



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

PAWEŁ MOLEWSKI

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — W. MORAWSKI
Koordynator regionu Polski środkowej — D. GAŁĄŻKA

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Piotrków Kujawski (439)
(z 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 2012

Autor: Paweł MOLEWSKI
Pracownia Sedymetologii i Paleoekologii Instytutu Geografii UMK
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

Redakcja merytoryczna: Joanna SIEWIOREK

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

ISBN 978-83-7538-884-8

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2012

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	9
III. Budowa geologiczna	12
A. Stratygrafia.	12
1. Kreda	12
a. Kreda górna	12
2. Paleogen	12
a. Oligocen.	13
3. Neogen	13
a. Miocen	13
b. Mio-pliocen	14
4. Czwartorzęd	14
a. Plejstocen	14
Zlodowacenia południowopolskie.	14
Zlodowacenie Sanu 1	14
Interglacjał ferdynandowski	15
Zlodowacenie Sanu 2	15
Interglacjał wielki	16
Zlodowacenia środkowopolskie	16
Zlodowacenie Odry	16
Zlodowacenie Warty	17
Interglacjał eemski.	18
Zlodowacenia północnopolskie	18
Zlodowacenie Wisły	18

Stadiał górny	18
b. Czwartorzęd nierozdzielony	20
c. Holocen	21
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	22
C. Rozwój budowy geologicznej	24
IV. Podsumowanie	28
L i t e r a t u r a	29

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 Piotrków Kujawski (439) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 jest położony w południowej części województwa kujawsko-pomorskiego i obejmuje gminy: Kruszwica (powiat inowrocławski), Strzelno i Jeziora Wielkie (powiat mogileński) oraz Radziejów i Piotrków Kujawski (powiat radziejowski). Jedyne niewielki, południowy fragment terenu arkusza znajduje się w obrębie województwa wielkopolskiego (powiat koniński — gminy Skulsk i Wierzbinek).

Na terenie badań przeważa skupiona sieć osadnicza. Największą miejscowością jest Piotrków Kujawski, którego zachodnia część znajduje się w granicach omawianego obszaru. Do większych wsi należą: Jeziora Wielkie, Chełmce, Polanowice, Sukowy, Kościeszki, Łuszczewo, Brześć i Połajewo.

Teren arkusza Piotrków Kujawski zajmuje powierzchnię 316,2 km² i jest ograniczony następującymi współrzędnymi geograficznymi: 18°15'–18°30' długości geograficznej wschodniej i 52°30'–52°40' szerokości geograficznej północnej. Omawiany obszar jest położony na kontakcie trzech mezoregionów wschodniej części makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego, tj. Równiny Inowrocławskiej, Pojezierza Gnieźnieńskiego i Pojezierza Kujawskiego (Kondracki, 1998).

W centralnej części obszaru badań występuje jezioro Gopło zajmujące około 6,5% jego powierzchni. Północna część tego jeziora znajduje się na terenie arkusza Inowrocław (Molewski, 1999b), zaś południowa na obszarze arkusza Ślesin (Kozydra, 1993).

Sieć komunikacyjna jest dobrze rozwinięta. Większość miejscowości jest połączona drogami lokalnymi o nawierzchni asfaltowej lub gruntowymi o nawierzchni utwardzonej. Przez omawiany teren przebiega także droga drugorzędna Inowrocław–Kruszwica–Radziejów–Włocławek, droga lokalna łącząca, poza obszarem arkusza, Kruszwicę z drogą główną Inowrocław–Konin oraz magistrała kolejowa Gdynia–Katowice.

Na badanym obszarze dominują tereny rolnicze. Tereny zalesione występują jedynie w okolicach wsi Jeziora Wielkie oraz w postaci niewielkich kompleksów w strefie brzegowej jeziora Gopło. Znaczna część obszaru otaczającego to jezioro należy do Nadgoplańskiego Parku Krajobrazowego.

Prace geologiczne na obszarze arkusza rozpoczęto jesienią 1995 r. na podstawie projektu badań geologicznych dla arkuszy Inowrocław (400) i Piotrków Kujawski (439) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (KOK 15/1888/95), opracowanego przez L. Andrzejewskiego, P. Molewskiego i E. Wiśniewskiego (1994), zatwierdzonego przez Głównego Geologa Kraju w dniu 15.11.1995 r.

W ramach prac kartograficznych wykonano około 1100 km marszrut zdjęciowych, 1814 punktów dokumentacyjnych, w tym: 1684 sondy ręczne o łącznym metrażu 3409,7 m i 94 sondy mechaniczne wiertnią WH-5 o łącznym metrażu 532,5 m. Ponadto oprofilowano ściany 18 odsłoneń oraz wykonano 18 wkopów. Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych przedstawiono w tabeli 1.

Dla udokumentowania litologii i stratygrafii osadów czwartorzędowych wykonano trzy otwory badawcze (kartograficzne) o łącznym metrażu 156,5 m: otwór 57 (w Budach) o głębokości 44,5 m, otwór 63 (w Potrzymiechu) o głębokości 40,0 m oraz otwór 44 (w Witowicach) o głębokości 72,0 m. Z profili tych otworów pobrano próbki osadów do badań laboratoryjnych.

Przy opracowywaniu mapy wykorzystano archiwalne materiały geologiczne, na które złożyły się dane ze 162 otworów wiertniczych (najgłębszy z nich osiągnął utwory permu — otw. 23), w tym: 57 badawczych, 31 surowcowych i 74 studziennych, oraz 15 dokumentacji surowcowych, dwie — hydrogeologiczne oraz cztery — geologiczno-inżynierskie. Ponadto wykorzystano ciąg sondowań geoelektrycznych wykonanych dla mapy wzdłuż części linii przekroju geologicznego A–B (Jagodzińska i Kalitiuk, 1996).

W celu określenia cech litologiczno-petrograficznych utworów czwartorzędowych oraz uzyskania danych dotyczących charakterystyki środowiska ich sedymentacji, pobrano 74 próbki osadów z otworów badawczych. Badania litologiczno-petrograficzne obejmowały uziarnienie, zawartość węglanów, obtoczenie ziaren kwarcu, skład petrograficzny żwirów z glin zwałowych oraz oznaczenie składu minerałów ciężkich. Wyniki tych badań zestawiono w opracowaniu specjalnym (Fert i in., 1996).

Dla oznaczenia wieku bezwzględnego osadów czwartorzędowych wykonano badania utworów międzymorenowych metodą termoluminescencji dla sześciu próbek, po dwie próbki w każdym otworze badawczym (Oczkowski i Przegiętka, 1999). Ze względu na szerokie granice przypisanego im błędu pomiarowego oraz prawdopodobne wystąpienie zjawiska niecałkowitego optycznego wygaszenia akumulowanej luminescencji w chwili depozycji osadów, jedynie kilka z otrzymanych dat można było uwzględnić przy określeniu przybliżonego wieku analizowanych utworów.

Dla 32 próbek osadów organicznych z profilu pobranego sondą Więckowskiego w zanikłej części jeziora Gopło w południowej części półwyspu Potrzymiech, przeprowadzono analizę palinologiczną (Noryśkiewicz, 1998). W celu określenia wieku bezwzględnego osadów z tego profilu dla dwóch próbek wykonano oznaczenia wieku metodą ^{14}C (Pazdur, 1999).

Wykaz punktów dokumentacyjnych zamieszczonych na mapie geologicznej

Numer punktu dokumentacyjnego			Lokalizacja (miejsowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym	rodzaj* (wg słownika)				
1	7	od	Kruszwica-Grodztwo	78,0	2,0	Budowa poziomu wodnolodowcowego w rynnice Gopła; odpływ wód roztopowych w kierunku północnym
2	27	od	Bachorce	85,0	2,2	Budowa wysoczyzny na wschód od Gopła — zaburzone glacitektonicznie piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne zlodowacenia Wisły
3	35	od	Gocanówko	85,0	4,0	Budowa wysoczyzny na wschód od Gopła — gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły na zaburzonych glacitektonicznie piaskach i żwirach wodnolodowcowych odpływu proglacjalnego
4	110	od	Chełmce	115,0	2,0	Budowa moreny czołowej spiętrzonej — zaburzone glacitektonicznie piaski i żwiry wodnolodowcowe
5	97, 177	od+sm	Chełmce	112,5	16,5	Budowa moreny czołowej spiętrzonej i jej podłoża — zaburzone glacitektonicznie piaski i żwiry wodnolodowcowe z łuskami glin zwałowych
6	1587	od	Włostowo	82,0	1,5	Budowa stożka napływowego u wylotu doliny kanału Gopło—Ostrowo
7	1686	sm	Kościeszki	80,0	10,0	Budowa tarasów jeziornych Gopła i utworów ich podłoża
8	489	od	Złotowo	82,5	2,3	Osady wodnolodowcowe nawiązujące do odpływu wód w rynnice kickej w kierunku północno-zachodnim
9	1822	sr	Łuszczewo	78,0	5,5	Budowa równin torfowych między przepływową i nieprzepływową częścią jeziora Gopło; badania palinologiczne; datowanie metodą ¹⁴ C
10	1806	od	Łuszczewo	81,0	3,0	Osady wodnolodowcowe warstwowane przekątnie w nasadowej części półwyspu Potrzymiech; odpływ wód roztopowych w kierunku południowo-zachodnim nawiązuje do ujściowego odcinka doliny głużyńskiej
11	499	od	Mietlica	84,0	2,7	Budowa dna doliny głużyńskiej — piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia Wisły; depozycja na kontakcie z martwym lodem lodowcowym; odpływ wód roztopowych w kierunku południowo-zachodnim
12	682	od	Władysławowo	108,0	3,0	Budowa pagórka kemowego — piaski o warstwowaniu nachylonym skrajnie wielkiej skali; skłon delty do zbiornika w rozpadlinie lodowej
13	384	od	Jerzyce	108,0	5,2	Budowa kemu limnoglacialnego — piaski i mułki z uskokami synsedymantacyjnymi i strukturami warstwowania konwolucyjnego
14	856	od	Jeziora Wielkie	104,0	1,5	Osady wodnolodowcowe w podłożu wydmy parabolicznej
15	972	wk	Krzywe Kolano Stare	103,0	2,0	Budowa falisto-pagórkowatej wysoczyzny morenowej — piaski i żwiry lodowcowe zlodowacenia Wisły deponowane na kontakcie z martwym lodem lodowcowym
16	773	od	Higieniewo	100,0	1,5	Osady zastoiskowe w strefie krawędzowej rozległego wytopiska po martwym lodzie

*sm — sonda mechaniczna, sr — sonda ręczna, od — odsłonięcie, wk — wkop

Problematyka geologiczna i geomorfologiczna obszaru arkusza Piotrków Kujawski była poruszana w opracowaniach dotyczących większych jednostek regionalnych, jak i w opracowaniach szczegółowych. Pierwsze przeglądowe badania geologiczne prowadzono na obszarze arkusza pod

koniec lat 40. (Krygowski, 1947, 1948; Łyczewska, 1948; Łyczewska i Pożaryski, 1948). Surowcowe prace geologiczne rozpoczęto w latach 50. i były one związane z poszukiwaniami złóż węgla brunatnego i ropy naftowej. Została wówczas opracowana dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego „Piotrków Kujawski” (Ciuk i Kurlanc, 1958). Ponadto w trakcie tych poszukiwań stwierdzono węgiel brunatny w okolicach miejscowości Janocin, Chełmce, Czołowo i Racice. Szczegółowe badania poszukiwawcze prowadzono na początku lat 80. Opublikowano wówczas dokumentację geologiczną złoża węgla brunatnego „Chełmce” (Pudło i Sztromwasser, 1981).

