



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

LESZEK KACPRZAK, STANISŁAW LISICKI

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER
Koordynator regionu wschodniego Pomorza, Warmii i Mazur — W. MORAWSKI

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Bulkowo (446)
(z 2 tab. i 3 tabl.)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



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

WARSZAWA 2011

Autorzy: Leszek KACPRZAK¹, Stanisław LISICKI²

¹APIS GEO Iwona Kacprzak, ul. Turowska 12, 05-230 Kobyłka

²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Redakcja merytoryczna: Elżbieta GRUSZCZYŃSKA

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

ISBN 978-83-7538-834-3

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2011

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	9
A. Stratygrafia	9
1. Neogen	10
a. Miocen	10
2. Czwartorzęd	10
a. Plejstocen	10
Zlodowacenia najstarsze	11
Zlodowacenie Narwi	11
Stadiał dolny	11
Stadiał górny	11
Zlodowacenia południowopolskie	12
Zlodowacenie Nidy	12
Stadiał górny	12
Zlodowacenie Sanu 1	13
Stadiał górny	13
Zlodowacenia środkowopolskie	13
Zlodowacenie Odry	14
Stadiał górny	14
Interglacja lubawski	14
Zlodowacenie Warty	15
Stadiał dolny	15
Stadiał środkowy	16

Interglacjał eemski	17
Zlodowacenia północnopolskie	18
Zlodowacenie Wisły	18
Stadiał górny	18
b. Czwartorzęd nierozdzielony	18
c. Holocen	19
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	19
C. Rozwój budowy geologicznej	20
IV. Podsumowanie	25
L i t e r a t u r a	25

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

Tablica II — Zestawienie profili otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

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

I. WSTĘP

Granice obszaru arkusza Bulkowo wyznaczone są współrzędnymi geograficznymi: 20°00'–20°15' długości wschodniej i 52°30'–52°40' szerokości północnej. Jego powierzchnia wynosi około 313 km².

Obszar w całości położony jest w obrębie Wysoczyzny Płońskiej, będącej częścią Niziny Północnomazowieckiej (Kondracki, 2002). Pod względem administracyjnym, według podziału z 1999 roku, wchodzi w skład województwa mazowieckiego oraz powiatów: płońskiego (z gminami: Baboszewo, Dzierżania i Naruszewo) i plockiego (z gminami: Staroźreby, Bulkowo, Bodzanów, Mała Wieś i Wyszogród).

Obszar arkusza Bulkowo położony jest w granicach arkusza Płock Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000 (Łyczewska, 1948a; b). Syntezą kartograficzną obszaru arkusza Bulkowo i okolic jest arkusz Warszawa Zachód Mapy geologicznej Polski 1:200 000 (Słowański, Piechulska-Słowańska, Gogołek, 1995a; b).

Stratygrafia i litologia starszych formacji geologicznych z obszaru arkusza Bulkowo znana jest dzięki sześciu głębokim wierceniom strukturalnym. W rozpoznaniu budowy geologicznej pomocna była interpretacja badań geofizycznych, głównie sejsmicznych i grawimetrycznych. Dotychczasowa wiedza o stratygrafii i tektonice omawianego obszaru pochodzi z opracowań ogólnych (Dadlez i in., 1970; Pożaryski, 1974). Informacji o nieciągłościach tektonicznych dostarcza Mapa liniowych elementów strukturalnych, arkusz Warszawa Zachód (Doktór i in., 1995).

Informacje o wykształceniu osadów paleogenu i neogenu z obszaru arkusza były do tej pory skąpe. Pochodziły one jedynie z otworów hydrogeologicznych i badawczych, w opisach których osady te są z reguły nierozdzielone. Ogólne informacje o ich litologii i stratygrafii zawarte są w pracach: Baranieckiej (1995), Grabowskiej i Słodkowskiej (1993) oraz Piwockiego i Ziemińskiej-Tworzydło (1995). Szczegółowych informacji o osadach paleogenu i neogenu z obszarów przyległych do obszaru arkusza Bulkowo dostarczyła praca Słodkowskiej (1991) oraz Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusze Płońsk (Baraniecka, 1993b) i Raciąż (Baraniecka, 1992b).

Prace Lencewicza (1927) i Nechaya (1927), dotyczące geologii czwartorzędu, mają już znaczenie historyczne. Lencewicz moreny czołowe ciągnące się od Radzikowa i Kobylnik przez Sochocin, Ciołkowo do Ciachcina, zaliczył do stadialnych moren czołowych płońskich, powstałych w czasie drugiego zlodowacenia (L_4). Nechay zwrócił uwagę na różnice morfologiczne między wcześniej opisanymi przez Lencewicza morenami okolic Ciołkowa i Ciachcina a morenami dobrzyńskimi. Samsownik (1927) przedstawił zasięg moren czołowych na obszarach przyległych do obszaru arkusza Bulkowo. W 1939 roku Błachowski na podstawie wskaźnika głazowego (stosunku skał krystalicznych do wapiennych) dokonał próby przedstawienia stratygrafii osadów lodowcowych, występujących w zboczach leżącej na południe doliny Wisły.

