym miejscu — u ujścia rzeczki Struga do rynny jeziornej w okolicach jeziora Silno. Jest to niewielka forma o rozmiarach 300 m x 200 m.

R ó w n i n y t o r f o w e występują w dnach większości rynien subglacjalnych. Największe ich powierzchnie znajdują się pomiędzy Obrowem i Kęsowem w szerokim, płaskim obniżeniu po-

wstałym u zbiegu kilku rynien. Równiny takie są też obecne w dolinie Kamionki oraz w dnach dużych zagłębień po martwym lodzie.

* * *

Obszar arkusza Kamień Krajeński leży w dorzeczu rzeki Kamionki, która należy do dorzecza Wisły. Kamionka jest jedyną większą rzeką na tym terenie, wszystkie mniejsze ciekі albo uchodzą do niej bezpośrednio, albo wpadają do potoku Wytrych płynącego z północy na południe dnem szerokiej rynny i kończącego swój bieg w Kamionce. Jeziora w większości są jeziorami rynnowymi, największe z nich to jezioro Mochel koło Kamienia Krajeńskiego (3 km długości, 750 m szerokości i ok. 15 m głęb.). Pozostałe jeziora: Zamarte, Grochowskie, Silno, Radzim i Piastoszyńskie są mniejsze i płytsze. W strefach obszernych zagłębień po martwym lodzie płyną niewielkie ciekі, które często są osią drenażową dla licznych kanałów melioracyjnych.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Na obszarze arkusza Kamień Krajeński odwiercono siedem głębokich otworów. Najstarsze skały — iłowce graptolitowe ordowiku — zostały nawiercone w otworze Chojnice 5 (otw. 35) (Łobza, Sikorski, 1970) na głębokości 4890,0–5055,5 m. Osady dewonu przewiercono od 2851,0– do 4890,0 m oraz nawiercono w otworze Tuchola 1 (otw. 53) (Raczyńska, 1977) od 3150,0 do 4160,0 m. Są to piaskowce kwarcytowe, mułowce, iłowce, dolomity i wapienie. Sole, anhydryty i dolomity cechsztyńskie przewiercono także w tych dwóch otworach, na głębokości 2830,0–3153,0 m (Tuchola 1) i 2559,0–2851,0 m (Chojnice 5), a piaskowce, mułowce, wapienie i iłowce triasu z anhydrytami od 1745,0 do 2830,0 m (Tuchola 1) i od 1980,0 do 2559,0 m (Chojnice 5). Osady jury to mułowce, piaskowce, iłowce, zlepieńce i wapienie przewiercone w otworze Tuchola 1 (900,0–1745,0 m) i otworze Chojnice 5 (1280,0 –1980,0 m), a nawiercone w Chojnicach 1 (otw. 11) (Wnuk, 1962) na głębokości 776,0–1479,0 m.

1. Kreda

Mułowce piaszczyste i margliste, piaskowce, iłowce, margle i wapienie zostały przewiercone w otworach: Tuchola 1 (otw. 53) od 220,0–900,0 m i Chojnice 5 (otw. 35) — 223,0–1280,0 m. Nawiercono je w otworach: Chojnice 2 (otw. 44) — 254,8–500,2 m (Cimoszewski, 1956), Obrowo (otw. 54) — 179,0–185,0 m, Jeleńcz IV (otw. 65) — 185,6–190,0 m. (Majewski, 1965), Pamiętowo (otw. 102) — 274,5–300,4 m (Osika, 1958). Są to osady wieku dolno- i górnokredowego.

Powierzchnia kredy ma dość urozmaiconą morfologię. W otworach: 35, 44, 53 strop osadów tego wieku znajduje się na wysokości 90,0–98,8 m p.p.m., w otworach 54 i 65 odpowiednio — 60,0 i 48,1 m p.p.m., natomiast w otworze 102 aż 159,5 m p.p.m.

2. Paleogen

Osady paleogenu i neogenu zostały przewiercone w siedmiu otworach: 35, 44, 53, 54, 65, 69 i 102. Ich miąższość całkowita waha się od 110,0 m w otworze 53 do 223,5 m w otworze 102.

a. Paleocen

Wapienie i margle piaszczyste. Skały te zostały przewiercone w otworze w Pamiętowie (otw. 102) na głębokości 204,0–274,5 m i opisane przez Pożaryską i Szczechurę (1968) jako paleoceńskie na podstawie bogatej fauny otwornic. Opisywana 70-metrowa seria odpowiada warstwom sochaczewskim i puławskim (Pożaryska, 1965).

b. Oligocen

W profilach otworów archiwalnych brak jest pewnych danych wskazujących na obecność osadów oligocenu. Sekwencje skał przewierconych w tych otworach odbiegają od typowych sekwencji litologicznych północnej części Nizżu Polskiego (Piwocki, 2004), ale uznano je za oligoceńskie, ponieważ leżą pod dość typowymi osadami miocenu.

Mułki, mułowce i iłowce oraz mułki piaszczyste i piaskowce z przewarstwieniami piasków glaukonitowych zostały przewiercone w otworach: 44, 53, 54, a ich miąższość waha się od 51,1 m (otw. 54) do 57,0 m (otw. 44). Profil rozpoczyna około 20-metrowy kompleks szarych, brunatnych iłów i mułków, wyżej leżą przeławicające się mułki, piaski glaukonitowe i zielone iły. Sporadycznie występują cienkie wkładki węgla brunatnego.

3. Neogen

a. Miocen

Utwory miocenu zostały przewiercone i nawiercone w 21 otworach. Miąższość ich zmienia się od 60,0 m (otw. 53) do 124,9 m (otw. 44). W obrębie miocenu wydzielono dwa ogniwa — miocen dolny i środkowy oraz miocen środkowy i górny (tabl. II).

Miocen dolny + miocen środkowy

Piaski, piaski pyłowe, mułki i iły z przewarstwieniami węgla brunatnego są obecne w otworach: 2, 3, 6, 11, 25, 29, 35, 44, 45, 49, 53, 54, 59, 60, 65, 74, 87, 88, 89, 90, 102 i 103. Są to piaski, piaski mułkowate, mułki, mułki ilaste i iły szare i zielonkawe. Częste są partie wzbogacone w pył węglowy nadający skałom czarnobrunatną barwę. W otworze 88 (Wieszczyce) zdecydowanie dominują szare iły i iły mułkowate. Powszechne są wkładki węgla brunatnego miąższości od kilkudziesięciu cm do 2–6 m (otw. 88 — Wieszczyce). Miąższość opisywanego ogniwa

waha się od 60,0 m w otworze Tuchola 1 (otw. 53) do 83,0 m w otworze Chojnice 2 (otw. 44). Skały te są prawdopodobnie odpowiednikiem serii ścinawskiej, pawłowickiej i dolnej części serii poznańskiej (Piwocki i Ziemińska-Tworzydło, 1997; Piwocki, 2004).

Miocen środkowy + miocen górny

Iły (seledynowe), mułki ilaste i mułki piaszczyste oraz piaski zajmują przeważającą część obszaru arkusza i są obecne w 17 otworach wiertniczych. Są to zielone, seledynowe i szarozielone iły, iły pyłowate, mułki, mułki piaszczyste oraz mułki ilaste, bezwapniste, miejscami z rozproszonym pyłem węglowym i szczątkami roślin. W otworze Jeleńcz IV (otw. 65) iły są przedzielone około 15-metrowej miąższości warstwą piasków różnoziarnistych.

Miąższość tego kompleksu jest zmienna od kilkunastu do 48 m, w otworze w Pamiętowie (otw. 102) przekracza 50 m. Te skały zostały zaliczone do serii poznańskiej, której wiek określa się na górną część miocenu środkowego i miocen górny (Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1997; Piwocki, 2004).

b. Pliocen

Iły pstre, piaski i mułki. Należą do najwyższej części warstw poznańskich. Na terenie arkusza stwierdzono je jedynie przy południowej granicy badanego obszaru w otworze 97.

4. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe pokrywają cały obszar omawianego arkusza. Ich miąższość jest bardzo zróżnicowana — od 25,0 m w otworze Jeleńcz IV (otw. 65), 106,4 m w otworze Ogorzeliń PIG-1 (otw. 49) do 110,0 m w otworze Tuchola 1 (otw. 53).