Przeprowadzone w 1956 r. badania sejsmiczne i grawimetryczne poprzedziły wykonanie pierwszych badawczych otworów wiertniczych na tzw. antyklinie Gopła (Sokołowski, 1957). Z jedenastu wykonanych wówczas otworów, cztery występują na obszarze arkusza. Ich profile dostarczyły danych do badań nad litologią i stratygrafią utworów mezozoicznych tego obszaru (Gawor-Biedowa, 1961; Jaskowiak, 1961), jak i do późniejszych prac ponadregionalnych (m.in.: Marek, 1969; Dąbrowska, 1970). Ponadto opublikowano pierwsze syntetyczne prace dotyczące podłoża mezozoicznego Kujaw (Pożaryski, 1952) oraz litologii i stratygrafii utworów paleogenu i neogenu tego terenu (Pożaryski, 1953; Łyczewska, 1959).

W połowie lat 60., po wykonaniu licznych prac sejsmicznych, struktura Gopła została objęta badaniami poszukiwawczymi za ropą naftową. W obrębie obszaru arkusza wykonano osiem otworów wiertniczych, które osiągnęły utwory kredy i jury. To pozwoliło wyciągnąć wnioski dotyczące wieku różnych faz ruchów tej struktury. Dane z otworów wykorzystano także w opracowaniach syntetycznych dotyczących litologii i stratygrafii mezozoiku na obszarze niecki mogileńsko-łódzkiej (m.in.: Raczyńska, 1971; Jaskowiak-Schoeneichowa, 1972).

Pod koniec lat 60. i w latach 70. wydano szereg prac dotyczących budowy geologicznej i tektoniki podłoża mezozoicznego większych jednostek regionalnych i strukturalnych (Znosko, 1969; Dadlez i Marek, 1969, 1974; Marek i Znosko, 1972a, b; Marek i Raczyńska, 1974; Marek, 1977). Opublikowano wówczas opracowania dotyczące stratygrafii paleogenu i neogenu Nizżu Polskiego (Ciuk, 1970, 1974). Ich nowe ujęcie przedstawili w latach 90. Piwocki (1992) oraz Piwocki i Ziemińska-Tworzydło (1995).

Budowę geologiczną i stratygrafię osadów czwartorzędu przedstawiono na wydaniu A Mapy Geologicznej Polski 1:200 000 (Mańkowska, 1980), natomiast wykształcenie oraz ukształtowanie utworów podłoża czwartorzędu zawiera wydanie B tej mapy (Ciuk, 1980). Ciuk i Mańkowska (1981) są także autorami Objasnień do tych map.

Elementy strukturalne podłoża kenozoicznego obszaru arkusza zostały objęte badaniami grawimetryczno-sejsmicznymi (Dziewińska, 1988). Przeprowadzono także kompleksową analizę komputerową zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych (Graniczny i Kucharski, 1995).

Na początku lat 90. skartowano obszar arkusza Ślesin Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, graniczący od północy z terenem arkusza Piotrków Kujawski (Kozydra, 1993), a pod koniec XX w. — obszar arkusza Inowrocław (Molewski, 1999b), graniczący z nim od południa. W ramach prac prowadzonych w Ruszkówku (ark. Ślesin) udokumentowano, w sąsiedztwie południowej części rynny Gopła, osady interglacjału eemskiego (Kozydra i Skompski, 1995).

Uwarunkowaniami powstania głównego elementu rzeźby rozpatrywanego obszaru, tj. rynny Gopła, w świetle cech geologiczno-strukturalnych jej podłoża, zajmowali się Piekarska (1982) i Molewski (1999a).

Z terenem badań jest związany także szereg prac z zakresu geomorfologii i sedymentologii osadów czwartorzędowych. Pierwsze przeglądowe badania geomorfologiczne prowadzono w okresie międzywojennym (Lencewicz, 1927; Galon, 1929). W latach 50. część obszaru arkusza została objęta kartowaniem geomorfologicznym. Uzyskane dane nie zostały jednak opublikowane. W kolejnych latach wydano pierwsze przeglądowe prace dotyczące genezy rynny Gopła (Bartkowski, 1964; Mrózek, 1969) i form czołowomorenowych występujących w jej sąsiedztwie (Murawski, 1957; Maik, 1961). Zagadnieniem, któremu poświęcono wiele uwagi, były wahania poziomu wód jeziora Gopła i związanych z nimi tarasami jeziornymi (Puckulanka, 1952; Mastyński i Rogiński, 1964; Wiśniewski, 1974; Niewiarowski, 1978; Molewski i Noryśkiewicz, 2000; Niewiarowski, 2000). Badaniami objęto także geomorfologiczne świadectwa postglacjalnych ruchów tektonicznych (Niewiarowski, 1983a), doliny wód roztopowych (Niewiarowski, 1983b) oraz zmiany rzeźby terenu pod wpływem procesów stokowych (Sinkiewicz, 1989, 1998). Najnowsze poglądy dotyczące geomorfologii i sedymentologii osadów ostatniego zlodowacenia na rozpatrywanym obszarze zostały przedstawione w pracy Molewskiego (1999a).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Rzeźba obszaru arkusza Piotrków Kujawski, mimo stosunkowo niewielkiego zróżnicowania hipsometrycznego, charakteryzuje się urozmaiconym typologicznie zespołem form terenu, głównie pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego (tabl. I). Centralną część obszaru arkusza zajmuje rynna subglacjalna Gopła o przebiegu południkowym. Jej obecne dno, nie uwzględniając części zajętej przez jezioro, występuje około 25,0 m poniżej otaczające ją wysoczyzny. W centralnej części rynna Gopła jest dwudzielna. Jej szerokość jest zmienna i waha się w granicach 1–3 km. Maksymalna głębokość jeziora wynosi 16,6 m, a miąższość wypełniających je osadów biogenicznych osiąga 15,0 m (Jankowska, 1980). Krawędzie rynny są dobrze czytelne jedynie w jej południowej części (Molewski, 1999a).

Najniżej położone tereny znajdują się w centralnej części badanego obszaru, w obrębie otoczenia rynny jeziora Gopło (77,0 m n.p.m.), najwyższe zaś obejmują wysoczyzny otaczające tę rynnę (90,0–100,0 m n.p.m.). Najwyższe punkty wysokościowe obszaru arkusza stanowią wzgórze morenowe w Chełmcach (117,9 m n.p.m.) oraz wydma paraboliczna w rejonie miejscowości Jeziora Wielkie (112,6 m n.p.m.). Deniwelacje powierzchni terenu dochodzą więc do około 41,0 m. Wysokości względne form badanego obszaru nie przekraczają 20,0 m. Największe z nich występują w obrębie wzgórza morenowego w Chełmcach (do 18,0 m), wydmy w okolicach Jezior Wielkich (do 9,0 m) oraz w obrębie doliny wód roztopowych, tzw. doliny głużyńskiej (do 8,0 m).

Rzeźba terenu badań wykazuje duże zróżnicowanie. W północnej i centralnej części obszaru arkusza jest ona bardzo monotonna. Dominuje tutaj wysoczyzna morenowa płaska wraz z wzniesieniami zachodniej części tzw. „radziejowskiej strefy moren czołowych” (Murawski, 1957), reprezentowanych przez moreny czołowe, przeważnie spiętrzone o wysokości względnej 6,0–18,0 m. Wzgórze morenowe w Chełmcach, o wysokości 117,9 m n.p.m., ma kształt krótkiego wału o długości 2 km i szerokości 750 m. Oś morfologiczna omawianej formy ma przebieg niemal równoleżnikowy z niewielkim odchyleniem w kierunku WSW–ENE. Nie jest ona prostoliniowa, lecz wykazuje nieznaczne, łukowate wygięcie w kierunku północnym. W przekroju poprzecznym wzgórza morenowego zaznacza się niewielka asymetria zboczy — zbocze proksymalne wykazuje nieco większe nachylenie niż zbocze dystalne. Wzgórze jest urozmaicone licznymi wyniesieniami i obniżeniami. W odległości około 1,3 km na południowy zachód od wzgórza występuje zgrupowanie niewielkich pagórków morenowych o wysokości do 105,2 m n.p.m., o bardzo nieregularnych kształtach. Nieco bardziej regularne kształty wykazują natomiast pagórki zlokalizowane na wschód i południowy wschód od wzgórza w Chełmcach. Są to krótkie, połogie wały morenowe dochodzące do wysokości 105,5 m n.p.m.

Na zachód od Chełmc z rynną Gopła łączą się dwie rynny subglacjalne, tzw. rynna kicka i orpikowska, o szerokości od 250 do 500 m, które tworzą wraz z nią charakterystyczny system rynnowy. W dnach tych rynien występują niewielkie rowniny torfowe.

Na zachód od rynny Gopła, w okolicach miejscowości Polanowice i Witkowo, wysoczyznę morenową rozcinają dwie, silnie przeobrażone antropogenicznie (Sinkiewicz, 1998), doliny wód roztopowych, o zmiennej szerokości 200–500 m. Łączą się one z rynną Gopła (dolina okolic Polanowic, już poza obszarem arkusza). Wody odpływające doliną okolic Witkowa utworzyły rozległy stózek na płycowym. Ponadto w otoczeniu rynny Gopła, w okolicach Racic i Popowa, wysoczyzna morenowa obniża się o 5,0 do 10,0 m i tworzy wyraźne „stopnie terenowe”. Są one od niej oddzielone stosunkowo wyraźnymi krawędziami (okolice Racic) lub zboczami o charakterze długich stoków (okolice Popowa), miejscami porozcinanymi dolinkami denudacyjnymi.

Na obszarze arkusza nie występują klasycznie rozwinięte powierzchnie sandrowe. Jedynie na południe od miejscowości Sukowy i Chełmce, stwierdzono niewielkie r ó w n i n y w o d n o l o d o w c o w e .

W południowej części obszaru arkusza rzeźba terenu jest dużo bardziej urozmaicona. Jej północny zasięg wyznacza dolina głużyńska, po wschodniej stronie rynny Gopła i słabo wyrażona krawędź wzdłuż linii Witkowo–Rzeszyn po stronie zachodniej. 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 , miejscami płaska, z dolinami wód roztopowych, niewielkimi równinami wodnolodowcowymi oraz formami deglacji arealnej w postaci: k e m ó w , o z ó w oraz licznych z a g ł ę b i e ń p o w s t a ł y c h p o m a r t w y m l o d z i e . W dnach największych zagłębień występują r ó w n i n y t o r f o w e . Poza niewielkimi rynnami subglacialnymi, sąsiadującymi z rynną Gopła, występuje tu także północna część rynny subglacialnej Jezior Skulskich, z licznymi w y n i o s ł o ś c i a m i i p r o g a m i w d n i e . Ponadto w części zachodniej tego obszaru, w okolicach miejscowości Jeziora Wielkie zaznaczyły się procesy wydmotwórcze w postaci r ó w n i n p i a s k ó w p r z e w i a n y c h oraz w y d m p a r a b o l i c z n y c h i w a ł o w y c h , z których największe osiągają 9,0 m wysokości względnej.

W rynnę Gopła można wyróżnić dwa t a r a s y j e z i o r n e o złożonym akumulacyjno-abrazyjnym charakterze. Wyższy (sięgający około 80,0 m n.p.m.) oraz niższy (77,0–78,0 m n.p.m), który jest zalewany w czasie wysokich stanów wód, dlatego należy go raczej interpretować jako współczesną strefę brzegową jeziora (Niewiarowski, 2000). W dnę rynnę, głównie na półwyspie Potrzymiech, występują największe r ó w n i n y t o r f o w e .