Powojenna literatura dotycząca geomorfologii i geologii czwartorzędu jest bogata i dotyczy głównie okolic Płocka i Kotliny Płockiej. Stratyfacją osadów czwartorzędowych zajmowali się: Baraniecka i Janczyk-Kopikowa (1991), Baraniecka i inni (1994), Skompski (1969) oraz Słowański (1961). Osadami interglacjału eemskiego zajmowali się: Niklewski i inni (1964), Niklewski (1968), Kotarbiński i Krupiński (1995), a także wyżej wspomniane Baraniecka i Janczyk-Kopikowa (1991). Opracowania dotyczące geomorfologii rejonu Płocka są bardzo liczne. Sandrami i tarasami rzecznyymi w dolinie Skrwy i Wisły zajmowali się Słowański i Skompski (1965). Autorzy ci przedstawili również swój pogląd na genezę doliny Wierzbicy koło Płocka (Skompski, Słowański, 1964). Moreny czołowe rejonu Gozdowa na Wysoczyźnie Płockiej opisał Kotarbiński (1966), a kierunek odpływu wód z Kotliny Płockiej podczas ostatniego zlodowacenia przedstawili Kotarbiński i Urbaniak-Biernacka (1975). Kliny mrozowe okolic Płocka opisał w 1964 roku Słowański. Należy również wspomnieć o pracach Czernickiej-Chodkowskiej (1969) i Kozłowskiej (1972).

Prace Lamparskiego (1981, 1983) dotyczyły obszaru rozległej depresji glacitektonicznej w rejonie Mochowa.

Osadami plejstocenu w dolinie Wkry zajmowała się Baraniecka (1969, 1974).

Przy opracowywaniu arkusza Bulkowo uwzględniono wyniki prac wykonanych w ramach realizacji sąsiednich arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000: Wyszogród (Makowska, Ruszczyńska, 1956; Ruszczyńska-Szenajch, 1970 oraz reambulacja — Kucharska, Wasiluk, 2009), Raciąż (Baraniecka, 1992a; b) i Płońsk (Baraniecka, 1993a; b).

Z terenu arkusza Bulkowo zebrano i przeanalizowano profile 87 otworów hydrogeologicznych i badawczych oraz czterech otworów kartograficznych, wykonanych na potrzeby omawianego arkusza (tab. 1). Na całym obszarze były przeprowadzone poszukiwania torfowisk. Dokumentacje tych prac zebrane są w Instytucie Melioracji Użytków Zielonych w Falentach pod Warszawą.

Terenowe prace kartograficzne w celu opracowania arkusza Bulkowo Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 zostały wykonane przez pracowników Przedsiębiorstwa Badań Geofizycz-

nych w Warszawie. Prace te przeprowadzili L. Kacprzak, M. Honczaruk i M. Włodek w latach 1999–2002. Skartowany został obszar o powierzchni około 313 km². W celu udokumentowania i skartowania terenu wykonano i opisano 1483 punkty dokumentacyjne o łącznym metrażu 3484,0 m, w tym 1342 sondowania ręczne o głębokości do 2,5 m i 141 sondowań mechanicznych o głębokości do 15,0 m. Oczyszczono i opisano ściany 100 odsłoneń i wkopów.

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych), zakończonych w utworach czwartorzędowych

Numer		Rodzaj*	Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym					
1	407	sr	Zbyszyno	115,0	2,2	Osady jeziorne
2	179	sr	Piączyn	122,5	2,0	Iły i mułki z fauną, jeziorne
3	354	sr	Nowe Sarnowo	114,0	2,2	Gytie i piaski pyłowate jeziorne
4	370	sr	Nowe Sarnowo	112,0	1,2	Osady jeziorne
5	51	sm	Butory	125,0	7,0	Gytie, mułki i i piaski pyłowate jeziorne
6	240	sr	Nadułki	127,0	2,0	Mułki z fauną jeziorne
7	128	sm	Daniszewo	122,5	6,0	Osady organiczne interglacjału eemskiego
8	40	sm	Podmarszczyn	115,0	8,5	Mułki z florą i fauną jeziorne do głębokości 7,0 m
9	52	sr	Nowe Gumino	119,0	2,0	Iły z florą i fauną na głębokości 0,9–1,8 m
10	110	sr	Bulkowo	120,0	20	Gytie i piaski pyłowate jeziorne
11	6	sm	Cumino	122,0	6,0	Osady interglacjału eemskiego, analiza palinologiczna
12	8	sm	Cumino	122,0	4,5	Osady interglacjału eemskiego, analiza palinologiczna
13	772	sr	Nacpolsk	132,5	2,0	Piaski drobnoziarniste z fauną i kreda jeziorna pod osadami deluwialnymi