Mułki, mułki ilaste, iły i piaski jako kry utworów mioceńskich w osadach plejstoceniowych. W północno-zachodniej części terenu arkusza, w dwóch archiwalnych otworach hydrogeologicznych (otw. 2 i 3) stwierdzono obecność skał mioceńskich w obrębie plejstocenu. W profilach tych otworów brak było danych, co do charakteru kontaktów między osadami miocenu i czwartorzędem. W celu ich zbadania odwiercono otwór kartograficzny Niezychowice PIG-1 (otw. 6). Sondowanie geoelektryczne nie wykazało w tej strefie żadnego zróżnicowania oporności (Bestyński, Grycko, 2005). Po wykonaniu i sprofilowaniu otworu stwierdzono, że na głębokości 33,0–70,0 m znajduje się kompleks mioceńskich ilów, ilów pyłowatych, mułków ilastych brunatnych i czarnych oraz piasków szarych z muskowitem, w spągu mocno wapnistych. Laminacja w tych skałach jest horyzontalna, upady nie przekraczają kilku stopni. W stropie (33,0–34,5 m) i spągu (69,0–70,0 m) kompleksu widoczne są deformacje tektoniczne, upady warstw dochodzą do 70°, obecne są fałdki leżące z odwróconymi położeniami warstw oraz liczne powierzchnie zlustrowań.

Korelacja tego odcinka profilu z profilem otworu 2 wykazała prawie horyzontalne kontakty spągu i stropu skał mioceńskich ze skałami czwartorzędowymi, co świadczy o tym, że pakiet skał mioceńskich został tutaj przetransportowany przez lądolód jako 40-metrowej miąższości kra. Fakt transportu potwierdzają deformacje glaciektoniczne w stropie i spągu kry.

a. Plejstocen

Na obszarach arkuszy Sepólno Krajeńskie i Więcbork nie wydzielono utworów plejstocenijskich starszych niż osady zlodowacenia Odry. Badania litologiczno-petrograficzne wykonane dla arkusza Kamień Krajeński (Szelewicka, 2006) umożliwiły wydzielenie osadów zlodowacenia Nidy i Sanu.

Zlodowacenia południowopolskie

Zlodowacenie Nidy

Piaski wodnolodowcowe zostały przewiercone i zbadane w otworze 49 na głębokości 103,3–106,4 m. Są to szare piaski drobnoziarniste, dobrze wysortowane, słabo wapniste (2,7% — CaCO_3), lekko pyłowate. Brak w nich struktur sedimentacyjnych.

Gliny zwałowe stwierdzono tylko w otworze 49 na głębokości 97,3–103,3 m. Są to gliny zwałowe pyłowate, szarozielonkawe, słabo wapniste (śr. 1,6% CaCO_3). W całej warstwie występuje dość duża ilość skał lokalnych (śr. 11,9%), okruchy zwęglonego drewna, piryt, pojedyncze ziarna syderytu i krzemieni. Zawartość skał krystalicznych nieznacznie przewyższa zawartość wapieni paleozoicznych. Współczynniki petrograficzne wynoszą średnio: O/K — 1,10; K/W — 1,16; A/B — 071. Szelewicka (2006) określiła wiek tych glin na zlodowacenie Narwi. W tym rejonie nie notowano jednak dotychczas osadów tego zlodowacenia. Autor nie zdecydował się więc na jego wprowadzenie i zaliczył opisywane gliny do zlodowacenia Nidy.

Zlodowacenie Sanu 2

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) występują w wielu otworach na obszarze arkusza, a przewiercone i zbadane zostały w otworze Przymuszewo PIG-1 (otw. 60). Występują w nim na głębokości 37,5–63,4 m i są to piaski drobnoziarniste ze żwirami, o zawartości średniej CaCO_3 — 5,7%, źle wysortowane. W składzie minerałów ciężkich przeważają minerały przezroczyste. W spągu występuje przewaga amfiboli (38,2%) nad granatami (19,6%), piroksenami (9,3%) i epidotem (7,6%). Ku stropowi maleje zawartość amfiboli (30,2%), a rośnie udział granatów (35,7%). W całej warstwie stwierdzono stałą domieszkę glaukonitu (śr. 3,2%) (Szelewicka, 2006).

Mułki, mułki piaszczyste, mułki ilaste, ily warwowe i piaski pyłowate zastoiszkowe przewiercono w otworze Ogorzeliny PIG-1 (otw. 49) na głębokości 85,2–97,3 m. W spągu są to mułki piaszczyste szaroseledynowe, laminowane horyzontalnie, ze smu-

gami materiału organicznego. Na nich leży kompleks piasków drobno- i średnioziarnistych z wkładkami szarych mułków i iłów, mocno wapnistych (do 15,4% CaCO_3). Z minerałów ciężkich dominują amfibole (43,1%), granaty (23,2%) i epidot (10,5%). Osady powstawały w zastoisku przed czołem transgredującego lądolodu (Szelewicka, 2006).

Gliny zwalowe zostały przewiercone i zbadane w trzech otworach: Bralewnica PIG-1 (otw. 103) na głębokości 36,0–61,4 m, Ogorzeleny PIG-1 (otw. 49) na głębokości 59,5–85,2) i Niezychowice PIG-1 (otw. 6) na głębokości 87,5–97,0 m. Szelewicka (2006) wiek tych glin określiła na zlodowacenie Sanu 2. Są to gliny pyłowato-piaszczyste o niewysokiej wapnistości (poniżej 10%), o współczynnikach petrograficznych: O/K — 0,86; K/W — 1,44; A/B — 0,61 w Ogorzelinach (otw. 49) i odpowiednio — 0,76; 1,63 i 0,55 w Niezychowicach (otw. 6). oraz O/K — 1,17; K/W — 1,06; A/B — 0,79 w Bralewnicy (otw. 103). Skały krystaliczne przeważają nad wapieniami paleozoicznymi, przy niskiej zawartości piaskowców północnych i nielicznych okruchach skał lokalnych. Opisanie gliny dobrze koreluje się z glinami badanymi na obszarach arkuszy leżących na wschód od Kamienia Krajeńskiego: Sulinowo, Okonek i Czarne, których wiek także określono na zlodowacenie Sanu 2.

Piaski i żwiry wodnolodowe (górne) zostały zbadane w otworach: Niezychowice PIG-1 (otw. 6) na głębokości 85,3–87,5 m i Bralewnica PIG-1 (otw. 103) na głębokości 33,0–36,0 m. Są to piaski drobno- i gruboziarniste szare z domieszką żwirów oraz frakcji mułkowej. Wapnistość piasków jest niska (śr. 2,9%). W składzie minerałów ciężkich amfibole (32,7%) przeważają nad granatami (19,6%) i epidotem (17,8%).

Zlodowacenia środkowopolskie

Zlodowacenie Warty

Stadiał dolny

Mułki i mułki piaszczyste zastoiskowe stwierdzono w otworze 49 na głębokości 52,8–59,5 m, a także w archiwalnych otworach w Kamieniu Krajeńskim (otw. 90 i 91). Są to szare mułki i mułki piaszczyste laminowane horyzontalnie, ze smugami czarnej substancji organicznej. Zawartość CaCO_3 wynosi 5,2%. Są to osady związane z zastoiskami powstałymi przed czołem wkraczającego lądolodu zlodowacenia Warty.

Gliny zwalowe obecne są w wielu otworach na obszarze arkusza, a zbadano je w Ogorzelinach (otw. 49) (51,4–52,8 m) i Niezychowicach (otw. 6) (81,8–85,3 m). Są to gliny pyłowate i piaszczysto-pyłowate o wysokiej zawartości CaCO_3 — 13,5–14,2%. W otworze Ogorzeleny PIG-1 z powodu małej miąższości glin (1,4 m) zbadano tylko jedną próbkę. Wyniki badań sugerują podobieństwo do glin zlodowacenia Sanu 2, natomiast w otworze Niezychowice PIG-1 współczynniki petrograficzne mają wartości: O/K — 1,47; K/W — 0,88; A/B — 0,85 i wskazują na podobieństwo do glin zlodowacenia Warty.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe zostały zbadane w otworze Nieżychowice PIG-1 (otw. 6) i opisane jako piaski różnoziarniste z domieszką frakcji żwirowej, z dość licznymi głazami kilkucentymetrowej średnicy. Zawartość węglanu wapnia wynosi w nich 9,3%. W składzie minerałów ciężkich dominują amfibole (31%), granaty (24,4%), pirokseny (16,2%) i epidot (12,2%).