Z rynną Gopła od strony wschodniej łączy się szeroka na około 1 km d o l i n a m a r g i n a l n a w ó d r o z t o p o w y c h , zwana doliną głużyńską. Forma ta wciną się w otaczającą wysoczyznę morenową na głębokość 10,0 m. Jej płaskie dno o szerokości 450–650 m występuje na wysokości 82,5–85,0 m n.p.m. Zbocza doliny rozcinają miejscami formy denudacyjne w postaci s u c h y c h d o l i n i d o l i n e k d e n u d a c y j n y c h .

Na północ od ujściowego odcinka doliny głużyńskiej, nad brzegiem jeziora Gopło w okolicach Mietlicy, zachowały się częściowo wały wczesnośredniowiecznego g r o d z i s k a . Na zachód od Gocanowa, w sąsiedztwie jeziora Gopło, położone są duże s t a w y hodowlane.

Obszar arkusza Piotrków Kujawski jest położony w dorzeczu Odry. Jedynie niewielka część w południowo-wschodnim narożu terenu arkusza należy do dorzecza Wisły. Centralnym elementem hydrograficznym obszaru badań jest jezioro Gopło, które prawie w całości znajduje się w jego obrębie. Całkowita powierzchnia tego jeziora wynosi 2145,5 ha, a średnia głębokość — 3,6 m (maks. 16,6 m). Gopło jest jeziorem przepływowym. Przepływa przez nie rzeka Noteć, która odwadnia prawie cały omawiany obszar. Do Gopła uchodzą ponadto liczne drobne ciek, w większości skanalizowane. Na terenie badań znajduje się północny kraniec Jezior Skulskich oraz niewielkie jeziora Gocanowskie i Lubstówek.

Ważnym elementem hydrograficznym są mokradła, występujące w wielu miejscach w strefie brzegowej Gopła, a przede wszystkim na półwyspie Potrzywiech. Powstały one w wyniku obniżenia się poziomu wód w jeziorze. Największe zmiany w pierwotnej sieci hydrograficznej dorzecza Noteci nastąpiły w wyniku prac hydrotechnicznych przeprowadzonych pod koniec XVIII w. (Mastyński i Rogiński, 1964).

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Budowę geologiczną i stratygrafię głębszego podłoża na obszarze arkusza Piotrków Kujawski rozpoznano w oparciu o analizę profili otworów badawczych zlokalizowanych w antyklinie Gopła. Dane z profili tych otworów były przedmiotem badań litologicznych i stratygraficznych, których wyniki cytowane są w wielu publikacjach (m.in.: Gawor-Biedowa, 1961; Jaskowiak, 1961; Marek, 1977).

Najstarsze utwory stwierdzone na terenie arkusza należą do permu górnego i triasu (retyk) (otw. 23) oraz jury (otw.: 22, 23, 24, 61, 77 i 79) i kredy (m.in. otw.: 3, 5, 6 i 7).

W granicach obszaru arkusza podłoże podkenozoiczne stanowią wyłącznie utwory kredy górnej wykształcone jako margle i wapienie.

1. Kreda

a. Kreda górna

Margle, wapienie margliste, wapienie, iłowce i opoki. Utwory kredy górnej występują bezpośrednio pod osadami czwartorzędu w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza. W części północno-zachodniej są one związane z wyniesieniem powierzchni podkenozoicznej w postaci tzw. bloku Racic (m.in. w otw.: 39, 57, 58 i 59), stanowiącego północną część antykliny Gopła (Marek i Raczyńska, 1974). W części południowo-wschodniej utwory tego wieku stwierdzono w obniżeniu powierzchni podczwartorzędowej (otw. 65).

Utwory kredy górnej są wykształcone głównie w facji marglisto-wapnistej, tj. jako margle, wapienie margliste, wapienie i opoki, miejscami występują w postaci iłowców. Ich maksymalna miąższość dochodzi do 1511,5 m (otw. 3).

2. Paleogen

Poza wychodniami utworów kredy górnej obszar arkusza Piotrków Kujawski zajmuje zwarta pokrywa osadów paleogenu i neogenu o maksymalnej udokumentowanej miąższości 88,6 m (otw. 97). Ich stratygrafia zwykle nawiązuje do wydzieleni Ciuka (1970, 1974), jednakże autorzy nowszych

opracowań (Piwocki, 1992; Piwocki i Ziemińska-Tworzydło, 1995) wskazują na inny wiek wyróżnionych przez tego autora formacji osadowych.

a. Oligocen

Mułowce, ility pyłowato-piaszczyste i piaski glaukonitowe. Bezpośrednio na utworach kredy górnej występują utwory oligocenu. Rozpoznane one zostały w wielu otworach wiertniczych, jednak nie wszędzie stwierdzono ich obecność. Maksymalna miąższość tych utworów wynosi około 30,0 m (otw. 15).

Utwory oligocenu są reprezentowane przez tzw. warstwy czempińskie (oligocen środkowy) (Ciuk, 1970; Ciuk i Mańkowska, 1981). Wykształcone są one w postaci laminowanych, ciemnoszaro-brunatnych mułowców pyłowato-piaszczystych. Miejscami przechodzą one w ility pyłowato-piaszczyste. W warstwach tych lokalnie występują wkładki węgla brunatnego. Nad osadami mułowcowymi stwierdzono piaski kwarcowe z glaukonitem, odpowiadające warstwowi mosińskiemu górnemu (oligocen środkowy) ze schematu Ciuka (1970). Obecnie są one zaliczane do oligocenu dolnego (Piwocki, 1992).

3. Neogen

a. Miocen

Piaski i piaski pyłowate z wkładkami węgla brunatnego miocenu występują powszechnie na obszarze arkusza, zwykle na utworach paleogenu, miejscami bezpośrednio na utworach kredy górnej. Ich maksymalna miąższość wynosi około 33,0 m (otw. 30).

Utwory miocenu są reprezentowane przez tzw. warstwy ścinawskie i pawłowickie, zaliczane przez Ciuka (1970) do miocenu środkowego, oraz warstwy adamowskie, środkowopolskie i poznańskie dolne, należące do miocenu górnego. W nowszych opracowaniach pozycja stratygraficzna tych warstw została zmieniona (Piwocki, 1992; Piwocki i Ziemińska-Tworzydło, 1995). Warstwy ścinawskie są reprezentowane głównie przez brunatne i szare piaski kwarcowe, z przewarstwieniami ciemnoszarych mułków i brunatnych ilów pyłowato-piaszczystych, z wkładkami węgla brunatnego. Warstwy pawłowickie budują osady piaszczysto-pyłowate, mułki i ility brunatne. W stropie tej serii występują zawęglone piaski ze szczątkami roślin. Warstwy adamowskie są wykształcone jako ciemnoszare i brunatne piaski kwarcowe, często zawęglone. W piaskach tych występują cienkie przewarstwienia i soczewki węgla brunatnego. Warstwy środkowopolskie są reprezentowane głównie przez węgiel brunatny, piaski, rzadziej mułki i ility. Warstwy poznańskie dolne budują natomiast szare lub szaro-brunatne ility, miejscami z piaszczystymi przewarstwieniami lub cienkimi wkładkami węgla brunatnego.

b. Mio-pliocen

Iły i mułki. Do mio-pliocenu należą utwory ilaste zaliczane do tzw. warstw poznańskich górnych (iłów pstrych). Są to jasnozielone i niebieskie iły tłuste lub pyłowato-piaszczyste, miejscami z przerostami wiśniowych, czerwonych, rdzawych lub żółtych iłów. Miąższość utworów mio-pliocenu wynosi maksymalnie około 34,0 m (otw. 79). Osady te w całości zaliczono wcześniej do pliocenu (Ciuk, 1970). W nowszych opracowaniach znacznej ich części przypisuje się wiek górno- i środkowomioceni (Piwocki, 1992).

4. Czwartorzęd

Obszar objęty granicami arkusza Piotrków Kujawski leży w całości w zasięgu lądolodu zlodowacenia Wisły. Podstawową część osadów czwartorzędowych stanowią utwory plejstocenu, utwory holocenu osiągają zaś niewielkie miąższości. Miąższość pokrywy osadów czwartorzędowych zwykle nie przekracza 50,0 m, najmniejszą (ok. 20,0–25,0 m) stwierdzono w obrębie elewacji podłoża mezozoicznego (blok Racie), w okolicach Sierakówka (otw. 39 i 59) oraz w rejonie Chełmc (otw. 28). Największą miąższość osadów czwartorzędowych, tj. około 100,0 m, odnotowano w okolicach Szostki (otw. 15) i Jezior Wielkich (otw. 75). W Jeziorach Wielkich nie osiągnięto jednak spągu tych utworów. Znaczna miąższość osadów czwartorzędowych, tj. od 60,0 do ponad 70,0 m, występuje ponadto w okolicach Polanowic (otw. 2 i 6) oraz miejscami w południowo-wschodniej części terenu arkusza (otw. 65, 66 i 84). Należy zwrócić uwagę, że korelacja hipsometryczna osadów czwartorzędowych na badanym obszarze jest utrudniona ze względu na rejestrowane zaburzenia glacictektoniczne.

a. Plejstocen

Zlodowacenia południowopolskie

Osady zlodowaceń południowopolskich są reprezentowane przez dwa pokłady glin zwałowych oraz osady zastoiskowe i wodnolodowcowe. Na obszarze arkusza utwory tego wieku nie są udokumentowane badaniami litologiczno-petrograficznymi, a ich pozycja stratygraficzna jest przybliżona, ustalona na podstawie danych z profili otworów archiwalnych, pozycji w całej serii osadów plejstoceni oraz korelacji z profilami z obszarów sąsiednich.

Zlodowacenie Sanu 1

Piaszki wodnolodowcowe dolne, występujące w obniżeniu powierzchni podczwartorzędowej w rejonie Jezior Wielkich (otw. 75), zaliczono do najstarszej serii osadów czwartorzędowych na badanym obszarze. Otwory wiertnicze w tym rejonie nie osiągnęły stropu utworów podłoża czwartorzędowego. Osady wodnolodowcowe są wykształcone jako szare piaski różnoziarniste, których strop występuje na głębokości 91,0 m.

Gliny zwałowe szare, miejscami pyłowate, o miąższości 14,0 m, z drobnymi przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych i pyłowatych, stwierdzono nad osadami wodnolodowcowymi. Strop tych glin występuje na wysokości około 30,0 m n.p.m. Na podobnej wysokości stwierdzono strop glin zwałowych zlodowacenia Sanu 1 na obszarze sąsiedniego arkusza Inowrocław (Molewski, 1999b).

Piaski wodnolodowcowe górne są związane z recesją lądolodu zlodowacenia Sanu 1. Do tej serii osadów zaliczono szare piaski różnoziarniste z okolic Szostki (otw. 15), występujące w kopalnym obniżeniu w północno-wschodniej części terenu arkusza.

Iły i mułki zastoiskowe związane z recesją lądolodu zlodowacenia Sanu 1 stwierdzono w otworze 15 nad osadami wodnolodowcowymi górnymi oraz w otworze 75 na glinach zwałowych tego samego zlodowacenia.

Interglacjał ferdynandowski

Piaski rzeczne stwierdzono jedynie w okolicach Szostki (otw. 15), w kopalnym obniżeniu w północno-wschodniej części obszaru arkusza (Ciuk i Mańkowska, 1981). Są to piaski drobnoziarniste o miąższości 1,5 m, występujące na osadach zastoiskowych z recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 1. Strop serii tych osadów stwierdzono na wysokości około 0,0 m n.p.m.

Zlodowacenie Sanu 2

Piaski ilaste zastoiskowe to najstarsze utwory zlodowacenia Sanu 2. Osady tej serii, o miąższości 2,0 m, stwierdzono w kopalnym obniżeniu w północno-wschodniej części obszaru arkusza (otw. 15). Występują one tutaj na piaskach rzecznych interglacjału ferdynandowskiego.