* sm — sonda mechaniczna, sr — sonda ręczna

W celu określenia przybliżonej głębokości występowania osadów neogenu, rozpozniomowania osadów czwartorzędowych na poziomy glacialne oraz uściślenia lokalizacji otworów kartograficznych, wykonano w 2000 roku 95 sondowań geoelektrycznych elektrooporowych (SGE) o rozstawach AB do 1000 m wzdłuż ciągu pokrywającego się z linią przekroju geologicznego (Mżyk, 2003). Analizę półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego wykonano w celu wyznaczenia nieciągłości tektonicznych i określenia zróżnicowania gęstościowego osadów czwartorzędowych (Musiatewicz, 2003). W celu udokumentowania pełnego profilu osadów czwartorzędowych i określenia głębokości występowania stropu utworów podczwartorzędowych wykonano w 2000 roku cztery otwory kartograficzne: Pluskocin (otw. 17), Daniszewo (otw. 39), Bulkowo (otw. 50) i Bodzanów (otw. 56) o łącznym metrażu 559,0 m. Na terenie arkusza, oprócz wymienionych wyżej otworów kartograficznych, osady czwartorzędu przewiercono w 13 otworach wiertniczych, z których jeden zakończono w utworach kredy

wych. Z rdzeni wiertniczych uzyskanych z otworów kartograficznych pobrano 392 próbki do analizy litologicznej, genetycznej i stratygraficznej utworów czwartorzędowych i neogeńskich. 296 próbek poddano badaniom litologiczno-petrograficznym (Gronkowska-Krystek, 2001). Wykonano 176 analiz uziarnienia, stopnia obtoczenia ziaren kwarcu, zawartości węglanów, składu frakcji ciężkiej, a na 120 próbkach (dużych) z glin zwałowych — również składu petrograficznego żwirów o średnicy 5–10 mm. Analizę palinologiczną ośmiu próbek osadów neogeńskich wykonała Słodkowska (2001), a analizę palinologiczną 20 próbek osadów czwartorzędowych — Winter (2002b, 2003). Prace zestawcze wykonali: L. Kacprzak z Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych w Warszawie i S. Lisicki z Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty arkuszem Bulkowo położony jest w obrębie Wysoczyzny Płońskiej (Kondracki, 2002). Kulminacja terenu występuje na zachodnim skraju obszaru arkusza, w obrębie moreny martwego lodu i wynosi około 159 m n.p.m. Najniżej położony punkt terenu znajduje się w dolinie rzeki Mołtawy, w południowo-zachodniej części obszaru i jego wysokość wynosi około 87 m n.p.m. Deniwelacja powierzchni wynosi więc około 72 m.

W krajobrazie omawianego obszaru wyróżnić można trzy główne jednostki geomorfologiczne: morenową wysoczyznę polodowcową, powierzchnie szlaków sandrowych i doliny rzeczne. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) przedstawiono przede wszystkim formy lodowcowe i wodnolodowcowe.

Wysoczyzna morenowa płaska, ukształtowana głównie przez młodszy lądolód zlodowacenia Warty i późniejsze procesy denudacyjne (w tym peryglacjalne), zajmuje znaczną część powierzchni obszaru arkusza. Wysokości w obrębie wysoczyzny wahają się od 110 w południowo-zachodniej części obszaru do 149 m n.p.m. w rejonie miejscowości Słupca. Powierzchnia wysoczyzny urozmaicona jest licznymi zagłębieniami, dolinkami i wzniesieniami terenu. Przeważnie suche dolinki osiągają długość kilkaset metrów i szerokość 100 m. Obecne są pojedyncze zagłębienia po bryłach martwego lodu. Równiny wytopiskowe (w zagłębieniach wytopiskowych) występują pojedynczo i mają niewielkie powierzchnie. Największa z nich sąsiaduje od wschodu z rozległą moreną martwego lodu. W dolinach rzecznych występują równiny torfowe. Powszechne są stare dna jezior. W rejonie Skarszyna, Krzykosów, Góry i Zdziara Wielkiego występują rozległe równiny denudacyjne. Największa znajduje się w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Skarszyna. Formy akumulacji szczelinowej często przekraczają 1 km długości, a ich wysokości rzadko są większe od 5 m. Kemy, występujące w okolicach Goszczyna, Marychnowa, Krzywanic i Dzierżąni oraz moreny martwego lodu z rejonu Żochowa, Dzierżąni, Zbyszyna i Nowej Wsi przeważnie osiągają wysoko-

ści 5–10 m. W rejonie Nowych Łubek występuje rozległa morena martwego lodu o wysokościach skłonów wyjątkowo przekraczających 15 m — jest to największa forma na obszarze arkusza. W jej obrębie znajduje się najwyżej położony na obszarze punkt — 153,6 m n.p.m. Powierzchnię wysoczyzny urozmaicają również moreny czołowe spiętrzone (na południe od miejscowości Góra) o wysokości do 10 m i długości do 4 km, rzadziej akumulacyjne (na południowo-wschodnim skraju obszaru arkusza) o wysokościach przekraczających 10 m. W północnej części wyróżniono prawie płaskie moreny czołowe przekształcone peryglacialnie.

Szlak sandrowy położony na wysokości 117,0–147,5 m n.p.m. tworzą dwa poziomy sandrowe, zaliczone do stadiału środkowego zlodowacenia Warty. Szlak niższy, młodszy, z okresu deglacjacji (wyższy, starszy jest związany z transgresją lądolodu tego stadiału), rozcina wysoczyznę z północnego zachodu na południowy wschód w północnej części obszaru.

Powierzchnie wysoczyzny i równin sandrowych rozcinają doliny rzek: Płonki, Żurawianki i Mołtawy oraz mniejszych cieków, o szerokości do 0,5 km. Dolinom tym często towarzyszą równiny torfowe i stare dna jezior, a ich krawędziom — dolinki denudacyjne. Takie dolinki związane są również z kontaktami powierzchni sandrowych z wysoczyzną i wysoczyzny z większymi zagłębieniami.

Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) wyróżniono osiem wyrobisk, gdzie eksploatowane są piaski ze żwirami oraz jedno miejsce eksploatacji torfów.

Obszar arkusza Bulkowo leży w dorzeczu Wisły, w granicach zlewni II rzędu Wkry i przepływającej przez południową część obszaru Mołtawy. Dopływami Wkry są Płonka i Żurawianka.

Na mapie zaznaczono dwa źródła w północno-wschodniej części obszaru arkusza.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Głównym przedmiotem badań stratygraficznych, wykonanych w trakcie realizacji arkusza Bulkowo były, dostępne dla prac zdjęciowych i dokumentacyjnych, osady czwartorzędowe i podścielające je osady neogenu.

Najstarsze skały nawiercone w granicach obszaru arkusza Bulkowo należą do triasu. W otworze 33 (Bodzanów GN-3) stwierdzono je na głębokości 2837,0 m. Ogólna miąższość utworów triasu w tym rejonie, na podstawie wymienionego profilu, przekracza 498,0 m. Utwory triasu stwierdzono również w otworze Dzierżanowo (otw. 65). Trias reprezentowany jest przez piaskowce, iłowce i mułowce.

Na utworach triasu w sześciu otworach wiertniczych stwierdzono skały jury. Strop utworów jurajskich występuje na głębokości od 1198,5 m w otworze 53 do 1296,0 m w otworze 33 (Bodzanów GN-3). Utwory jury wykształcone są w postaci wapieni, mułowców, piaskowców, podrzędnie zlepieńców, a miąższość tych utworów w otworze 65 wynosi 1488,5 m.

Leżące wyżej utwory kredy reprezentowane są głównie przez kompleks skał węglanowych: wapień, margle, podrzędnie iłowce i piaskowce. Osady kredy stwierdzono w siedmiu otworach wiertniczych na głębokości od 216,5 w otworze 33 do 289,5 m w otworze 70 (Dzierżanowo 3). Maksymalną miąższość utworów kredy, 1079,5 m, stwierdzono w otworze 33.

1. Neogen

Osady neogeńskie na obszarze arkusza Bulkowo zostały nawiercone w otworach kartograficznych: Pluskocin (otw. 17), Daniszewo (otw. 39), Bulkowo (otw. 50) i Bodzanów (otw. 56) oraz w dwunastu otworach hydrogeologicznych i badawczych (tabl. II). Powierzchnię podczartorzędową stanowią utwory miocenu (tabl. III). Wcześniej pstre osady ilasto-mułkowe były tu, jak i w innych częściach Polski, zaliczane do pliocenu. Powierzchnia tych osadów jest bardzo urozmaicona — tworzy rozległe depresje glacitektoniczne o wysokości dna poniżej 60 m p.p.m. w rejonie północno-wschodnim i wyniesione elewacje o wysokości ponad 100 m n.p.m. w północnej części obszaru. Struktury te przebiegają zgodnie z kierunkiem NW–SE — podobnie, jak oś wału kujawsko-pomorskiego.

a. Miocen

Miocen wykształcony jest w postaci mułków, iłó w i mułków ilastych. Są to przeważnie ility lub mułki ilaste szare, zielonoszare i pstre (plamiste), miejscami z dużą domieszką ciemnobrunatnej substancji roślinnej (brunatnowęglowej). Utwory te są bezwapniste. Znane są z 20 otworów wiertniczych. Stwierdzono je w czterech otworach kartograficznych oraz 16 hydrogeologicznych i badawczych. Osady mioceńskie leżą bezpośrednio pod czwartorzędowymi. W południowo-zachodniej części obszaru (otw. 56 i 60) utwory czwartorzędowe zawierają kry skał neogeńskich. Ich obecność stwierdzono także na podstawie wyników badań elektrooporowych (Mżyk, 2003). Strop utworów miocenu leży na wysokości od 91,5 m n.p.m. (otw. 19) do 72,2 m p.p.m. (otw. 17). Maksymalna miąższość utworów miocenu wynosi 183,0 m w otworze 53 (Bulkowo). Wiek utworów mioceńskich oparto na analizie palinologicznej (Słodkowska, 2001), ustalając pozycję stratygraficzną badanych osadów na wyższą część miocenu, czyli formację poznańską.

2. Czwartorzęd

a. Plejstocen

Stratygraficzny podział plejstocenu został dokonany głównie na podstawie wyników badań petrograficznych glin zwałowych i ich litostratygraficznej klasyfikacji, zgodnie ze stratygraficznymi litotypami określonymi dla dorzecza Wisły (Lisicki, 2003a; b) oraz na podstawie wyników badań palinologicznych.

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Kompleks osadów zlodowacenia Narwi został stwierdzony we wszystkich otworach kartograficznych, wykonanych w granicach obszaru arkusza Bulkowo. Osady tego zlodowacenia występują w obniżeniach podłoża podczwartorzędowego. Największą miąższość utworów tego zlodowacenia, dochodzącą do 30,8 m, stwierdzono w otworze kartograficznym Pluskocin (otw. 17), najmniejszą zaś (0,8 m) — w otworze kartograficznym Bodzanów (otw. 56). Strop osadów tego zlodowacenia występuje na wysokości 39,9 w Pluskocinie i 39,1 m p.p.m. w Bodzanowie. W obrębie obszaru arkusza spąg osadów zlodowacenia Narwi najniżej leży na wysokości około 80 m p.p.m., a ich strop — najwyżej na wysokości około 10 m n.p.m. Osady zlodowacenia Narwi zaliczono do dwóch stadiałów.