Stadiał górny

Mułki i mułki piaszczyste zastoiskowe. Są to szare mułki i mułki piaszczyste o dość wysokiej zawartości CaCO₃ (12,5%) przewiercone w otworze 6 na głębokości 70,0–76,7 m. Mułki mają wyraźną laminację horyzontalną. Powyżej opisanych skał leżą bardzo podobne mułki, ale zawartość CaCO₃ spada w nich gwałtownie do 2,5% i widoczne są bardzo intensywne deformacje glaciektoniczne. Są to już osady przemieszanego miocenu i plejstocenu w strefie transportu kry. W archiwalnym otworze hydrogeologicznym (otw. 2) także jest obecna seria szarych, laminowanych mułków, ale ich miąższość wynosi 22,0 m (74,0–96,0 m głębokości). Wydaje się, że wiekowo odpowiadają one opisanym wyżej mułkom z otworu 6.

Gliny zwałowe obecne są na obszarze całego arkusza, a ich miąższość często przekracza 30 m. Zbadane zostały w otworach: 49, 60 i 103, gdzie ich miąższość wynosi odpowiednio: 3,7 m, 16,5 m i 3,3 m. Są to gliny piaszczysto-ilaste i piaszczysto-pyłowate, ciemnoszare, o zmiennej zawartości CaCO₃ — od 7,6 do 14,2%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K — od 1,18 do 1,33; K/W — od 1,01 do 0,86; A/B — od 0,86 do 1,02. W składzie petrograficznym wapienie paleozoiczne przeważają nad skałami krystalicznymi, przy zróżnicowanej zawartości piaskowców północnych i znikomej zawartości okruchów skał lokalnych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w wielu otworach, a zbadane zostały w: 49, 60 i 103. Opisano je jako piaski różnoziarniste z domieszką frakcji żwirowej oraz żwiry szare, słabo wapniste, o zróżnicowanej zawartości CaCO₃ — od 3,4 do 8,8%. Brak jest prawidłowości w rozkładzie minerałów ciężkich.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Stadiał górny

Osady stadiału górnego zlodowacenia Wisły są na obszarze arkusza wyraźnie dwudzielne. Kozarski (1981, 1991) uważa, że w Wielkopolsce i w rejonie pradoliny Noteci–Warty gliny zwałowe fazy leszczyńskiej i poznańskiej tworzą jeden poziom glacialny. Taka sytuacja jest na obszarze arkusza Sępólno Krajeńskie (Niewiarowski, Pasierbski, 2003b), natomiast na terenie arkusza Kamień Krajeński dwudzielność ta jest bardzo wyraźna. Wydzielono dwa poziomy glin zwałowych — gliny zwałowe dolne i górne oraz związane z nimi osady lodowcowe i wodnolodowcowe.

Gliny zwałowe (dolne) odsłaniają się we wschodniej i południowej części terenu arkusza na dużych powierzchniach. Badania petrograficzne tych glin zostały wykonane na próbkach z otworów: 49 i 60. Ich miąższość wynosi 13,3 m w otworze 49 i 14,3 m w otworze 60 a zawartość CaCO_3 — 10%. Są to gliny silnie piaszczyste, w otworze 60 — brązowe, w otworze 49 — stalowoszare. W składzie frakcji żwirowej wapienie paleozoiczne (śr. 45,9–52,7%) przeważają nad skałami krystalicznymi (śr. 36,7–33,7%), a średnie wartości współczynników petrograficznych wynoszą: O/K — 1,52 (otw. 60); 1,84 (otw. 49); K/W — 0,82 (otw. 60); 0,67 (otw. 49); A/B — 0,91 (otw. 60); 1,19 (otw. 49). Cechy tego poziomu glin wskazują na podobieństwo do glin zlodowacenia Wisły z terenów sąsiednich arkuszy (Szelewicka, 2006). Miąższość omawianych osadów jest dość stała na obszarze całego arkusza i wynosi średnio kilkanaście metrów. Ich strop układa się na rzędnej około 120 m n.p.m. na obszarze szerokiego obniżenia, ciągnącego się łukiem z kierunku północnego ku południowi, a potem ku południowemu wschodowi, będącego mocno przekształconym systemem rynien marginalnych.

Piaski, żwiry i mułki wodnolodowe występują w różnych częściach obszaru arkusza na powierzchni lub pod przykryciem młodszych glin zwałowych. Nie tworzą ciągłej pokrywy, miejscami brak ich zupełnie i wtedy zaciera się granica między starszymi, a młodszymi glinami zwałowymi. Największą ich miąższość stwierdzono w otworze Niezychowice PIG-1 (otw. 6) — 29,0 m i Ogorzeliny PIG-1 (otw. 49) — 25,4 m. Z badań wynika, że są to brązowe i szarobrązowe piaski grubo- i średnioziarniste z domieszką żwirów, o niskiej wapnistości — 2,6–4,2% CaCO_3 . W składzie minerałów ciężkich granaty (37–40%) przeważają nad amfibolami (23–30%), a w dolnej części amfibole (39%) przeważają nad granatami (33%). Obecny jest też staurolit (8–10%) i pirokseny (7–10%). Piaski te odsłaniają się także w piaskowni w Lichnowych, Moszczenicy, w piaskowni leżącej między Sławęcinem i Obrowem oraz w Kamieniu Krajeńskim. W Moszczenicy mają one miąższość powyżej 20 m, w Lichnowych, Sławęcinie i Kamieniu Krajeńskim przykryte są różnej miąższości warstwami glin zwałowych. Na północny zachód od jeziora Mochel piaski te są wykształcone podobnie jak wyżej opisane, a ich miąższość jest większa niż 20 m. W dużej żwirowni w Sławęcinie odsłania się około 6 m piasków — w dolnej części (ok. 2 m) gruboziarnistych, ze żwirami, z bardzo urozmaiconym warstwowaniem (skośnym, przekątnym), w górnej części (ok. 4 m) drobnoziarnistych, z licznymi wkładkami żwirów. Przeważa laminacja tabularna, horyzontalna, obecne są zespoły skośne oraz kanały erozyjne. W piaskowni tej odwiercono w dnie sondę, w której stwierdzono 6,0 m piasków różnoziarnistych ze żwirami. Całkowita miąższość tej serii wynosi tutaj 12,0 m.

Gliny zwałowe (górne) zajmują największą powierzchnię. Podjęto próbę ich zbadania w otworze Ogorzeliny PIG-1 (otw. 49). Na głębokości 0,0–3,6 m przewiercono gliny silnie piaszczyste, brązowożółte. Osady są prawie całkowicie odwapnione (0,6% CaCO_3). W składzie petrograficznym frakcji żwirowej dominują skały krystaliczne (77,45%), przy 0,7% zawartości wapieni paleozoicznych,

braku dolomitów północnych i łupków paleozoicznych i skał lokalnych. Zbyt mały udział wapieni paleozoicznych nie pozwolił na obliczenie współczynników petrograficznych. Gliny te występują w większości otworów archiwalnych i sond, a ich miąższość zmienia się od 1 do 15–17 m. Często przybierają one charakter glin ablacyjnych o niewielkich miąższościach.

P i a s k i i ż w i r y l o d o w c o w e. Dwa duże pola tych piasków wydzielono w południowo-wschodniej i północno-zachodniej części terenu arkusza. W południowo-wschodniej części piaski leżą na glinach zwałowych i pokrywają płaskie lub lekko pagórkowate obszary pomiędzy morenami martwego lodu. Są to piaski drobnoziarniste z obfitymi żwirami i otoczakami, z cienkimi wkładkami piasków gliniastych. Ich miąższość średnio wynosi około 3,0 m. W północno-zachodniej części pokrywają dużą powierzchnię wysoczyzny, w zasadzie nie tworząc wyraźnych form morfologicznych. W tym rejonie są to głównie żwiry z domieszką piasków, miejscami lekko gliniaste. Ich miąższości wynoszą najwyżej kilka metrów, nie udało się ich nigdzie przewiercić. W okolicy znajdują się liczne płytkie doły po nieczynnych żwirowniach. Niewielka głębokość tych wyrobisk świadczy o niezbyt dużej miąższości żwirów.