Gliny zwałowe stwierdzono w kopalnej dolinie na północ od Chełmc (otw. 35) oraz w obniżeniu powierzchni podczwartorzędowej w okolicach Jezior Wielkich (otw. 75). W otworze 35 są to szarozielone gliny piaszczyste z przerostami iłów. Występują one bezpośrednio na osadach neogenu. Ich miąższość wynosi jedynie 1,2 m, a strop stwierdzono na wysokości około 31,0 m n.p.m. W okolicach Jezior Wielkich (otw. 75) szare gliny zwałowe osiągają miąższość 10,0 m, a ich strop występuje na wysokości 34,0 m n.p.m., a więc zbliżonej do wysokości stropu częściowo zredukowanych glin zwałowych w otworze 35. Gliny te występują prawdopodobnie także w obniżeniu powierzchni podczwartorzędowej w północno-zachodniej części terenu arkusza w okolicach Polanowic. Wyróżnienie ich jest jednak niemożliwe, ponieważ całość osadów czwartorzędowych stanowi tutaj nierozdzielony, miąższy (71,0 m) kompleks glin zwałowych (otw. 2).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe, wypełniające kopalne obniżenie w okolicach Szostki (otw. 15), są związane z okresem recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 2. Serię osadów wodnolodowcowych rozpoczynają tutaj piaski różnoziarniste ze żwirami, kończą zaś piaski drobnoziarniste.

Interglacjał wielki

P i a s k i r z e c z n e wyróżniono w północno-wschodniej części obszaru arkusza w okolicach Płówek (otw. 13 i 35) oraz Szostki (otw. 15), gdzie wypełniają kopalne obniżenie dolinne. Piaski te występują na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu 2 (otw. 35), na osadach wodnolodowcowych z recesji tego zlodowacenia (otw. 15) lub bezpośrednio na utworach neogenu (otw. 13). Wypełniają one dolinę, której dno jest położone na wysokości około 20,0–30,0 m n.p.m. Strop osadów rzecznych stwierdzono na wysokości około 45,0 m n.p.m.

Zlodowacenia środkowopolskie

Zasadnicze ogniwo budowy geologicznej czwartorzędu obszaru badań stanowią osady zlodowaceń środkowopolskich. Są one reprezentowane głównie przez dwa pokłady glin zwałowych zlodowacenia Odry i Warty oraz osady wodnolodowcowe i zastoiskowe związane z fazami transgresji i recesji lądolodów tych zlodowaceń. Jednocześnie najstarszą udokumentowaną badaniami litologiczno-petrograficznymi (Fert i in., 1996) serią osadów czwartorzędowych na obszarze badań są gliny zwałowe zlodowacenia Odry.

Zlodowacenie Odry

G l i n y z w a ł o w e zlodowacenia Odry występują najczęściej na utworach podłoża czwartorzędu (m.in. w otw.: 34, 42, 45, 57 i 58). W otworze badawczym w Budach (otw. 57) występują one na głębokości 38,0–41,5 m, bezpośrednio na utworach kredy górnej. Gliny te charakteryzuje dwukrotna przewaga wapieni północnych nad skałami krystalicznymi, przy znacznym udziale dolomitów. Materiał lokalny stanowią pojedyncze okruchy piaskowców i mułowców (Fert i in., 1996). Współczynniki petrograficzne¹ tych glin wynoszą odpowiednio: O/K — 2,31; K/W — 0,44; A/B — 2,29. Na znacznej części obszaru arkusza zostały one silnie zredukowane (otw. 42) lub całkowicie zniszczone w wyniku erozji lub denudacji. Rezydium tych glin w postaci bruku morenowego stwierdzono na północ od Chełmc w okolicach Płówek (otw. 13), Broniewka (otw. 16) i Szostki (otw. 14 i 15). W okolicach Chełmc występują one na spiętrzonych osadach podłoża czwartorzędu, a ich miąższość wynosi około 25,0 m (otw.: 29, 30, 31 i 32).

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 są związane z recesją lądolodu zlodowacenia Odry. Zaliczono do nich górną część serii piaszczystej wypełniającej kopalną dolinę na północ od Chełmc, powyżej reziduum glin zwałowych tego zlodowacenia (otw.: 13, 14, 15 i 35). Są to szare

¹Współczynniki 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 niszczenie, B — skały odporne na niszczenie.

piaski różnoziarniste, miejscami ze żwirami, o miąższości kilkunastu metrów, których strop występuje na wysokości około 60,0 m n.p.m.

Zlodowacenie Warty

Piaski i żwiry wodnolodowcowe, związane z transgresją lądolodu zlodowacenia Warty, rozpoznano w otworze badawczym w Witowicach (otw. 44) na głębokości 39,0–57,2 m. Profil rozpoczynają piaski drobnoziarniste, które przechodzą ku stropowi w piaski różnoziarniste, a następnie żwiry. Seria ta występuje bezpośrednio na utworach neogenu. W rejonie miejscowości Budy (otw. 57) za osady tego samego wieku uznano serię piasków drobnoziarnistych z glazikami o miąższości 1,0 m na glinach zwałowych zlodowacenia Odry. Osady te rozpoznano również w okolicach Połajewka (otw. 81) (Ciuk i Mańkowska, 1981), gdzie występują na bruku morenowym interpretowanym jako reziduum glin zwałowych zlodowacenia Odry. Seria ta występuje dość powszechnie w otoczeniu obniżenia rynny Gopła.

Piaski, mułki i łył zastoiskowo-wodnolodowcowe są związane z transgresją lądolodu zlodowacenia Warty. W Witowicach (otw. 44) ponad serią piasków i żwirów wodnolodowcowych występuje mięzsza seria osadów drobnoziarnistych, zbudowanych głównie z piasków drobnoziarnistych, pyłowatych, z laminami iłów pyłowatych, przechodzących w piaski drobnoziarniste, przemyte oraz piaski drobnoziarniste, pyłowate i mułki. Dolna część tej serii osadów została uznana za osady zastoiskowe, górna zaś, ze względu na zmienność parametrów uziarnienia oraz proporcji składu minerałów ciężkich, za osady fluwioperyglacialne, rejestrujące zmienną dynamikę przepływu wód (Fert i in., 1996). W wyróżnionych piaskach drobnoziarnistych dominują granaty nad amfibolami, natomiast w piaskach pyłowatych i mułkach, amfibole przeważają nad granatami. Za utwory tej serii uznano również osady stwierdzone ponad serią osadów wodnolodowcowych, zaliczonych do tego samego zlodowacenia w otworze Budy (otw. 57). Występują one tutaj na głębokości 26,0–37,0 m. Serię tworzą piaski pyłowate ze znaczną domieszką frakcji ilastej oraz piaski drobnoziarniste przechodzące ku stropowi w mułki piaszczysto-ilaste. Osady te występują dość powszechnie w otoczeniu obniżenia rynny Gopła (m.in. w otw.: 18, 19, 58 i 84). Na południe od doliny głuzyńskiej stwierdzono je pod młodszymi glinami zwałowymi zlodowaceń środkowopolskich, gdzie wykazują cechy zaburzeń glacitektonicznych (otw. 83 i 85).

Gliny zwałowe zlodowacenia Warty nie zostały poddane badaniom litologiczno-petrograficznym. Są one dość powszechne na terenie badań. Ich miąższość osiąga maksymalnie około 25,0 m, a ich strop występuje na wysokości 85,0–105,0 m n.p.m. Gliny te najczęściej występują bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Odry lub na osadach piaszczystych zlodowaceń środkowopolskich. Są to szare i jasnoszare gliny ilaste, silnie wapniste.

P i a s k i i m u ł k i w o d n o l o d o w c o w e , związane z recesją lądolodu zlodowacenia Warty, występują jedynie lokalnie pod glinami zwałowymi zlodowacenia Wisły w okolicach Chełmiczek (otw. 45) i Chełmc (otw. 33), gdzie wypełniają płytkie, kopalne obniżenie o nieznannej genezie (Molewski, 1999a). Ich maksymalna miąższość wynosi 10,0 m.

Interglacjał eemski

P i a s k i r z e c z n e interglacjału eemskiego zostały wyróżnione w obniżeniu dolinnym w centralnej części obszaru arkusza, do którego przebiegu nawiązuje rynna Gopła (Molewski, 1999a). Jego szerokość jest zmienna i wynosi od około 3 do 6 km, a dno występuje na wysokości około 40,0–45,0 m n.p.m. Utwory te rozpoznano w otworze badawczym w Potrymiechu (otw. 63), gdzie występują na głębokości 8,0–32,6 m. Strop tej serii osadów stwierdzono na wysokości około 70,0–75,0 m n.p.m. Są to piaski średnio- i różnoziarniste, przemyte, występujące najczęściej bezpośrednio na utworach neogenu. Stopień wysortowania osadów jest średni. W zespole minerałów ciężkich dominują granaty (śr. 49,5%), amfibole (śr. 19,5%) i epidot (śr. 13,3%). Osady te charakteryzują się dużym udziałem ziarn obtoczonych (śr. 69,4%), przy niewielkim udziale ziarn kanciastych (śr. 1,9%), co wskazuje na bardzo dobre obtoczenie ($R = 0,19$). Ich charakterystyka litologiczna wskazuje na rzeczną genezę osadów (Fert i in., 1996). Datowanie metodą termoluminescencji próbki osadów tej serii pobranej z głębokości 26,0 m, wykazało wiek 150 ± 40 ka lat BP (Oczkowski i Przegiętka, 1999).

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Stadiał górny

Do p i a s k ó w i ż w i r ó w w o d n o l o d o w c o w y c h zlodowacenia Wisły zaliczono osady odsłaniające się w dwóch niewielkich piaszowniach-żwirowniach zlokalizowanych w okolicach miejscowości Bachorce (punkt dok. 2) i Gocanówko (punkt dok. 3). Osady te, rozpoznane już wcześniej (Molewski, 1999a), występują pod glinami zwałowymi zlodowacenia Wisły i są zaburzone glaukitektonicznie. Stwierdzono je także w otworze badawczym Budy (otw. 57). Ich miąższość wynosi około 2,0 m. Występują one również lokalnie na piaskach rzecznych interglacjału eemskiego (otw.: 41, 42 i 62). Na podstawie badania wieku metodą termoluminescencji próbki osadów z otworu 57 otrzymano wartość 42 ± 6 ka lat BP. Omawiane piaski i żwiry powstały na przedpolu nasuwającego się lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły.