Stadiał dolny

Utwory stadiału dolnego przewiercono w trzech otworach kartograficznych: 50 (Bulkowo), 39 (Daniszewo) i 17 (Pluskocin).

Gliny zwałowe z przemazami mułków neogeńskich w otworze Daniszewo (otw. 39) mają miąższość 1,8 m. Osady te są szare, piaszczyste i słabo wapniste. Wartości współczynników petrograficznych $O/K-K/W-A/B^1$ tych glin wynoszą 1,19–0,90–1,03 (jedna próbka). W spektrum petrograficznym wśród skał północnych wapienie paleozoiczne nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (Lisicki, 2003a). Niewielką rolę odgrywają skały lokalne, co być może wiąże się z charakterem skał bezpośrednio kontaktujących z glinami (Gronkowska-Krystek, 2001).

Mułki i piaski zastoiszkowe zostały przewiercone w dwóch otworach: 39 (Daniszewo) i 50 (Bulkowo). W Daniszewie są to jasnoszare piaski drobnoziarniste z rzadkimi wtrąceniami substancji brunatnowęglowej, złożone przez wytopiskowe wody ustępującego lądolodu. Duża zawartość amfiboli w osadach dowodzi krótkiego transportu materiału lodowcowego. Miąższość tych utworów wynosi 6,1 m. W otworze Bulkowo 3,9-metrową warstwę tworzą piaski drobnoziarniste z przewarstwieniem ilów.

Stadiał górny

Gliny zwałowe stwierdzono we wszystkich otworach kartograficznych. Maksymalną miąższość — 21,7 m, stwierdzono w otworze Daniszewo (otw. 39), a minimalną — 0,5 m, w otworze Bulkowo (otw. 50). W otworach Daniszewo i Pluskocin gliny te są szare z odcieniem zielonkawym

¹ Współczynniki petrograficzne obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych, charakteryzują zależności między 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.

oraz smugami substancji brunatnowęglowej i ilów neogeńskich. Gliny te charakteryzuje niski poziom zawartości węglanów oraz przewaga skał krystalicznych nad wapieniami paleozoicznymi. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 0,85–1,40–0,71 w Daniszewie i 0,70–1,72–0,56 w Pluskocinie (Gronkowska-Krystek, 2001; Lisicki, 2003a).

Iły zastoiskowe stwierdzone w otworze wiertniczym Pluskocin (otw. 17) kończą sedymentację osadów najstarszego zlodowacenia. Miąższość tego kompleksu wynosi 18,3 m. Wysoka zawartość węglanów (11,6%), przewarstwienia osadów glinopodobnych i powszechna obecność w osadach mało odpornych na niszczenie amfiboli może świadczyć, że sedymentacja osadów tej serii odbywała się w bliskim sąsiedztwie krawędzi lądolodu.

Zlodowacenia południowopolskie

Na charakteryzowanym obszarze występują prawdopodobnie dwa poziomy glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich. Gliny te zaliczono do stadiału górnego zlodowacenia Nidy oraz stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1. Podział stratygraficzny zlodowaceń południowopolskich oparto na wynikach badań litologiczno-petrograficznych osadów pobranych z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych. Największą miąższość, dochodzącą do 69,4 m, osady te osiągają w rozległym obniżeniu podłoża podczwartorzędowego w rejonie otworu Pluskocin (otw. 17). Poza tym rejonem miąższość osadów zlodowaceń południowopolskich nie przekracza 30 m.

Zlodowacenie Nidy

Osady zlodowacenia Nidy występują jedynie w obniżeniach podłoża podczwartorzędowego. Kompleks osadów tego wieku osiąga miąższość prawdopodobnie do 30 m w otworach Pluskocin (otw. 17) i Bodzanów (otw. 56). Spąg tego kompleksu leży najniżej na wysokości około 35 m p.p.m., a strop wznosi się najwyżej na wysokość około 10 m n.p.m.

Stadiał górny

Piaski wodnolodowcowe przewiercono jedynie w otworze Bulkowo, gdzie ich miąższość wynosi 12,0 m. W pozostałych miejscach na linii przekroju geologicznego A–B obecność tych osadów została wyinterpretowana na podstawie wyników badań geoelektrycznych (Mżyk, 2003), gdzie ich maksymalna miąższość może dochodzić do 35 m. W Bulkowie są to szarobrazowe, silnie wapniste piaski drobnoziarniste. Lokalnie piaski te są zaburzone glacitektonicznie.