G l i n y z w a ł o w e , p i a s k i i m u ł k i d r u m l i n ó w. Jedno skupisko drumlinów zlokalizowano na południowy zachód od Kęsowa. Składa się na nie 11 różnej wielkości wzgórz. Odwiercono w nich kilka sond, a w jednym ze wzgórz było obecne sztuczne odsłonięcie (budowa obory), w którym bardzo wyraźnie widać 1–3-metrową kopułę brązowych glin zwałowych z gładzikami, soczewkami żwirów i piasków, przykrywających jądro zbudowane z żółtych piasków drobnoziarnistych z mocno zaburzonym warstwowaniem. W sondzie odwierconej na szczycie największego wzgórza, pod 10,3-metrową warstwą glin, nawiercono 12 m piasków i ilów zaburzonych glacitektonicznie. Kilka sond odwierconych w innych wzgórzach tego rejonu miało bardzo podobny profil. Na obszarze arkuszy Sępólno Krajeńskie i Więcbork graniczących od południa z arkuszem Kamień Krajeński (Niewiarowski, Pasierbski, 2003a, b) drumliny są bardzo liczne. Pasierbski opisywał je w swoich opracowaniach (1995, 1996). O drumlinach i mechanizmie ich powstawania na obszarze Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego pisał Wysota (1994).

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. Tworzą one dwa ciągi wzgórz — w okolicach wsi Obkas i Bralewnica. W południowej części arkusza zaznaczono także kilka izolowanych wzgórz, które uznano za moreny czołowe. Ciąg wzgórz okolic Obkasu — zwany dalej obkaską moreną czołową — był obiektem szczegółowego opracowania Gierszowskiego i Pasierbskiego (1994). Ma on długość 7,5 km i składa się z sześciu izolowanych wzgórz o wysokościach od 158,0 m n.p.m. na zachodzie do 188,8 m n.p.m. na wschodzie. Zbudowany jest z osadów piaszczystych — piasków i żwirów przykrytych miejscami pokrywą glin ablacyjnych. Miąższość całej serii dochodzi do 30 m. Gierszowski i Pasierbski opisują liczne przykłady bardzo intensywnych deformacji

glacitektonicznych obserwowanych w odsłonięciach. W konkluzji dochodzą do wniosku, że wał moreny czołowej, w dzisiejszym kształcie, jest efektem glacitektonicznego spiętrzenia osadów piaszczystych uformowanych wcześniej sandrów. Spiętrzenie to miało miejsce w czasie gwałtownej transgresji lądolodu na południe, w wyniku której utworzył się łob Kamionki i tam spowodował powstanie bralewnickiej moreny czołowej oraz wzgórz moren martwego lodu położonych na północ od niej. Wydaje się, że forma ta ma charakter poligeniczny: glacitektonicznie spiętrzony rdzeń moreny jest nadbudowany serią akumulacyjną powstałą przy udziale wód roztopowych lądolodu topniejącego na zapleczu moreny. Morena bralewnicka jest zbudowana z piasków różnoziarnistych z domieszką drobnookruchowych żwirów. Ku spągowi zawartość żwirów zmniejsza się, osady stają się coraz bardziej drobnoziarniste i pojawiają się wkładki mułków. Miąższość ich można określić na większą od 20 m.

W południowej części obszaru arkusza, pomiędzy Radzimiem i Drożdżenicą znajduje się kilka wzgórz o wysokościach 130,0–148,0 m n.p.m. Zbudowane są z piasków różnoziarnistych ze żwirami i o miąższości około 10 m, przykrytych około dwumetrową warstwą glin piaszczystych. Piaski te są podścielone piaskami wodnolodowcowymi i glinami. Wzgórza te są przekształconymi morenami czołowymi związanymi z jednym z wcześniejszych postojów recesyjnych lądolodu zlodowacenia Wisły.

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 tworzą płaskie powierzchnie w zachodniej części terenu arkusza i mają zmienną miąższość — od 1,0 do 3,3 m. Są to żółte piaski różnoziarniste ze żwirami, miejscami gliniaste w stropie. Piaski te zostały osadzone przez wody spływające dolinami wód roztopowych z obszaru moreny obkaskiej oraz z obszaru wysoczyzny pokrytej licznymi bryłami topniejącego lodu.

P i a s k i , m u ł k i i g l i n y z w a ł o w e m o r e n m a r t w e g o l o d u . Moreny martwego lodu są obecne na zapleczu moreny czołowej bralewnickiej. W otworze Bralewnica PIG-1 (otw. 103) na głębokości 0,0–11,0 m przewiercono piaski drobnoziarniste z rozproszonymi drobnookruchowymi żwirami i cienkimi wkładkami glin piaszczystych i piasków gliniastych. Są one podścielone warstwą beżowych mułków laminowanych iłami, lekko wapnistych. W kilku sondach odwierconych na obszarze moren martwego lodu stwierdzono obecność żółtych wapnistych piasków bardzo drobnoziarnistych, o konsystencji pudru oraz wapnistych piasków drobnoziarnistych z cienkimi wkładkami piasków gliniastych i glin. Nie przewiercono ich do głębokości 20,0 m. Często piaski są w stropie przykryte piaskami gliniastymi i glinami piaszczystymi. W otoczeniu wzgórz bardzo licznie występują zagłębienia po martwym lodzie.

P i a s k i , ż w i r y i g l i n y z w a ł o w e o z o w występują w zachodniej części terenu arkusza na południe od Kamienia Krajeńskiego oraz w części wschodniej, między Pamiętowem, a Kęso-wem (Góry Karpaty) i północnej (Ostrowite). We wzgórzu ozowym koło Kamienia Krajeńskiego znajduje się czynna zwirownia, w której odsłaniają się piaski i żwiry o miąższości większej od 10 m,

z bardzo urozmaiconym inwentarzem struktur sedimentacyjnych — liczne zespoły warstwowane skośnie i kanały erozyjne ścinające niżej leżące warstwy. Piaski te są przykryte warstwą glin nie przekraczającą 2 m miąższości (Urbański, 1994). W północnej części drugiego ciągu wzgórz w Kęsowie funkcjonuje żwirownia (Matuszewski, 1997). Odślania się w niej około 12-metrowej miąższości seria piasków różnoziarnistych z przewarstwieniami żwirów. Dynamika wód, które osadziły tę serię była duża, osady są warstwowane skośnie i przekątnie, liczne są poziomy gładzików i grubookruchowych żwirów. W stropie kompleksu leży około 3-metrowej grubości warstwa brązowych glin z gładzami. Gliny nie pokrywają całego ozu ciągłą warstwą. W południowej części leżą na nim izolowanymi płatami.

W północnej części obszaru arkusza, koło wsi Ostrowite, znajduje się duże wzgórze ozowe. W jego wschodnim zboczu funkcjonuje piaskownia, w której odślania się około 12-metrowy profil osadów. W stropie, pod cienką 1,0–1,5 m warstwą brązowych glin piaszczysto-żwirowych z licznymi gładzami leży 1,5 m żółtych piasków drobnoziarnistych przeławicających się z glinami piaszczystymi. Niżej znajduje się 8,0–10,0 m żółtych piasków drobnoziarnistych o ławicach grubości około 0,5 m. W obrębie ławic jest widoczne bardzo urozmaicone warstwowanie — przeważnie skośnie i przekątnie, podkreślone cienkimi warstewkami żwirów. Ławice ścinają się nawzajem, liczne są kanały erozyjne. Inwentarz struktur świadczy o dużej dynamice środowiska, a kierunki warstwowań wskazują na transport z kierunku NW lub NNW ku SE i SSE.

P i a s k i , m u ł k i , i ł y i g l i n y z w a ł o w e k e m ó w są obecne na obszarze całego arkusza. Tworzą wzgórza różnej wielkości i kształtu zbudowane z drobnoziarnistych piasków, mułków i iłów. W kilku z nich piaski te są eksploatowane (okolice Drożdżenicy i Nowego Dworu). Dwa największe wzgórza kemowe — w Sicinach i koło Przymuszewa — zbudowane są z piasków, piasków ze żwirami i piasków pyłowatych o miąższości około 20 m. W Sicinach, w dużej żwirowni widoczna jest kopułowata forma kemowa zbudowana z piasków różnoziarnistych i żwirów z soczewkami glin zwałowych. Osady były akumulowane w szczelinie przez wody o dość dużej energii. Po wytopieniu podpierającego je lodu nastąpiła deformacja spowodowana osiadaniem brzeżnych partii kamu. Te dwie formy można nazwać kemami fluwioglacjalnymi, pozostałe, zbudowane z mułków i mułków piaszczystych mają kształty bardziej izometryczne i są kemami limnoglacialnymi.