G l i n y z w a ł o w e występują powszechnie na powierzchni obszaru badań. Na znacznej części terenu arkusza, głównie w obrębie obniżenia rynny Gopła, stanowią jedyny pokład glin zwałowych w całym profilu osadów czwartorzędu (m.in. w otw.: 41, 60, 62 i 63). Ich miąższość jest zmienna i wynosi 5,0–20,0 m. Omawiane gliny są miejscami dwudzielne, co stwierdzono głównie na podstawie

barwy osadów. Górną część profilu stanowią gliny brunatne, dolną zaś — ciemnoszare. Jedynie miejscami dwudzielność glin jest zaznaczona niewielką warstwą drobnego bruku morenowego z rozmycia lub soczewkami piasków o miąższości do kilkudziesięciu centymetrów. Gliny te były badane we wszystkich trzech otworach badawczych. W Budach (otw. 57) ciemnoszare gliny zwałowe na głębokości 11,5–24,0 m są ilaste, podczas gdy stwierdzone powyżej gliny brunatne, są piaszczyste, od głębokości 7,5 m do stropu wykształcone w facji piasków pyłowato-ilastych. Gliny zwałowe dolne charakteryzują się niewielką przewagą wapieni północnych nad skałami krystalicznymi oraz niską zawartością dolomitów. Materiał lokalny jest reprezentowany przez piaskowce i mułowce. Współczynniki petrograficzne tych glin wynoszą: O/K — 1,26; K/W — 0,91; A/B — 1,10. Gliny o podobnych współczynnikach stwierdzono na obszarze arkusza Bobrowniki na północny wschód od omawianego terenu (Fert i in., 1996). Wyższy pokład glin zwałowych w otworze 57, jak i tych w otworze 44, przewarstwionych piaskami drobnoziarnistymi o miąższości 0,4 m, wykazuje wyraźną przewagę wapieni północnych nad skałami krystalicznymi oraz nieznaczny udział skał lokalnych, głównie piaskowców i mułowców. Współczynniki petrograficzne tych glin wynoszą: O/K — 1,72; K/W — 0,64; A/B — 1,44 w otworze 57, oraz O/K — 1,95; K/W — 0,53; A/B — 1,77 poniżej warstwy piasków i O/K — 1,84; K/W — 0,58; A/B — 1,64 powyżej piaszczystego przewarstwienia w otworze 44. Ze względu na małą ilość żwirów w Potrymiechu (otw. 63), nie określono jednoznacznie wieku analizowanych glin zwałowych. Są one jednak podobne do górnych glin zwałowych zlodowacenia Wisły w otworze 57.

Między wymienionymi pokładami glin zwałowych nie występują jednoznacznie wykształcone, miąższe serie osadów międzymorenowych, a ich charakterystyka petrograficzna nie pozwala na ich rozdzielenie stratygraficzne, dlatego przyjęto jeden pokład glin zwałowych zlodowacenia Wisły, który miejscami jest dwudzielny.

Metodą termoluminescencji uzyskano wiek piasków pyłowatych, o miąższości 0,5 m, występujących na głębokości około 3,0 m w obrębie glin zwałowych w otworze 63 (170 ± 40 ka lat BP), zbliżony do wieku serii osadów podścielających gliny zwałowe, a interpretowanych jako utwory rzeczne interglacjału eemskiego.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych budują wzgórza i pagórki morenowe w okolicach Chełmc oraz wschodni kraniec wzgórza na zachód od Polanowic. Formy te były rozpoznane już wcześniej (Murawski, 1957; Molewski, 1999a). Osady te wykazują cechy zaburzeń glacitektonicznych, wśród których dominuje monoklinalne ułożenie warstw, nachylonych w kierunku północnym, zwykle pod kątem 75° . Miejscami upad warstw jest prawie pionowy, a osady są wtórnie przesunięte po płaszczyznach ślizgu uskoków połączonych (punkty dok. 4 i 5). Na powierzchni formy te, w całości albo częściowo, budują gliny zwałowe.

Piaski i żwiry lodowcowe, miejscami z wkładkami glin zwałowych o charakterze glin spływowych i wytopnieniowych, występują dość powszechnie na obszarze arkusza. Są to piaski różnoziarniste, często gliniaste, z wkładkami glin piaszczystych, słabo wysortowane, miejscami przemyte. Ich miąższość wynosi 0,6–2,0 m. Występują one zwykle na glinach zwałowych zlodowacenia Wisły (punkt dok. 15).

Piaski, żwiry i gliny zwałowe ozów stwierdzono w okolicach miejscowości Połajewo. Budują one niewielki oz składający się z trzech części o różnej budowie, świadczącej o zmiennych warunkach przepływu wód roztopowych.

Piaski i mułki kemów budują szereg form, głównie na południe od doliny głuzyńskiej (punkty dok. 12 i 13) oraz w okolicach miejscowości Jeziora Wielkie i Łuszczewo. Są to pagórki i wały o wysokości od 5,0 do 8,0 m, zwykle zbudowane z piasków i mułków laminowanych poziomo lub o strukturze masywnej. W obrębie wymienionych osadów stwierdzono liczne zespoły uskoków normalnych (grawitacyjnych), w tym uskoków synsedymencyjnych, świadczących o depozycji osadów na lodzie (Molewski, 1999a). Większość omawianych kemów ma genezę limnoglacialną.

Piaski oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe są związane przede wszystkim z odpływem wód roztopowych w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Wisły, wzdłuż rynny Gopła (punkt dok. 1), mniejszych form rynnowych oraz wzdłuż doliny głuzyńskiej (punkty dok. 10 i 11). Miąższość tych osadów osiąga około 3,0 m. Ponadto do piasków i żwirów wodnolodowcowych zaliczono utwory o miąższości nie przekraczającej 2,0 m, budujące niewielkie równiny wodnolodowcowe (punkty dok. 8 i 14).

Piaski i mułki zastoiskowe odsłaniają się w północnym obrzeżeniu rozległego wytopiska, zajętego obecnie przez równiny torfowe w okolicach miejscowości Higieniewo (punkt dok. 16). Zastoisko powstało tu prawdopodobnie na kontakcie z martwym lodem lodowcowym zajmującym obniżenie terenowe.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski eoliczne oraz piaski eoliczne w wydmach. Największe wydmy oraz równiny piasków przewianych występują w okolicach Jezior Wielkich. Powstały one na powierzchniach przemytych piasków lodowcowych, miejscami piasków wodnolodowcowych. Największe z wydym to formy paraboliczne o wysokości względnej około 8,0–9,0 m. Mniejsze wydmy, w formie wałów o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego, osiągają wysokość względną nie większą niż 5,0 m.

Piaski pyłowate zwietrzelinowe (eluwialne) występują jedynie lokalnie w okolicach Złotowa. Ich miąższość nie przekracza 1,0 m. Są to utwory piaszczyste lub piaszczysto-pyłowate.

Piaski deluwialne powstały u schyłku zlodowacenia Wisły i w holocenie, głównie na skutek odlesienia oraz działalności rolniczej (Sinkiewicz, 1989). Największe miąższości osadów deluwialnych stwierdzono u podnóża zboczy rynien, dolin wód roztopowych, den suchych dolin oraz u podnóża największych wzniesień w obrębie wysoczyzny.

Piaski i żwiry stożków napływowych wyróżniono tylko u wylotu doliny wód roztopowych w okolicach Włostowa, łączącej się z rynną Gopła na południe od Siemionek. Osady te osiągają ponad 2,0 m miąższości (punkt dok. 6).

Gytie na obszarze arkusza to gytie wapienne lub detrytusowe, które występują głównie pod torfami w dnach rynien subglacjalnych. Utwory te są zaliczane zwykle do holocenu, jednak analiza pyłkowa profilu osadów na półwyspie Potrzymiech (Noryśkiewicz, 1998) wykazała, że gytie w znacznej części pochodzą ze schyłku zlodowacenia Wisły i są przykryte osadami holocenu, głównie torfami. W profilu punktu dokumentacyjnego 9 gytie stwierdzono na głębokości 2,6–5,2 m. Jak wykazały analizy palinologiczne (Noryśkiewicz, 1998) gytie z głębokości 3,8–5,2 m były akumulowane w zbiorniku jeziornym w allerödzie i młodszym dryasie, a ich sedimentacja była kontynuowana do okresu borealnego.

c. Holocen

Na obszarze arkusza Piotrków Kujawski istotną pozycję wśród osadów holocenu zajmują torfy oraz osady jeziorne, związane z jeziorem Gopło.

Torfy występują dość powszechnie na obszarze arkusza, głównie w dnach rynien subglacjalnych oraz w dnach większych zagłębieniach powstałych po martwym lodzie. Ich miąższość nie przekracza zwykle 2,0 m. Są one zaliczane do holocenu, jednak często w spągu osadów biogenicznych z obszaru nadgoplańskiego stwierdzono występowanie torfów, najczęściej allerödzkich, pod osadami jeziornymi, głównie gytiami (Molewski 1999a,b; Molewski i Noryśkiewicz, 2000). Warstwę torfów stwierdzono na głębokości 5,4–5,5 m w punkcie dokumentacyjnym 9 na półwyspie Potrzymiech. Analiza palinologiczna (Noryśkiewicz, 1998) oraz uzyskana data radiowęglowa (12010 ± 240 lat BP) (Pazdur, 1999) dowodzą, że torfy te były akumulowane już w böllingu. Ponad warstwę torfów występują gytie, a na nich stwierdzono kolejną warstwę torfów akumulowanych już w holocenie. Wiek torfów spągu profilu punktu dokumentacyjnego 9 określono metodą radiowęglową na 5360 ± 110 lat BP (Pazdur, 1999).

Piaski i mułki jeziorne budują głównie powierzchnie tarasów akumulacyjnych w strefie brzegowej jeziora Gopło. Osady te często występują pod namułami lub torfami. Ich miąższość jest zmienna i wynosi 0,5–3,0 m (punkt dok. 7).

Piaski oraz piaski ze żwirami den dolinnych, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych wypełniają dna płytkich dolin rozci-

nających wysoczyznę, dolinek rozcinających zbocza rynny Gopła i doliny głużyńskiej oraz zagłębień powstałych po martwym lodzie w obrębie wysoczyzny. Są to szare piaski różnoziarniste ze żwirami, zwykle przemyte, o miąższości rzadko przekraczającej 1,0 m.

Namuły den dolinnych, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych występują w obrębie wysoczyzny morenowej oraz rozcinających ją płytkich dolin. Są one wykształcone w postaci szarych lub ciemnoszarych piasków drobnoziarnistych i mułków z detrytusem roślinnym. Ich miąższość jest niewielka i wynosi 0,7–2,0 m.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Piotrków Kujawski leży na pograniczu jednostek strukturalnych pierwszego rzędu, tj. wału kujawskiego i niecki mogileńskiej (Dadlez i Marek, 1974). Teren badań położony w obrębie niecki mogileńskiej jest poddawany intensywnym procesom tektoniki solnej (Dadlez i Marek, 1974), która przejawia się głównie na północ od omawianego obszaru w postaci wysadów solnych Inowrocławia i Góry, całkowicie przebijających się przez utwory mezozoiku.

Najważniejszym udokumentowanym elementem tektonicznym terenu arkusza jest tzw. antyklina Gopła (Sokołowski, 1957; Znosko, 1969; Marek i Znosko, 1972a; Dadlez i Marek, 1974; Marek, 1977). Stanowi ona północną część ciągu antyklinalnego Wartkowice–Ponętów–Gopło, przebiegającego z południowego wschodu na północny zachód, wyrażonego silnie zdyslokowanymi antyklinami (Marek i Raczyńska, 1974). Uskok poprzeczny rozdziela antyklinę Gopła na dwa bloki, tzw. blok Gopła i blok Racic, stanowiących wyniesienia utworów kredowych, wykształconych w postaci opok, wapieni i margli. W obrębie obszaru arkusza znajduje się kulminacja, zlokalizowanego w północnej części antykliny, bloku Racic (Marek i Raczyńska, 1974). Cała struktura antyklinalna otoczona jest od zachodniej i wschodniej strony głębokimi synklinami, wypełnionymi utworami kredy, które są od niej oddzielone strefami dyslokacji (Kozydra, 1993). Okres formowania się antykliny Gopła rozpoczął się na przełomie jury i kredy. Jego najaktywniejszy etap przypada natomiast na przełom kredy i paleogenu i jest związany z głównym stadium spiętrzenia soli (Marek i Raczyńska, 1974).

Na podstawie danych z profili otworów wiertniczych oraz badań geoelektrycznych (Jagodźńska i Kalitiuk, 1996) na obszarze arkusza wykazano obecność nieciągłości w powierzchni podkenozoicznej, wskazując na antyklinalno-zrębowy charakter struktury Gopła (Dziewińska, 1988; Graniczny i Kucharski, 1995).