Gliny zwałowe, miejscami mułki i piaski zastoiskowe stadiału górnego przewiercono tylko w jednym otworze kartograficznym Pluskocin (otw. 17). Stwierdzono, że ich miąższość wynosi tam 29,0 m. Gliny w Pluskocinie są osadami bezstrukturalnymi, silnie piaszczystymi, szarobrazowej barwy, z licznymi przerostami i warstewkami mułków ilastych i piasków zastoiskowych. W spektrum petrograficznym przeważają skały krystaliczne, a w grupie skał lokalnych

obecne są piaskowce i margle paleogenu oraz sydereyty i fosforyty paleogeńsko-neogeńskie. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych wynoszą 1,41–0,80–1,20 (Gronkowska-Krystek, 2001; Lisicki, 2003a). W Bodzanowie głównym materiałem tego stadiału jest materiał neogeński, w dolnej części, na głębokości 46,8–58,6 m, w niewielkim stopniu przemieszany z czwartorzędowym i cienką (1,2 m) warstwą glin zwałowych. Jest to prawdopodobnie glacitektonicznie zaburzony porwak, głównie ilastych, osadów neogeńskich. Osady te mają barwę zielonkawobrunatną.

Gliny zwałowe zlodowacenia Nidy w rejonie Bodzanowa nie zachowały się.

Zlodowacenie Sanu 1

Kompleks osadów zlodowacenia Sanu 1 występuje niemal na całym obszarze arkusza Bulkowo. Obejmuje on stadiał górny tego zlodowacenia, reprezentowany jedynie przez gliny zwałowe z przewarstwieniami mułków i piasków zastoiskowych. Stwierdzono je w trzech otworach kartograficznych: Pluskocin (otw. 17), Daniszewo (otw. 39) i Bulkowo (otw. 50) oraz w otworach hydrogeologicznych, m.in. 52 i 62. Spąg tych osadów leży najniżej na wysokości około 20 m p.p.m., a ich strop najwyżej na wysokości około 80 m n.p.m.

Stadiał górny

Gliny zwałowe, miejscami mułki i piaski zastoiskowe stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1 maksymalną miąższość (42,3 m) osiągają w Pluskocinie (otw. 17). W otworach wiertniczych Pluskocin (otw. 17) i Daniszewo (otw. 39) w obrębie glin występują liczne przewarstwienia mułków i piasków zastoiskowych, akumulowanych prawdopodobnie w trakcie niewielkich oscylacji czoła lądolodu. Jednorodny kompleks glin zwałowych stadiału górnego stwierdzono jedynie w otworze wiertniczym Bulkowo (otw. 50). Występujące tu gliny zwałowe charakteryzują się niezbyt wysoką zawartością węgla wapnia (w spągu warstwy — 7,3; w stropie — 5,4%). W składzie petrograficznym skały krystaliczne przeważają nad wapieniami paleozoicznymi, a znaczącą grupę stanowią dolomity, których zawartość waha się od 5,1% w stropie do 8,1% w spągu. Bogato reprezentowana jest grupa skał lokalnych, a w niej najliczniejsze są mułowce (3,8–18,3 i do 19,5% w Pluskocinie), a następnie piaskowce i margle paleocenu. Poziom tych glin został wyróżniony na podstawie wyników badań litologiczno-petrograficznych (Gronkowska-Krystek, 2001; Lisicki, 2003a). W Bulkowie uśrednione wartości współczynników petrograficznych wynoszą 0,99–1,28–0,76, w Daniszewie — 0,81–1,49–0,62, a w Pluskocinie — 0,80–1,59–0,65.

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze arkusza Bulkowo występują trzy poziomy glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich i rozdzielające je osady wodnolodowcowe i zastoiskowe oraz interglacjalne. Utwory te zaliczo-

no kolejno do stadiału górnego zlodowacenia Odry oraz stadiału dolnego i środkowego zlodowacenia Warty. Łączna miąższość osadów zlodowaceń środkowopolskich lokalnie przekracza 110 m.

Zlodowacenie Odry

Kompleks osadów zlodowacenia Odry przekracza 50 m miąższości w rejonie Bodzanowa, gdzie prawdopodobnie doszło do glacitektonicznego spiętrzenia osadów podłoża czwartorzędu przez wkraczający lądolód zlodowacenia Odry. Spąg tego kompleksu spoczywa najniżej na wysokości około 10 m n.p.m., a jego strop występuje najwyżej na wysokości około 85 m n.p.m.

Stadiał górny

Mułki i piaski zastoiskowe, miejscami gliny zwałowe w spływach. Utwory zastoiskowe, które mogą pochodzić z transgresji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Odry, przewiercone zostały w trzech otworach kartograficznych: Bulkowo (otw. 50), Daniszewo (otw. 39) i Pluskocin (otw. 17). Są to przeważnie piaski pyłowate przewarstwione mułkami zastoiskowymi, a w Bulkowie — glinami zwałowymi w spływach.