P i a s k i , m u ł k i i i ł y z a s t o i s k o w e występują na powierzchni na południowym brzegu Kamionki, w okolicach Kamienia Krajeńskiego i Cerkwicy. Odślaniają się tutaj beżowe, laminowane mułki i mułki piaszczyste o miąższości około 6,0 m (Fiutak, 2003) leżące na glinach zwałowych. W sondzie odwierconej w osi doliny Kamionki w Kamieniu Krajeńskim przewiercono niższą część serii zastoiszkowej. Są to iły szaroczarne, lekko wapniste, laminowane horyzontalnie, o miąższości około 11,0 m.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski stożków napływowych zaznaczono tylko w jednym miejscu — przy ujściu potoku Struga do jeziora Silno. Są to piaski średnio- i gruboziarniste z przewarstwieniami mułków i czarnych namułów o miąższości około 4,0 m. Stożek jest niewielki, ma około 30 m szerokości.

Piaski i mułki deluwialne znajdują się na terenie całego arkusza i występują w dwóch pozycjach: u podnóża zboczy wysoczyzn albo rynien jeziornych lub jako wypełnienia den suchych dolinek i obniżeń po martwym lodzie. Są to piaski różnoziarniste lub piaski gliniaste i mułki, często przewarstwiające się.

W rejonie Silna osady te leżą częściowo na namulach organicznych, które wypełniają dna rynien jeziornych. Ich miąższość jest zmienna, od kilkudziesięciu centymetrów do 2–3 metrów.

c. Holocen

Piaski i namuły den dolinnych są obecne w licznych, niegłębokich dolinkach, które w większości są dolinami wód roztopowych. W ich dnach występują piaski drobno- i średnioziarniste, często przykryte cienką warstwą namułów organicznych. Miąższość ich jest niewielka, w zasadzie nie przekracza 2,0 m. Dolinki te prowadzą obecnie wodę, partiami są bezodpływowe lub odwadniane przy pomocy kanałów melioracyjnych.

Piaski humusowe zaznaczono tylko w jednym miejscu — w rynnicy jeziora Zamarte, na jego wschodnim skraju. Na czarnych namulach piaszczystych leży warstwa ciemnoszarych piasków drobnoziarnistych o miąższości 1,0 m, z dużą zawartością części organicznych.

Piaski, łyły i mułki jeziorne występują na wschodnim brzegu jezior: Silno i Piastoszyn. Nawiercono je sondą do głębokości 2,0 m i są to 1,5-metrowej miąższości łyły niebieskoszare tłuste, bardzo mocno wapniste. Pod nimi leży 0,5 m nieprzewierconych szarych piasków drobnoziarnistych, także wapnistych. Przy stacji kolejowej Silno przewiercono 4,5-metrową serię piasków różnoziarnistych żółtych (otw. 19), z przewarstwieniami szarych, laminowanych mułków leżącą na glinach zwałowych. Tworzą one tutaj owalną wychodnię będącą wypełnieniem starej misy jeziornej. Trzecie wystąpienie osadów jeziornych stwierdzono w otoczeniu zanikającego jeziora we wsi Wieszczyce w południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Nawiercono tu 2,0 m żółtych piasków drobnoziarnistych i piasków mułkowatych szarozielonkawych.

Namuły zagłębień bezodpływowych występują powszechnie na całym obszarze arkusza. Zwykle są to czarne namuły organiczne, miejscami przeławicane piaskami. Ich miąższość jest niewielka — od 0,5 m do 2,0 m, bardzo rzadko większa. Wypełniają one zagłębienia po martwym lodzie.

Gytie. W rejonie Piastoszyna, w dnicy szerokiej rynnicy jeziornej istnieje udokumentowane złożę gytii wapiennych i torfów (Matuszewski, 1996). Odwiercono tu 41 otworów o głębokości do 10,0 m, w których na głębokości 3,0–6,0 m przewiercono warstwę beżowoszarych gytii.

Kreda jeziorna. Stwierdzono ją w większości otworów dokumentujących złoże Piastoszyn. Leży pod warstwą gytii, ma barwę kremowoszarą, widoczne są w niej pokruszone fragmenty muszli mięczaków. Skała bardzo gwałtownie reaguje z kwasem solnym. Jej miąższość waha się od 1,0 do 2,5 m. Pod kredą znajdują się drobnoziarniste, szare piaski jeziorne.

Namuły i namuły torfiaste den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych wypełniają dna szerokich rynien subglacialnych oraz dno doliny rzeki Kamionki na całej jej długości. Są to czarne namuły piaszczyste, gliniaste i torfiaste o miąższości od 0,5 do 6,0 m.

Torfy stwierdzono w okolicach Piastoszyna, gdzie mają miąższość około 3,0 m. W innych miejscach ich miąższość jest niewielka — od 0,5 do 1,0 m, a lokalnie tworzą cienkie, kilkudziesięciocentymetrowe wkładki w namulach.

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Głównym elementem strukturalnym na obszarze arkusza Kamień Krajeński jest południowo-zachodni skraj niecki brzeżnej, a ściślej antyklina Chojnic o kierunku osi NW–SE, z jądrem zbudowanym z osadów cenomanu, leżąca w południowo-zachodniej części terenu arkusza (Cieśliński i Jaskowiak, 1973). Na Mapie liniowych elementów strukturalnych Polski (Doktór i in., 1995) zaznaczono kilka elementów, których obecność może mieć wpływ na istnienie wyraźnych obniżen w podłożu czwartorzędu. Na skrzyżowaniu dwóch lineamentów znajduje się szeroka rynna jeziorna o przebiegu N–S–NE–SW–E–W Gockowice–Przymuszewo–Kamień Krajeński (tabl. II). Z przebiegiem lineamentu w głębokim podłożu pokrywa się także podłużna, wąska depresja ciągnąca się od Kamienia Krajeńskiego do Lichnowych.

Ukształtowanie podłoża czwartorzędu ustalono na podstawie 21 otworów wiertniczych. W południowo-wschodniej części obszaru arkusza znajduje się wyraźna elewacja powierzchni podczwartorzędowej, której strop występuje na rzędnej 112,5 m n.p.m. (otw. 65). Powstała ona w wyniku glacitektonicznego spiętrzenia i sfałdowania skał mioceńskich. W otworze 103 upady piasków mioceńskich osiągają 45°. Ku północnemu zachodowi podłoże opada w kierunku szerokiego, łukowato wygiętego obniżenia, którego przebieg i kształt na powierzchni odtwarza szeroka rynna subglacialna.

Niezbyt jasna jest geneza głębokiego obniżenia w podłożu na północny wschód od Dąbrówki. Jego dno leży na rzędnej 20 m n.p.m. Ponieważ zostało ono stwierdzone tylko jednym otworem (otw. 53), być może kontynuuje się ku północy jako rynna subglacialna. Następne (ku północnemu zachodowi) obniżenie ma charakter niezbyt szerokiej doliny o spadku w kierunku południowym. Jej dno opada od 65 m n.p.m. (otw. 11) do 38 m n.p.m. (otw. 90). Ku północnemu zachodowi podłoże podnosi się do wysokości 83,1 m (otw. 44, 45) i dalej łagodnie opada do 50 m n.p.m. W północno-zachodnim

narożu obszaru arkusza znajduje się duża kora skał mioceńskich w obrębie plejstocenu. Jej dalsza część leży poza granicami terenu.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Wypiętrzane na przełomie kredy górnej i paleogenu antyklinorium pomorskie powodowało stopniową regresję morza kredowego (tab. 2).

W paleocenie trwała jeszcze sedimentacja morska w spływającym się zbiorniku, który pod koniec tego okresu zanikł zupełnie. Eocen był na obszarze arkusza okresem lądowym, brak jest osadów tego wieku. Na przełomie eocenu i oligocenu nastąpiła transgresja morska. W płytkim zbiorniku osadzały się skały piaszczyste i mułowcowe, miejscami doszło do lokalnych wynurzeń.

W późnym oligocenie morze wycofało się, a na jego miejscu powstał obszar obniżony, z wolno płynącymi rzekami i licznymi jeziorzyskami. Tworzyły się w nich osady rzeczne, jeziorne, bagienne, miejscami brakiczne (Piwocki i Ziemińska-Tworzydło, 1997).