W obrębie antykliny występuje wtórna struktura o charakterze rowu tektonicznego o szerokości 2,0–3,5 km, której przebieg nawiązuje do jej osi. Dno tej struktury, najlepiej wyrażone na powierzchni utworów mezozoicznych, zrzucone jest od około 15,0–50,0 m wzdłuż skrzydła zachodniego i 10,0–60,0 m wzdłuż skrzydła wschodniego. Rów wypełniony jest osadami paleogenu i neogenu (od

oligocenu do mio-pliocenu). Struktura ta kontynuuje się w kierunku południowym wzdłuż osi antykliny Gopła na obszar arkusza Ślesin (Kozydra, 1993).

Nieciągłości o charakterze uskoków stwierdzono także w utworach paleogenu i neogenu. Obejmują one osady oligocenu i miocenu, co dowodzi, że ruchy tektoniczne w obrębie antykliny Gopła były kontynuowane również w neogenie. O zjawiskach tektonicznych świadczą jednak głównie rozmocowania erozyjne i luki sedymentacyjne.

O procesach tektonicznych w czwartorzędzie na obszarze badań może świadczyć, stwierdzona przez wielu autorów (Pożaryski, 1952; Znosko, 1969; Niewiarowski, 1983a), strefa wysadu solnego w Górze, zlokalizowana na północ od terenu arkusza. Z kolei na ruchy tektoniczne kontynuujące się w plejstocenie na południe od omawianego obszaru wskazują Kozydra i Skompski (1995) poprzez analizę miąższych serii osadów biogenicznych interglacjału eemskiego, zachowanych w rynnach erozyjnych w obrębie starszego obniżenia o założeniu tektonicznym. Autorzy ci uważają, że zachowanie się tej serii osadów było możliwe, m.in. dzięki ruchom tektonicznym zachodzącym również w plejstocenie.

Osady czwartorzędu na obszarze arkusza leżą niezgodnie zwykle na utworach miocenu i mio-pliocenu, a sporadycznie oligocenu. W północno-zachodniej i południowo-wschodniej części terenu badań stwierdzono je bezpośrednio na utworach kredy górnej.

Charakter powierzchni podczwartorzędowej obszaru badań jest dość urozmaicony. Deniwelacje podłoża czwartorzędu sięgają około 70,0 m (tabl. II). Najwyżej położone jest wyniesienie w centralno-zachodniej części obszaru arkusza (67,5 m n.p.m. — otw. 59), nawiązujące do elewacji w podłożu podkenozoicznym (blok Racic). Znaczne wyniesienie tej powierzchni w rejonie Chełmc (65,5 m n.p.m. — otw. 27) jest częściowo uwarunkowane glacitektonicznym spiętrzeniem osadów podłoża czwartorzędu na tym obszarze. Najniżej powierzchnia podczwartorzędowa występuje w północno-wschodniej części obszaru arkusza w dolinie kopalnej w okolicach miejscowości Broniewo i Szostka (5,0 m p.p.m. — otw. 15). W okolicach Jezior Wielkich stwierdzono obniżenie o nieznanym genezie (2,4 m p.p.m. — otw. 75). Do przebiegu wspomnianej struktury rowu tektonicznego nawiązuje jednak obniżenie powierzchni podczwartorzędowej w okolicach Łuszczewa (5,6 m n.p.m.). Ponadto dość głęboką depresję, której powstanie wiąże się prawdopodobnie z procesami tektonicznymi, rozpoznano w północno-zachodniej części obszaru arkusza w okolicach Polanowic (17,0 m n.p.m. — otw. 6).

Na omawianym terenie stwierdzono również przejawy procesów glacitektonicznych. Zaznaczają się one w podłożu osadów czwartorzędowych (w okolicach Chełmc). Zaburzenia te są związane głównie z działalnością lądolodów zlodowaceń środkowopolskich (okolice Chełmc oraz obszar na południe od doliny głuzyńskiej), jak i z nasunięciem lądolodu zlodowacenia Wisły (Chełmce, Baborce i Gocanówko) (Molewski, 1999a). W okolicach Chełmc zostały zaburzone utwory neogenu, głównie ilaste osady mio-pliocenu. Zachowują one jednak normalny układ stratygraficzny i nie posia-

dają cech, które wskazywałyby na ich redepozycję. Prawdopodobnie zostały one jedynie spiętrzone w postaci fałdów. Zaburzenia glacitektoniczne związane ze zlodowaceniem Wisły, występujące w osadach chełmskiego wzgórza morenowego oraz w osadach wodnolodowcowych z transgresji lądolodu tego zlodowacenia, w rejonie miejscowości Bachorce i Gocanówko, mają złożony charakter. Występują w nich, obok warstw osadów o monoklinalnym ułożeniu, zróżnicowane struktury fałdowe i ścięciowe oraz uskoki odwrócone i komplementarne.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

O przedkenozoicznych procesach geologicznych zachodzących także w granicach obszaru arkusza Piotrków Kujawski pisali m.in.: Dadlez i Marek (1969), Marek i Znosko (1972a, b) oraz Marek (1977). Prace tych autorów zostały oparte na danych litostratygraficznych pochodzących z badań osadów głębokich otworów badawczych zlokalizowanych na obszarze arkusza.

W kredzie górnej miała miejsce sedimentacja w zbiorniku morskim o zmieniającej się głębokości (tab. 2). Powstały osady marglisto-wapienne o zmiennej miąższości, wykształcone głównie jako margle, wapienie i opoki. Struktura antyklinalna Gopła formowała się z różną intensywnością w czasie całej kredy górnej. Jeszcze przed oligocenem środkowym nastąpiły największe przemieszczenia mas solnych, a wraz z nimi podniesienie całego obszaru. Po regresji morza kredowego, na wynurzonych obszarach rozwinęły się procesy wietrzenia i denudacji, dlatego brak jest osadów paleocenu i eocenu. Należy założyć, że teren objęty granicami obszaru arkusza był w tym czasie lądem.

Najstarsze stwierdzone osady paleogenu pochodzą z oligocenu środkowego. Wykształcone są one w postaci osadów facji bagiennej, brakicznej i płytkomorskiej. W oligocenie górnym dominowała sedimentacja w płytkim morzu, które wycofało się pod koniec tego okresu. W miocenie dominował typ sedimentacji śródlądowej: limnicznej, bagiennej i brakicznej. Takie warunki sprzyjały powstawaniu miąższych pokładów węgla brunatnego. Pod koniec miocenu środkowego nastąpiło przerwanie sedimentacji limniczno-bagiennej i doszło do depozycji miąższych serii osadów ilastych (warstwy poznańskie). Ich sedimentacja odbywała się jeszcze w miocenie górnym i prawdopodobnie także w pliocenie.

Osady zlodowaceń południowopolskich zachowały się jedynie w najniższych częściach powierzchni podczwartorzędowej, miejscami także w formie bardzo zredukowanej. Ich pozycja stratygraficzna jest przybliżona.

Najstarsze osady czwartorzędowe na obszarze arkusza reprezentowane są przez piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 1. Osady te występują pod jednym pokładem glin zwałowych tego zlodowacenia. Na utwory tego zlodowacenia składają się ponadto osady wodnolodowcowe i zastoiszkowe związane z recesją lądolodu.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne		
System	Oddział	Piętro	Podpiętro				
C l i e j s w a r t o c e n o r z ę d	H o l o c e n			Namuły den dolinnych, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych — $f_n Q_h$	Akumulacja organiczna i mineralna w dnach dolin, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych		
				Piaski oraz piaski ze żwirami den dolinnych, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych — $f_p Q_h$	Akumulacja mineralna w jeziorach		
				Piaski i mułki jeziorne — $li_{pm} Q_h$	Akumulacja organiczna		
				Torfy — $t Q_h$			
				Gytie — $gy Q$	Akumulacja organiczna i mineralna		
				Piaski i żwiry stożków napływowych — $s_{pz} Q$	Akumulacja rzeczna u wylotu dolinek		
				Piaski deluwialne — $d_p Q$	Ruchy masowe i spłukiwanie osadów na stokach		
				Piaski pyłowate zwietrzelinowe (eluwialne) — $z_{ppw} Q$	Wietrzenie mechaniczne i chemiczne glin zwałowych		
				Piaski eoliczne w wydmach — $e_p Q^w$			
				Piaski eoliczne — $e_p Q$	Akumulacja eoliczna		
P o ł n o d o w c o w e	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Stadiał górny	Piaski i mułki zastoiskowe — $b_{pm} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja zastoiskowa w czasie recesji lądolodu		
				Piaski oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{ppz} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu lądolodu		
				Piaski i mułki kemów — $k_{pm} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja wodnolodowcowa w szczelinach i rozpadlinach martwego lodu		
				Piaski, żwiry i gliny zwałowe ozów — $o_{pzgzw} Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja wodnolodowcowa i lodowcowa w szczelinach lodowcowych		
				Piaski i żwiry lodowcowe, miejscami z wkładkami glin zwałowych — $g_{pzgzw} Q_{p^4}^{B3}$	Depozycja i redepozycja osadów moreny ablacyjnej		
				Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych — $gc_{pzgzw} Q_{p^4}^{B3}$	Spiętrzenia glacitektoniczne starszych osadów wodnolodowcowych i lodowcowych		
				Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^4}^{B3}$	Erozja i akumulacja lodowcowa		
				Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz} Q_{p^4}^{B3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lądolodu		
				Interglacjał eemski		Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^{3-4}}$	Erozja i akumulacja rzeczna
				Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Piaski i mułki wodnolodowcowe — $fg_{pm} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu
Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^3}^W$	Deformacja i erozja lodowcowa osadów podłoża i akumulacja lodowcowa						
Zlodowacenie Odry	Piaski, mułki i ropy zastoiskowo-wodnolodowcowe — $b-fg_{pmi} Q_{p^3}^W$	Akumulacja zastoiskowa i wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lądolodu					
	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lądolodu					
Interglacjał wielki		Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pz} Q_{p^3}^O$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu				
		Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^3}^O$	Deformacja i erozja lodowcowa osadów podłoża i akumulacja lodowcowa				
Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Piaski, żwiry i mułki wodnolodowcowe — $fg_{pz} Q_{p^2}^G$	Akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu				
		Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^2}^G$	Akumulacja lodowcowa				
		Piaski ilaste zastoiskowe — $b_{pi} Q_{p^2}^G$	Akumulacja zastoiskowa w czasie nasuwania się lądolodu				

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia południowopolskie	Interglacjał ferdynandowski	Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^2}^F$	Akumulacja rzeczna
			Zlodowacenie Sanu 1	Iły i mułki zastoiskowe — $im Q_{p^2}^S$ Piaski wodnolodowcowe (górne) — $fg_{p^2} Q_{p^2}^S$ Gliny zwałowe — $gzw_{p^2} Q_{p^2}^S$ Piaski wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{p^1} Q_{p^2}^S$	Akumulacja zastoiskowa w czasie recesji łądolodu Akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji łądolodu Akumulacja lodowcowa Akumulacja wodnolodowcowa w czasie nasuwania się łądolodu
Neogen	Mio-pliocen			Iły i mułki — $im MPI$	Akumulacja śródlądowa
	Miocen			Piaski i piaski pyłowate z wkładkami węgla brunatnego — $p M$	Akumulacja śródlądowa Ruchy tektoniczne
Paleogen	Oligocen			Mułowce, ily pyłowato-piaszczyste i piaszkowce glaukonitowe — $mc OI$	Akumulacja w zbiorniku w zmiennych warunkach śródlądowo-brakiczno-morskich Ruchy tektoniczne
Kreda	Kreda górna			Margle, wapień margliste, wapień, iłowce i opoki — $mc Cr_3$	Akumulacja morska Ruchy tektoniczne

Osady interglacjału ferdynandowskiego stwierdzono jedynie w kopalnym obniżeniu w północno-wschodniej części obszaru arkusza w okolicach Szostki. W tym samym obniżeniu występują najstarsze utwory zlodowacenia Sanu 2. Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 2 stwierdzono jedynie lokalnie w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej. Podobnie osady wodnolodowcowe z recesji tego zlodowacenia wypełniają jedynie kopalne obniżenie okolic Szostki.