Gliny zwałowe występują powszechnie na charakteryzowanym obszarze. Utwory te stwierdzono w trzech otworach kartograficznych: Bodzanów (otw. 56), Bulkowo (otw. 50) i Pluskocin (otw. 17). Osady te występują prawdopodobnie również w otworach hydrogeologicznych, m.in. 20, 28, 52, 60 i 62. Miąższości tego kompleksu dochodzące do 50 m stwierdzono w strefie spiętrzeń glacitektonicznych w południowo-zachodniej części charakteryzowanego obszaru. Miąższość porwaka osadów neogenu, występującego bezpośrednio pod glinami zwałowymi, dochodzi do 40 m. W otworze Bodzanów (otw. 56) na głębokości 21,0–33,7 m, pod glinami zlodowacenia Odry stwierdzono gliny z licznymi porwakami neogeńskich iłów pstrych oraz glin starszej generacji. Ze względu na zbyt małą miąższość glin *in situ* w tym otworze, skład petrograficzny żwirów ma znaczenie wyłącznie informacyjne. Kompleks ten charakteryzuje się przewagą wapieni paleozoicznych nad skałami krystalicznymi oraz zróżnicowanym rozkładem pozostałych skał północnych. Leżące nad porwakiem gliny zwałowe charakteryzuje duża przewaga wapieni paleozoicznych nad skałami krystalicznymi przy śladowej obecności dolomitów. Wśród skał lokalnych najliczniejsze są mułowce i margle paleocenu. Wartości współczynników petrograficznych wynoszą 1,90–0,56–1,64 (Gronkowska-Krystek, 2001; Lisicki, 2003a). Gliny zwałowe stwierdzone w Bulkowie (otw. 50) mają miąższość 11,2 m. Są one zwarte, brązowoszare. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych glin pobranych do analizy litologiczno-petrograficznej wynoszą 1,96–0,56–1,62 (Gronkowska-Krystek, 2001).

Interglacja lubawski

Mułki i piaski jeziorne stwierdzono w otworze kartograficznym Daniszewo (otw. 39). Osady interglacjału lubawskiego osiągają w tym otworze miąższość 18,7 m. Spąg omawianych utwo-

rów został tu nawiercony na głębokości 91,4 m (31,1 m n.p.m.). Osady te wykształcone są w postaci smugowanych substancją roślinną piasków pyłowatych i mułków, leżących na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu 1 bądź na piaskach wodnolodowcowych zlodowacenia Nidy.

Zlodowacenie Warty

Niemal wszystkie osady leżące na powierzchni obszaru arkusza Bulkowo zostały zaliczone do zlodowacenia Warty. Osady te osiągają miąższość od około 5 m w północno-wschodniej części do 74,3 m w otworze Daniszewo (otw. 39). W rejonie spiętrzeń glacitektonicznych osady zlodowacenia Warty występują bezpośrednio na utworach mioceńskich. Najniżej osady zlodowacenia Warty leżą na wysokości około 50 m n.p.m.

Stadiał dolny

Osady stadiału dolnego zlodowacenia Warty występują powszechnie na obszarze arkusza i stwierdzono je we wszystkich otworach kartograficznych, leżących na linii przekroju geologicznego A–B.

Mułki i piaski zastoiskowe, które mogą należeć do transgresywnej części stadiału dolnego, przewiercono w kilku otworach wiertniczych. Miąższość osadów zmienia się od 14,0 w otworze hydrogeologicznym 28 do 34,4 m w otworze Daniszewo (otw. 39). Są to piaski pyłowate, przewarstwione mułkami i iłami pyłowatymi, które były akumulowane w rozległym obniżeniu o założeniach tektonicznych i glacitektonicznych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe zostały stwierdzone w otworze kartograficznym Daniszewo (otw. 39) oraz w dwóch otworach hydrogeologicznych (otw. 52, 59). W Daniszewie miąższość piasków różnoziarnistych ze żwirami wynosi 8,0 m. W rejonie Pilichowa i Dzierżąni miąższość tych utworów może przekraczać 20 m, a ich rozprzestrzenienie wyinterpretowano na podstawie badań geoelektrycznych (Mżyk, 2003).

Gliny zwałowe, miejscami mułki zastoiskowe występują powszechnie na całym obszarze arkusza Bulkowo. Utwory te udokumentowano w wielu otworach hydrogeologicznych i dwóch otworach kartograficznych: Bulkowo (otw. 50) i Daniszewo (otw. 39). Rozprzestrzenienie tych osadów wyinterpretowano, biorąc również pod uwagę wyniki badań geofizycznych (Mżyk, 2003). Maksymalną miąższość tych glin (25,0 m) udokumentowano w otworach 63 i 64. W otworze Bulkowo miąższość glin wynosi 15,0 m, a w ich spągu stwierdzono porwak iłów neogeńskich o miąższości 0,1 m. W Daniszewie miąższość glin stadiału dolnego wynosi 5,9 m. Gliny są szare z odcieniem brązowym i dużą ilością żwirów. W ich składzie petrograficznym wapienie paleozoiczne nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi. Skały lokalne reprezentowane są przez niezbyt liczne (do 7,8 %) mułowce mastrychtu. Uśrednione wartości współczynników petrograficznych glin z otworu Daniszewo (otw. 39) wynoszą 1,39–0,82–1,04, a z otworu Bulkowo (otw. 50) — 1,28–0,84–1,07.

W stadiaie dolnym zlodowacenia Warty na obszarze arkusza funkcjonowały niewielkie zbiorniki wodne. Pozostałością po takim zbiorniku jest 5-metrowa warstwa mułków stwierdzona w otworze 28. Morfologia stropu glin jest urozmaicona i występuje na wysokości od 85 w południowo-zachodniej części obszaru do 120 m n.p.m. w jego części centralnej.

Iły i mułki zastoiskowe znane są jedynie z otworów hydrogeologicznych. Miąższość tych osadów waha się od 2,0 w otworze 52 do 6,0 m w otworze 20. Iły i mułki akumulowane były na przedpolu cofającego się lądolodu.