Największy zbiornik śródlądowy istniał tu w miocenie górnym, w okresie tworzenia się warstw serii poznańskiej.

Transgresja lądolodu zlodowacenia Nidy zapoczątkowała glacitektoniczne fałdowanie osadów paleogenu i neogenu. Piaski wodnolodowcowe i gliny zwałowe z tego okresu zachowały się tylko w głębokim obniżeniu w centrum obszaru arkusza (Szelewicka, 2006). Z pozostałej części terenu osady te zostały zapewne później usunięte.

Zlodowacenie Sanu I pokryło cały omawiany obszar. Zachował się tylko jeden poziom glin zwałowych oraz miąższy — 20–30-metrowy kompleks piasków wodnolodowcowych.

W okresie zlodowaceń środkowopolskich osadziły się dwa poziomy glin zwałowych zlodowacenia Warty. Lądolód dwukrotnie nasunął się na obszar arkusza powodując powstanie przed czołem lokalnych zastoisk. W czasie drugiego nasunięcia została przywleczona i pozostawiona w północno-zachodnim narożu terenu, kora osadów mioceńskich.

Lądolód zlodowacenia Wisły pozostawił po sobie dwa poziomy glin zwałowych, miejscami rozdzielonych miąższą serią osadów wodnolodowcowych. Lądolód ten przekroczył południową granicę omawianego terenu. W czasie recesji po raz pierwszy stagnował na linii Kamionki. Osadziły się wówczas piaski i żwiry moren czołowych w rejonie Radzimia i Drożdzienicy. W tym okresie utworzyły się wzgórza kemowe okolic Kęsowa i Piastoszyna. Powstała też wtedy rynna marginalna o łukowatym kształcie, ciągnąca się od Jeziora Gockowskiego na północy do jeziora Radzim na południu.

Drugi raz lądolód zlodowacenia Wisły zatrzymał się na linii Obkas–Dąbrówka–Bralewnica, tworząc wzgórza moren czołowych, a potem przekroczył je, spiętrzając i deformując. Po ostatecznym

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Piętro	Podpiętro		
d e z r o t c e n	H o l o c e n			Torfy — $t Q_h$	Akumulacja biogeniczna
				Namuły i namuły torfiaste den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — $nr^f Q_h$	Akumulacja w dnach dolin i zagłębień, częściowo organiczna
z r o t c e n				Kreda jeziorna — $li_{kj} Q_h$	Akumulacja organiczna i mineralna jeziorna
				Gytie — $li_{gy} Q_h$	Akumulacja organiczna i mineralna w zagłębieniach bezodpływowych
r o t c e n				Namuły zagłębień bezodpływowych — $li_n Q_h$	Akumulacja mineralna, jeziorna
				Piaski, iły i mułki jeziorne — $li_p Q_h$	Akumulacja mineralna i organiczna, jeziorna
e z r o t c e n				Piaski humusowe — $ph Q_h$	Akumulacja mineralna i organiczna, jeziorna
				Piaski i namuły den dolinnych — $pn^f Q_h$	Akumulacja mineralna i organiczna, rzeczna
z r o t c e n				Piaski i mułki deluwialne — $pm^d Q$	Rozmywanie materiału na zboczach, akumulacja w obniżeniach i u podnóży stoków
				Piaski stożków napływowych — $p^s Q$	Akumulacja rzeczna
z r o t c e n		Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Piaski, mułki i iły zastoiskowe — $b_p^{B3} Q_{p^4}$	Sedymentacja w lokalnych zastoiskach związanych z recesją lądolodu
				Piaski, mułki, iły i gliny zwałowe kemów — $k_p^{B3} Q_{p^3}$	Akumulacja osadów piaszczysto-mułkowych i gliniastych w szczelinach stagnującego i martwego lodu
z r o t c e n				Piaski, żwiry i gliny zwałowe ozów — $o_p^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja w rynnach subglacialnych Erozja subglacialna
				Piaski, mułki i gliny zwałowe moren martwego lodu — $gm_{pz}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja grawitacyjna oraz przez wody lodowcowe na zapleczu moren czołowych w strefie wypełnionej bryłami martwego lodu
z r o t c e n			Stadiał górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja sandrowa przez rzeki progłacialne w czasie postępu lądolodu, odpływ wód ku południowemu zachodowi i zachodowi
				Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych — $gc_{pz}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja grawitacyjna oraz spiętrzenie glacictoniczne przy krawędzi lądolodu
z r o t c e n				Gliny zwałowe, piaski i mułki drumlinów — $d_{gzw}^{B3} Q_{p^4}$	Deformacja i erozja lodowcowa osadów podłoża, depozycja glin bazalnych
				Piaski i żwiry lodowcowe — $g_{pz}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja lodowcowa
z r o t c e n				Gliny zwałowe — $g_{gzw2}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja lodowcowa Erozja lodowcowa
				Piaski, żwiry i mułki wodnolodowcowe — $fg_p^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja sandrowa przez rzeki roztokowe Erozja wód lodowcowych
z r o t c e n				Gliny zwałowe — $g_{gzw1}^{B3} Q_{p^4}$	Akumulacja lodowcowa Erozja lodowcowa
				Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz}^{W3} Q_{p^3}$	Akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu wycofującego się lądolodu
z r o t c e n		Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Gliny zwałowe — $g_{gzw}^{W3} Q_{p^3}$	Akumulacja lodowcowa
				Mułki i mułki piaszczyste zastoiskowe — $b_m^{W3} Q_{p^3}$	Akumulacja w lokalnych zastoiskach podczas transgresji lądolodu
z r o t c e n			Stadiał dolny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz}^{W1} Q_{p^3}$	Akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu wycofującego się lądolodu
				Gliny zwałowe — $g_{gzw}^{W1} Q_{p^3}$	Akumulacja lodowcowa
z r o t c e n				Mułki i mułki piaszczyste zastoiskowe — $b_m^{W1} Q_{p^3}$	Akumulacja w lokalnych zastoiskach podczas transgresji lądolodu

C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 1	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $_{p22}^{fg} Q_{p^2}^S$	Akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu wycofującego się lądolodu
				Gliny zwałowe — $_{gzw}^g Q_{p^2}^S$	Akumulacja lodowcowa
				Mułki, mułki piaszczyste, mułki ilaste, ily warwowe i piaski pyłowate zastoiskowe — $_{m}^b Q_{p^2}^S$	Akumulacja w zastoiskach podczas transgresji lądolodu
				Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $_{p21}^{fg} Q_{p^2}^S$	Akumulacja wodnolodowcowa podczas transgresji lądolodu
		Zlodowacenie Nidy	Gliny zwałowe — $_{gzw}^g Q_{p^2}^N$	Akumulacja lodowcowa	
			Piaski wodnolodowcowe — $_{p}^{fg} Q_{p^2}^N$	Akumulacja wodnolodowcowa podczas transgresji lądolodu	
			Mułki, mułki ilaste, ily i piaski jako kry utworów miocénskich w osadach plejstocénskich — $_M Q_p$	Transgresja lądolodu Egzaracja podłoża osadów czwartorzędowych	
N e o g e n	Pliocen		Iły pstre, piaski i mułki — $_i P_l$		
	Miocen	Miocen środkowy + górny	Iły (seledynowe), mułki ilaste i mułki piaszczyste — $_i M_{2+3}$	Akumulacja w śródlądowych zbiornikach słodkowodnych, obocznie płytkomorska i brakiczna	
		Miocen dolny + środkowy	Piaski, piaski pyłowate, mułki i ily z przewarstwieniami węgla brunatnego — $_p M_{1+2}$		
P a l e o g e n	Oligocen		Mułki, mułowce i iłowce oraz mułki piaszczyste i piaskowce z przewarstwieniami piasków glaukonitowych — $_m O_l$	Regresja morza Sedymentacja w środowisku płytkomorskim Transgresja morska	
	Eocen			Akumulacja i erozja na lądzie	
	Paleocen		Wapienie i margle piaszczyste — $_w P_c$	Sedymentacja w płytkim, ciepłym zbiorniku morskim	
K r e d a			Mułowce, piaskowce, iłowce, margle i wapienie — $_{mc} C_r$	Sedymentacja brakiczno-morska w kredzie dolnej i morska, epikontynentalna w kredzie górnej	

wycofaniu się lądolodu, na obszarze przez niego opuszczonym pozostały masy martwego lodu, często pogrzebanego, które wytapiały się w cieplejszych fazach okresu późnoglacialnego. Z tego czasu pochodzą liczne zagłębienia po martwym lodzie wypełnione osadami organicznymi i mineralnymi, pokrywy deluwialne, osady jeziorne — piaski, mułki, kreda jeziorna i gytie oraz osady den dolinnych.