Na obszarze arkusza, w obniżeniu dolinnym na północ od Chełmc, stwierdzono osady interglacjału wielkiego. Dolina ta jest prawdopodobnie fragmentem większej formy, której osady zostały wyróżnione na północny wschód od terenu badań (Ciuk i Mańkowska, 1981).

Utwory plejstocenu to głównie osady związane z transgresjami łądolodów zlodowaceń środkowopolskich. Składają się na nie przede wszystkim dwa pokłady glin zwałowych zlodowacenia Odry i Warty oraz miąższe serie osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych związane z recesją łądolodu zlodowacenia Odry i transgresją łądolodu zlodowacenia Warty. Gliny zwałowe zlodowacenia Odry miejscami występują jedynie w formie bardzo zredukowanej lub w postaci bruku morenowego. W trakcie nasunięć łądolodów tych zlodowaceń na obszarze badań zachodziły procesy glacitektoniczne, którym poddawane były także utwory neogenu. Ślady tych zaburzeń są czytelne we wschodniej części terenu arkusza w budowie geologicznej utworów plejstocenu i jego podłoża w okolicach Chełmc i na południe od doliny głuzyńskiej.

W interglacjale eemskim część obszaru badań była zajęta przez dolinę rzeczną (Molewski, 1999a). Przebiegała ona południkowo w centralnej części omawianego terenu. Forma ta istniała prawdopodobnie także w starszych podpiętrach zlodowacenia Wisły.

Depozycja glin zwałowych zlodowacenia Wisły poprzedzona została sedimentacją osadów wodnolodowcowych, które częściowo zasypały istniejące obniżenie dolinne (Molewski, 1999a). W trakcie nasunięcia lądolodu ostatniego zlodowacenia na obszarze badań zachodziły procesy glaci-tektoniczne. Ich wyrazem są zaburzenia osadów wodnolodowcowych w Bachorcach i Gocanówku, jak i prawdopodobnie wzniesienia morenowe okolic Chełmc (Molewski, 1999a). Z tym zlodowaceniem jest także związane formowanie największego obniżenia na terenie badań, czyli rynny Gopła. Powstanie rynny oraz niższych poziomów wysoczyznowych („stopni terenowych”) w jej otoczeniu było związane z obecnością w podłożu lądolodu zlodowacenia Wisły kopalnej doliny rzecznej (Molewski, 1999a). Obok rynny Gopła powstał wówczas szereg mniejszych rynien subglacjalnych, z których część (rynna kicka, rynna opikowska) tworzyła, wraz z dwudzielną rynną Gopła, rozbudowany system odpływu wód subglacjalnych.

Tempo recesji ostatniego lądolodu było zróżnicowane, co znajduje odzwierciedlenie w rzeźbie i budowie geologicznej obszaru badań. Występujące na południe od doliny głużyńskiej formy martwego lodu świadczą głównie o arealnym charakterze deglacjacji. W jej trakcie zostały uformowane liczne doliny wód roztopowych, w tym największa na obszarze badań — dolina głużyńska, prawdopodobnie o rynnowym założeniu. Na północ od doliny i form morenowych okolic Chełmc, gdzie dominuje płaska powierzchnia moreny dennej, tempo cofania się lądolodu wzrosło i miało charakter szybkiej recesji frontalnej.

U schyłku zlodowacenia Wisły, w opuszczonym przez ostatni lądolód obszarze, pozostały jeszcze bardzo liczne, pogrzebane lody, głównie w rynnie Gopła. Ich wytapianie rozpoczęło się już w najstarszym dryasie, a zakończyło w poszczególnych częściach rynny w böllingu lub w allerödzie (Molewski i Noryskiewicz, 2000; Niewiarowski, 2000). Osady jeziorne, głównie gytie, występowały już w allerödzie, co sugeruje zakończenie procesu wytapiania się pogrzebanego lodu w tym okresie i obecność jeziora Gopło (Niewiarowski, 2000). W okresach dryasowych zaczęły rozwijać się pokrywy osadów denudacyjnych, a przede wszystkim eolicznych w okolicach Jezior Wielkich.

W holocenie, w czasie maksymalnych poziomów wód jeziora Gopło, zostały ukształtowane tarasy jeziorne o złożonym, akumulacyjno-abrazyjnym charakterze i wysokości około 80,0 m n.p.m. (Niewiarowski, 2000). Podstawową masę osadów holocenijskich stanowią osady pochodzące z zanikania jezior, głównie torfy, których największy kompleks występuje na półwyspie Potrymiech.

Obszar nadgoplański jest jednym z najstarszych obszarów rolniczych w Polsce. W diagramach palinologicznych osadów jeziornych Gopła pojawiają się wyraźne i typowe wskaźniki osiedlenia w holocenie, już w młodszej części okresu atlantyckiego (Jankowska, 1980; Molewski i Noryskiewicz, 2000). Od tego okresu, wraz z pojawieniem się ludności neolitycznej, zaczęły tworzyć się

deluwialne osady denudacji antropogenicznej oraz różnego rodzaju nasypy, związane z rozwojem osadnictwa (grodziska), gospodarki wodnej (groble) i komunikacji (nasypy drogowe i kolejowe).

IV. PODSUMOWANIE

Na terenie arkusza Piotrków Kujawski, oprócz kartowania geologicznego, przeprowadzono szereg specjalistycznych badań, które wniosły wiele nowych danych.

Na obszarze badań po raz pierwszy przeprowadzono badania geoelektryczne (poza wcześniejszymi badaniami sejsmicznymi i grawimetrycznymi), mające na celu prześledzenie przebiegu stropu utworów podczwartorzędowych w strefie obniżenia rynny Gopła (Jagodzińska i Kalitiuk, 1996). Potwierdziły one obecność dyslokacji w podłożu rynny Gopła (Piekarska, 1982; Molewski, 1999a) i określiły ich położenie wzdłuż przekroju geologicznego A–B.

W osi antykliny Gopła stwierdzono występowanie struktury o charakterze rowu tektonicznego wypełnionego osadami paleogenu i neogenu. Zjawiska tektoniczne w obrębie antyklinalno-zrębowej struktury Gopła, które najintensywniej zachodziły na przełomie kredy i paleogenu (Marek i Raczyńska, 1974), były kontynuowane również w neogenie. Struktura ta rozciąga się w kierunku południowym na obszar arkusza Ślesin (Kozydra, 1993).

Po raz pierwszy na terenie arkusza Piotrków Kujawski przeprowadzono badania litologiczno-petrograficzne glin zwałowych w trzech otworach badawczych. W ich wyniku udokumentowano obecność co najmniej dwóch różnowiekowych pokładów glin zwałowych.

W podłożu rynny Gopła została rozpoznana miąższa seria osadów rzecznych interglacjału eemskiego. Seria ta nie jest udokumentowana osadami organicznymi. Występuje ona w obrębie doliny kopalnej potwierdzającej wcześniejsze hipotezy o starszych, dolinnych założeniach rynny Gopła (Molewski, 1999a).

Na półwyspie Potrzymiech, w strefie brzegowej współczesnego jeziora Gopło, stwierdzono torfy, tworzące się już w böllingu, oraz gytie, których akumulacja trwała od allerödu do okresu borealnego. Świadczy to o ciągłości sedymentacji jeziornej od starszego dryasu do okresu co najmniej borealnego (Noryśkiewicz, 1998), kiedy poziom wód Gopła był niższy od współczesnego.

W toku prowadzonych badań nie udokumentowano wszystkich glin zwałowych występujących na obszarze arkusza oraz odrębności dwóch pokładów glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły. Powoduje to, że przedstawiona stratygrafia osadów czwartorzędowych wymaga dalszych badań litologiczno-petrograficznych i datowań wieku bezwzględnego osadów międzymorenowych.

Ponadto powinny być kontynuowane badania nad osadami rzecznyymi interglacjału eemskiego w celu potwierdzenia ich pozycji stratygraficznej. Wyjaśnienia wymaga także geneza niektórych zagłębień w powierzchni podczwartorzędowej, m.in. okolic Jezior Wielkich i Polanowic.

Opracowano
w Zakładzie Geomorfologii
Instytutu Geografii
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika
w Toruniu

Toruń, 1999

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

LITERATURA

- Andrzejewski L., Molewski P., Wiśniewski E., 1994 — Projekt Badań Geologicznych dla wykonania ark. Inowrocław (400) i Piotrków Kujawski (439) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Bartkowski T., 1964 — O formach rozcięcia marginalnego i niektórych formach strefy marginalnej na Nizinie Wielkopolskiej (cz. II). *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach. Ser. A*, **13**: 7–76.
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Nizy Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4: 754–765.
- Ciuk E., 1974 — Schematy litostratygraficzne paleogenu Polski poza Karpatami i zapadliskiem przedkarpackim. *Biul. Inst. Geol.*, **281**: 7–40.
- Ciuk E., 1980 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Konin, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Ciuk E., Kurlanc S., 1958 — Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego w okolicy Piotrkowa Kujawskiego. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Ciuk E., Mańkowska A., 1981 — Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Konin. Inst. Geol., Warszawa.
- Dąbrowska Z., 1970 — Jura górna w niecce mogileńsko-łódzkiej. *Biul. Inst. Geol.*, **221**: 5–96.
- Dadlez R., Marek S., 1969 — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Nizy Polskiego. *Kwart. Geol.*, **13**, 3: 543–564.
- Dadlez R., Marek S., 1974 — Polska północno-zachodnia i środkowa. *W: Budowa geologiczna Polski*. **4**. Tektonika. 1. Niz Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Dziwińska L., 1988 — Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Fert Z., Makarewicz B., Zaczekiewicz B., 1996 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych dla ark. Piotrków Kujawski (439) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Galon R., 1929 — Kujawy “Białe” i “Czarne”. Szkic morfologiczny. Spraw. Pozn. TPN: 47–72.