IV. PODSUMOWANIE

Badania geologiczne prowadzone na obszarze arkusza Kamień Krajeński potwierdziły wiele już znanych faktów geologicznych i geomorfologicznych. Nowe elementy to udokumentowana badaniami litologiczno-petrograficznymi obecność osadów zlodowacenia Nidy oraz Sanu 1. Stwierdzono występowanie dwóch poziomów glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły rozdzielonych mięszką serią osadów wodnolodowcowych. Potwierdzono istnienie rozległej kry osadów miocénskich

wśród skał czwartorzędowych i określono jej stosunek do utworów podścielających. W wielu miejscach wydzielono kemy i drumliny.

Na obszarze arkusza Kamień Krajeński brak jest organicznych osadów interglacjalnych, w związku z tym przedstawiona w opracowaniu stratygrafia plejstocenu opiera się głównie na wynikach badań litologiczno-petrograficznych glin zwałowych oraz na analizie geomorfologicznej.

Wiek osadów plejstocenijskich wymaga dalszych badań. Badaniom litologiczno-petrograficznym poddano gliny zwałowe przewiercone w otworze 49 (Ogorzeliński) na głębokości 97,3–103,3 m. Według Szelewickiej (2006) ich cechy petrograficzne najbardziej odpowiadają cechom glin zwałowych górnego stadia zlodowacenia Narwi. Ponieważ dotychczas nie opisano w okolicy glin ze zlodowaceń najstarszych autor zdecydował się określić ich wiek na zlodowacenie Nidy. W przypadku gdyby w przyszłości w tym rejonie przewiercono w innym miejscu gliny leżące w takiej samej pozycji i mające zbliżone cechy petrograficzne należy poważnie rozważyć możliwość obecności osadów zlodowaceń najstarszych.

Dokładniejszych badań wymaga także problem recesji lądolodu zlodowacenia Wisły. Widoczna jest wyraźna dwudzielność jego osadów. Na mapie geologicznej widocznych jest kilka stref postępu lądolodu, których na etapie prac w skali 1:50 000 nie można wydzielić. Potrzebne są do tego bardziej szczegółowe badania, w większej skali.

Opracowano
w Oddziale Świętokrzyskim
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
w Kielcach

Zakład Kartografii Geologicznej
Struktur Płytkich
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
w Warszawie

Kielce, 2009 r.

LITERATURA

- Bestyński Z., Grycko M., 2005 — Dokumentacja badań geoelektrycznych wykonanych dla arkusza Kamień Krajeński SMGP 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Butrymowicz N., 1978a — objaśnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Chojnice. Inst. Geol., Warszawa.
- Butrymowicz N., 1978b — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Chojnice, wyd. B. Mapa podstawowa 1:50 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Butrymowicz N., Murawski T., Pasierbski M., 1978 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Chojnice, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Cieśliński S., Jaskowiak M., 1973 — Kreda. Polska północno-wschodnia. W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia, 2, Mezozoik. Wyd. Geol., Warszawa.

- Cimoszewski L., 1956 — Karta wiertnicza otworu Chojnice 2. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ciuk E., 1955 — O zjawiskach glacitektonicznych w utworach plejstocenyjskich i trzeciorzędowych na obszarze zachodniej i północnej Polski. *Biul. Inst. Geol.*, 70.
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu polskiego. *Kwart. Geol.*, 14, 4.
- Ciuk E., 1974 — Schematy litostratygraficzne paleogenu Polski poza Karpatami i zapadliskiem przedkarpackim. *Biul. Inst. Geol.*, 281.
- Ciuk E., Piwocki M., 1990 — Map of brown coal deposits and prospects areas in Poland 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., 1998 — Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na Niżu Polskim 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Dembowska J., 1965 — Budowa geologiczna parantyklinorium pomorskiego. *Pr. Inst. Geol.*, 40.
- Doktór S., Graniczny M., Kucharski R., 1987 — Korelacja danych teledetekcyjnych i geofizycznych za pomocą technik cyfrowych. *Prz. Geol.*, 35, 8-9.
- Doktór S., Graniczny M., Kucharski R., 1995 — Mapa liniowych elementów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dyjour S., 1975 — Zaburzenia glacitektoniczne w Polsce Zachodniej. Mat. I Kraj. Symp. „Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce.”, 1. Wyd. Geol., Warszawa.
- Fiuta J., 2003 — Dokumentacja geotechniczna dla modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków Kamień Krajeński. Arch. Urzędu Wojewódzkiego, Bydgoszcz.
- Galon R., 1949 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Bydgoszcz, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., 1952a — Formy polodowcowe okolic Więcborka. *Stud. Soc. Sc. Torunensis, Sec. C*, 1, 5.
- Galon R., 1952b — O fazach postoju lądolodu na obszarach Pomorza. Księga Pamiątkowa 75-lecia Towarzystwa Nauk w Toruniu. Toruń.
- Galon R., 1969 — O typach deglacjacji lądolodu skandynawskiego (w obrębie ostatniego zlodowacenia). *Fol. Quatern.*, 30.
- Galon R., 1981 — Wybrane zagadnienia stratygrafii i chronologii Vistulianu w Polsce. *Prz. Geol.*, 29, 9.
- Gierszewski P., Pasierbski M., 1994 — Struktura i geneza obkaskiej moreny czołowej. *Prz. Geogr.*, 65, 3-4.
- Jaskowiak M., 1961 — Budowa geologiczna synklinorium szczecińskiego. *Prz. Geol.*, 8.
- Kasiński J. R., 1989 — Dokumentacja geologiczna poszukiwań złóż węgla brunatnego w rejonie Cierplewo, gminy: Gostycyn, Kęsowo, Koronowo, Sośno, woj. bydgoskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. nauk. PWN, Warszawa.
- Kozarski S., 1981 — Stratygrafia i chronologia vistulianu Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kozarski S., 1991 — Litostratygrafia górnego plejstocenu Niziny Wielkopolskiej w granicach ostatniego zlodowacenia; nowe dane i interpretacje. W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. *UAM. Ser. Geogr.*, 50.
- Łobza A., Sikorski B., 1970 — Karta otworu wiertniczego Chojnice 5. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Majewski J. 1965 — Karta otworu wiertniczego Jeleńcz IV. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- M a a s G . , 1905 — Geologische Karte von Preussen und benachbarten deutschen Ländern 1:25 000, Blatt Tuchel. Preuss. Geol. Landesanst., Berlin.
- M a t u s z e w s k i A . , 1996 — Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża gytii wapiennej i torfu „Piastoszyn I” w miejscowości Piastoszyn, gmina Kęsowo, woj. bydgoskie. Arch. Urzędu Wojewódzkiego, Bydgoszcz.
- M a t u s z e w s k i A . , 1997 — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego grubego piaszczysto-żwirowego „Kęsowo I”. Arch. Urzędu Wojewódzkiego. Bydgoszcz.
- N i e w i a r o w s k i W . , P a s i e r b s k i M . , 2003a — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1: 50 000, ark. Więcbork (239). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- N i e w i a r o w s k i W . , P a s i e r b s k i M . , 2003b — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sępólno Krajeńskie (240). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- N i e w i a r o w s k i W . , P a s i e r b s k i M . , 2003c — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Więcbork (239). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- N i e w i a r o w s k i W . , P a s i e r b s k i M . , 2003d — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sępólno Krajeńskie (240). Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- N o s e k M . , 1968 — Sprawozdanie z poszukiwań złóż węgla brunatnego w rejonie Toruń–Grudziądz–Czersk–Brusy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- O s i k a R . , 1958 — Karta otworu wiertniczego Pamiętowo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- P a s i e r b s k i M . , 1973 — Przebieg deglacji i formy terenu północnej części Wysoczyzny Krajeńskiej. *Stud. Soc. Sc. Torunensis, Sec. C*, **8**, 1.
- P a s i e r b s k i M . , 1995 — Wysoka — krajobraz pola drumlinowego. *Krajobrazy Krajny. Przew. Wyc.*, 2. 44 Zjazd Pol. Tow. Geol., Toruń.
- P a s i e r b s k i M . , 1996 — Więcborskie moreny czołowe w świetle nowych badań. *Acta Univ. Nicol. Copern. Geogr.*, **28**.
- P e t e c k i Z . , 1988 — Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych, ark. Chojnice. Etap III. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- P i w o c k i M . , 1971 — Trzeciorzęd okolic Torunia. *Kwart. Geol.*, **15**, 4.
- P i w o c k i M . , 1978 — Warunki geologiczne i perspektywy wykorzystania złoża węgla brunatnego w rejonie Nakła nad Notecią. *Prz. Geol.*, **26**, 10.
- P i w o c k i M . , 2004 — Paleogen. Niż Polski, jego południowe obrzeżenie. W: *Budowa geologiczna Polski*, **1**. Stratygrafia, 3a. Kenozoik — Paleogen. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- P i w o c k i M . , Z i e m b i Ń s k a - T w o r z y d ł o M . , 1997 — Neogene of Polish Lowland — Lithostratigraphy and pollen-spores zones. *Kwart. Geol.*, **41**, 1.
- P o m i a n o w s k a H . , K a c h n i c M . , 2000 — Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Kamień Krajeński (202). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- P o ż a r y s k a K . , 1965 — Foraminifera and biostratigraphy of the Danian and Montian In Poland. *Palaeont. Pol.*, **14**.
- P o ż a r y s k a K . , S z c z e c h u r a J . , 1968 — Stratygrafia dolnego paleocenu w Polsce pozakarpackiej. *Kwart. Geol.*, **12**, 4.
- R a c z y Ń s k a A . , 1977 — Karta otworu wiertniczego Tuchola 1. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- S y l w e s t r z a k H . , 1965 — Orzeczenie geologiczne o występowaniu węgla brunatnego w rejonie Tucholi. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- S z e l e w i c k a A . , 2006 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych dla arkusza Kamień Krajeński. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- T w a r o g o w s k i J . , 2004 — Mapa lokalnych anomalii grawimetrycznych na arkuszu Kamień Krajeński. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- U r b a ń s k i Z . , 1994 — Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego piaskowego „Kamień Krajeński I”. Arch. Urzędu Wojewódzkiego, Bydgoszcz.
- W y s o t a W . , 1993 — Geneza drumlinów w środkowo-wschodniej części Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego. *Prz. Geogr.*, **65**, 3–4.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kamień Krajeński (202)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000