- Gawor-Biedowa E., 1961 — Stratygrafia mikropaleontologiczna osadów górnej kredy w paru wierceniach nad Gopłem na Kujawach. *Biul. Inst. Geol.*, **156**: 15–60.
- Graniczny M., Kucharski R., 1995 — Mapy liniowych elementów strukturalnych Polski 1:200 000 (ark. Konin) i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Jagodzińska B., Kalituk R., 1996 — Dokumentacja badań geoelektrycznych dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piotrków Kujawski (439). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Jankowska B., 1980 — Szata roślinna okolic Gopła w późnym glacie i holocenie oraz wpływ osadnictwa na jej rozwój w świetle badań paleobotanicznych. *Prz. Archeol.*, **27**: 5–41.
- Jaskowiak M., 1961 — Litologia i stratygrafia kredy górnej w paru wierceniach nad Gopłem na Kujawach. *Biul. Inst. Geol.*, **156**: 61–77.
- Jaskowiak-Schoeneichowa M., 1972 — Kreda górna w niecce mogileńsko-łódzkiej. *Kwart. Geol.*, **16**, 2: 315–328.
- Kondracki J., 1998 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kozydra Z., 1993 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Ślesin (477). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Kozydra Z., Skompski S., 1995 — Unikalne stanowisko interglacjału eemskiego w Ruszkówku na Pojezierzu Kujawskim. *Prz. Geol.*, **43**, 7: 572–575.
- Krygowski B., 1947 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Poznań, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Krygowski B., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Poznań, wyd. B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Lencewicz S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **2**, 2: 66–194.
- Łyczewska J., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Łyczewska J., 1959 — Utwory trzeciorzędowe Kujaw środkowych i wschodnich. *Biul. Inst. Geol.*, **130**: 41–157.
- Łyczewska J., Pożaryski W., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wyd. B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Maik M., 1961 — Morphological limit of the last glaciation along the line Radziejów–Koło, Guide-Book of Excursion. From the Baltic to the Tatras. Part 1, North Poland. VIth INQUA Congress: 132–134.
- Mańkowska A., 1980 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Konin, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Marek S., 1969 — Zarys stratygrafii kredy dolnej Kujaw. *Kwart. Geol.*, **13**, 1: 139–150.
- Marek S. (red.), 1977 — Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej (strefa Gopło–Ponętów–Pabianice). *Pr. Inst. Geol.*, **80**.
- Marek S., Raczyńska A., 1974 — Lokalne formy strukturalne Polski środkowej. *W: Budowa geologiczna Polski*. **4**. Tektonika. 1. Niż Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Marek S., Znosko J., 1972a — Tektonika Kujaw. *Kwart. Geol.*, **16**, 1: 1–18.
- Marek S., Znosko J., 1972b — Historia rozwoju geologicznego Kujaw. *Kwart. Geol.*, **16**, 2: 233–248.
- Mastyński Z., Rogiński S., 1964 — Studium historyczno-hydrologiczne jeziora Gopła. Bydgoskie Tow. Nauk., Pr. Wydz. Nauk Przyr. (B), **3**.

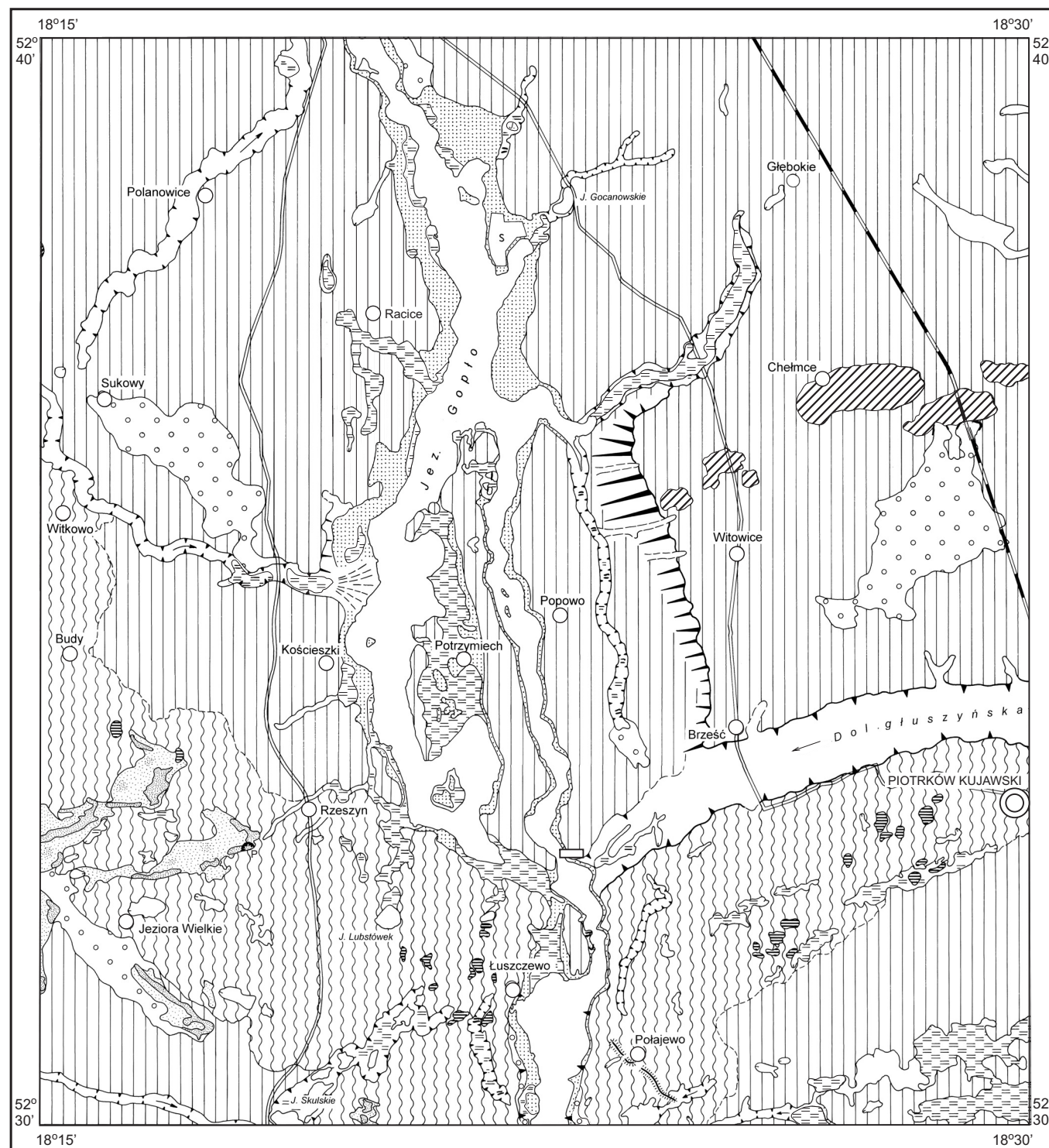
- M o l e w s k i P . , 1999a — Rynna Gopła — problem jej genezy i roli w odpływie wód roztopowych podczas zlodowacenia vistuliańskiego. *Stud. Soc. Sc. Torun.*, **10**, 6.
- M o l e w s k i P . , 1999b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Inowrocław (400) wraz z Objasneniami. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- M o l e w s k i P . , N o r y ś k i e w i c z B . , 2000 — Nowe dane dotyczące zmian środowiska naturalnego obszaru nadgoplańskiego w późnym vistulianie i holocenie. *W:* (P. Molewski, W. Wysota, red.) Dawne i współczesne systemy morfogenetyczne środkowej części Polski północnej. Przewodnik Wycieczek Terenowych. V Zjazd Geomorfologów Polskich, Toruń: 194–202.
- M r ó z e k W . , 1969 — Rynna Gopła, jej geneza i udział w rozwoju krajobrazu Kujaw. *W:* Przew. XLI Zjazdu Pol. Tow. Geol., Konin: 59–63.
- M u r a w s k i T . , 1957 — Wybrane zagadnienia z badań geomorfologicznych na arkuszu Piotrków Kujawski mapy 1:25 000. *Dokum. Geogr.*, **3**: 10–23.
- N i e w i a r o w s k i W . , 1978 — Fluctuation of water-level in the Gopło lake and their reasons. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **25**: 301–306.
- N i e w i a r o w s k i W . , 1983a — Postglacialne ruchy skorupy ziemskiej na Pojezierzu Kujawskim w świetle badań geomorfologicznych. *Prz. Geogr.*, **55**, 1: 13–31.
- N i e w i a r o w s k i W . , 1983b — The origin and development of marginal channels and valleys: a case study of the Kuyavian Lake District. *W:* (D.J. Briggs, R.S. Waters, red.) Stud. in Quatern. Geomorph., Intern. Symp. Series. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 97–108.
- N i e w i a r o w s k i W . , 2000 — Uwagi o wahaniach poziomu wody w jeziorze Gopło. *W:* (P. Molewski, W. Wysota, red.) Dawne i współczesne systemy morfogenetyczne środkowej części Polski północnej. Przewodnik Wycieczek Terenowych. V Zjazd Geomorfologów Polskich, Toruń: 189–193.
- N o r y ś k i e w i c z B . , 1998 — Analiza palinologiczna osadów torfowiska Potrzymiech dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piotrków Kujawski (439). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- O c z k o w s k i H . L . , P r z e g i ę t k a K . R . , 1999 — Wyznaczanie dawek rocznych i dawek równoważnych dla próbek osadów z wybranych profili geologicznych – daty TL dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Inowrocław (400) i Piotrków Kujawski (439). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- P a z d u r A . , 1999 — Sprawozdanie z wykonania oznaczeń wieku metodą C-14 dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Inowrocław (400) i Piotrków Kujawski (439). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- P i e k a r s k a E . , 1982 — Tektoniczne założenia rynny jeziora Gopło. *Prz. Geol.*, **30**, 2: 410–413.
- P i w o c k i M . , 1992 — Zasięg i korelacja głównych grup trzeciorzędowych pokładów węgla brunatnego na platformowym obszarze Polski. *Prz. Geol.*, **40**, 5: 281–286.
- 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 ło M . , 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11: 916–927.
- P o ż a r y s k i W . , 1952 — Podłoże mezozoiczne Kujaw. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **55**: 49–62.
- P o ż a r y s k i W . , 1953 — Osady morskie oligocenu młodszego na Kujawach. *Biul. Inst. Geol.*, **87**: 9–20.
- P u c k a l a n k a U . , 1952 — Zasięg Gopła i jego połączenie z Wisłą w naszej erze. *Prz. Zach.*, **8**, 3: 575–584.
- P u d ło A . , S z t r o m w a s s e r E . , 1981 — Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego “Chełmce”. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- R a c z y ń s k a A . , 1971 — Zarys stratygrafii kredy dolnej w niecce mogileńskiej. *Kwart. Geol.*, **15**, 1: 106–118.

- S i n k i e w i c z M . , 1989 — Zmiany rzeźby terenu Pojezierza Kujawskiego pod wpływem procesów stokowych. *Stud. Soc. Sc. Torunensis, Sec. C*, **9**, 6.
- S i n k i e w i c z M . , 1998 — Rozwój denudacji antropogenicznej w środkowej części Polski północnej. Wyd. Nauk. UMK, Toruń.
- S o k o ł o w s k i J . , 1957 — Budowa geologiczna antykliny Gopła. *Kwart. Geol.*, **1**, 2: 259–267.
- W i ś n i e w s k i E . , 1974 — Dolina Bachorzy — problem jej genezy i znaczenia w okresie wczesnośredniowiecznym. *Prz. Geogr.*, **46**, 2: 263–282.
- Z n o s k o J . , 1969 — Geologia Kujaw i wschodniej Wielkopolski. *W: Przew. XLI Zjazdu Pol. Tow. Geol.*: 5–48. Konin.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Piotrków Kujawski (439)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska
- Wysoczyzna morenowa falista
- Moreny czołowe przeważnie spiętrzone

Formy wodnolodowcowe

- Równiny wodnolodowcowe
- Ozy
- Kemy
- Rynny subglacjalne
- Wzniosłości i progi w dnach rynien
- Doliny wód roztopowych
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy denudacyjne

- Suche doliny
- Dolinki denudacyjne
- Stożki napływowe
- Długie stoki

Formy jeziorne

- Tarasy jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Dna stawów
- Piaskownie (P)
- Grodziska

Opracował: P. MOLEWSKI

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Piotrków Kujawski (439)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

- | | | | |
|----------|-------------|-----------------|---|
| NEOGEN | MIO-PLIOCEN | MPI | Iły i mułki |
| | | M | Piaski i piaski pyłowate z wkładami węgla brunatnego |
| PALEOGEN | OLIGOCEN | OI | Mułowce, iły pyłowato-piaszczyste i piaski glaukonitowe |
| | KREDA GÓRNA | Cr ₃ | Margle, wapienie margliste, wapienie, iłowce i opoki |
- - - Granice geologiczne
 -+30- Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
 / Uskoki
 ● 68 M+59,0 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: MPI — mio-pliocen, M — miocen, OI — oligocen, Cr₃ — kreda górna; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)
 A — B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracował: P. MOLEWSKI