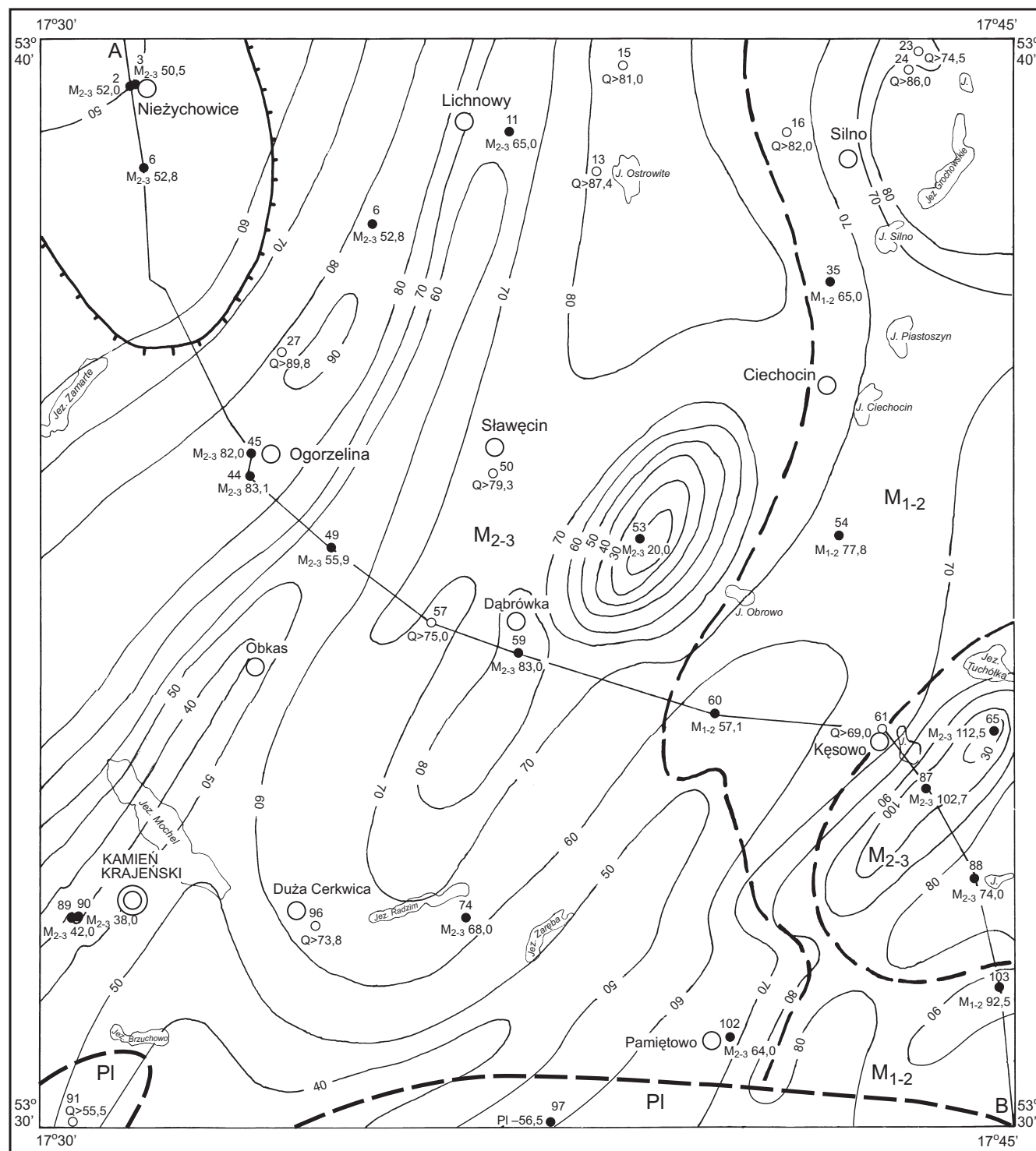


- | | | | |
|--|---|------------------------------|--|
| Formy lodowcowe | | Formy rzeczne | |
| | Wysoczyzna morenowa płaska | | Dna dolin rzecznych |
| | Wysoczyzna morenowa falista | | Starorzecza świeże |
| | Moreny czołowe akumulacyjne | | Krawędzie i stoki: a. wysoczyzny, b. tarasów |
| Formy utworzone w strefie martwego lodu | | | Taras erozyjne |
| | Moreny martwego lodu | | Dolinki, parowy i młode rozcięcia erozyjne |
| Formy wodnolodowcowe | | Formy denudacyjne | |
| | Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności | | Wzgórza morenowe przekształcone |
| | Równiny zastoiskowe | | Stożki napływowe |
| | Ozy | | Długie stoki |
| | Kemy | Formy antropogeniczne | |
| | Rynny subglacialne | | Równiny torfowe |
| | Rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone | Formy antropogeniczne | |
| | Wyniosłości i progi w dnach rynien | | Piaskownie (P) |
| | Doliny wód roztopowych | | Grodziska |
| | Zagłębienia powstałe po martwym lodzie | Opracował: M. STUDENCKI | |
| | Drumliny | | |
| | Równiny erozyjne wód roztopowych | | |

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kamień Krajeński (202)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



- | | | | | | |
|--------|---|---------|------------------|--|-----------------------|
| NEOGEN | { | PLIOCEN | PI | Iły pstre, piaski i mułki | |
| | | MIOCEN | M ₂₋₃ | Iły, piaski, mułki ilaste i mułki piaszczyste | MIOCEN ŚRODKOWY-GÓRNY |
| | | | M ₁₋₂ | Piaski, piaski pyłowate, mułki i iły z przewarstwieniami węgla brunatnego | MIOCEN DOLNY-ŚRODKOWY |
| | | | | Granice geologiczne | |
| | | | | Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m. | |
| | | | | Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek, liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędów lub rzędna zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.) | |
| | | | | Kry skał miocenijskich w osadach czwartorzędowych | |
| | | | | Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej | |

Opracował: M. STUDENCKI