Stadiał środkowy

Osady stadiału środkowego pokrywają znaczną część obszaru arkusza Bulkowo. Ich miąższość w rejonie Bulkowa dochodzi do 35 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) występują powszechnie w granicach obszaru arkusza Bulkowo. Utwory te odsłaniają się na powierzchni w północno-zachodniej, centralnej i południowej części obszaru. Miąższość tych osadów w rejonie miejscowości Litwin przekracza 15 m.

Gliny zwałowe, miejscami mułki zastoiskowe występują powszechnie na obszarze arkusza Bulkowo. Miąższość tego poziomu w otworze Bulkowo (otw. 50) dochodzi do 33,0 m. Miejscami poziom glin jest zerodowany, a pozostałością po nich są głązy narzutowe. W Bulkowie gliny są brązowe, silnie piaszczyste, przechodzące w szarobrązowe, z przewarstwieniami mułków zastoiskowych. W ich spagu stwierdzono porwak osadów neogeńskich. Wśród żwirów drobnookruchowych skały krystaliczne przeważają nad wapieniami. W grupie skał lokalnych przeważają mułowce paleocenu. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,36–0,79–1,18 w Bulkowie (otw. 50); 1,25–0,87–1,08 w Bodzanowie (otw. 56); 1,47–0,73–1,28 w Pluskocinie (otw. 17) i 1,33–0,81–1,16 w Daniszewie (otw. 39) (Gronkowska-Krystek, 2001; Lisicki, 2003a).

W południowo-wschodniej, centralnej i północnej części obszaru występują piaski, żwiry i głązy oraz gliny zwałowe moren czołowych. Do utworów tych zaliczono piaski różnoziarniste tworzące wzniesienia skupione w trzech ciągach morenowych. Wzniesienia te odpowiadają wydzielonym przez Baraniecką (1993a; b) dwóm ciągom moren czołowych. Moreny akumulacyjne, występujące na południowo-wschodnim skraju obszaru, należy wiązać z tzw. fazą nasielską, natomiast moreny spiętrzone, znajdujące się w północno-zachodniej części obszaru arkusza, można wiązać z morenami tzw. podfazy płońskiej. Wzniesienia fazy nasielskiej odpowiadają w granicach obszaru arkusza Bulkowo części ciągu morenowego Krysk–Dzierżanowo–Serock (Samsonowicz, 1927).

Wyraźne formy morfologiczne tworzą piaski, żwiry i gliny zwałowe w spływach akumulacji szczelinowej. Część form występujących w centralnej części obszaru była wcześniej wiązana z ciągiem moren czołowych tzw. podfazy płońskiej (Baraniecka, 1993a). Długość form szczelinowych dochodzi do 2 km, a ich wysokość względna nie przekracza 5–6 m.

Część pagórków występujących na wysoczyźnie morenowej płaskiej tworzą mułki i piaski k e m ó w . Miąższość piaszczysto-mułkowych osadów wzgórz o stromych stokach i płaskiej wierzchowinie przekracza 10 m. Kemy występują w obrębie równiny sandrowej bądź przylegają do moren martwego lodu.

Część pagórków powstało zapewne między bryłami martwego lodu i uznano je za m o r e n y m a r t w e g o l o d u . Wzgórza te zbudowane są z p i a s k ó w , ż w i r ó w i g l i n z w a ł o w y c h . Najrozleglejsza taka forma została stwierdzona w zachodniej części obszaru. Obserwowana w odkrywkach miąższość serii piaszczysto-żwirowej moren przekracza 15 m.

Znaczną część obszaru pokrywają 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 (górne). Ich miąższość może przekraczać 10 m. W centralnej części obszaru piaski wodnolodowcowe górne leżą bezpośrednio na piaskach i żwirach wodnolodowcowych dolnych.

P i a s k i , ż w i r y i g l i n y w o d n o m o r e n o w e to osady krótkiego przepływu wodnego typu *ice-contact* i ablacyjne osady spływowe. Zajmują one niewielkie powierzchnie w rejonie miejscowości Godłowo i Krzykosy, Dobra i Rogowo. Akumulacja tych osadów odbywała się w kontakcie z bryłami martwego lodu, stąd współwystępowanie osadów o dużym zróżnicowaniu frakcji.

I ł y , m u ł k i i p i a s k i w y t o p i s k o w e występują w kilku miejscach na obszarze arkusza Bulkowo. Towarzyszą zagłębieniom wytopiskowym w rejonie miejscowości Szulbory bądź dolinie rzecznej w rejonie miejscowości Rogowo Szlacheckie. Miąższość tych osadów nie przekracza 3 m.

Interglacjał eemski

Osady interglacjału eemskiego w granicach obszaru arkusza Bulkowo po raz pierwszy zostały udokumentowane podczas prac kartograficznych związanych z opracowaniem tego arkusza. Są to torfy, gytie i mułki jeziorne (bagiенno-jeziorne), zbadane palinologicznie w rejonie miejscowości Cumino oraz w dolinie Żurawianki w rejonie Daniszewa (Winter, 2003). W spektrach pyłkowych próbek pobranych ze stanowiska Daniszewo (punkt dok. 1) przeważa pyłek sosny z brzozą przy obecności leszczyny, dębu, wiązu i jesionu, a nawet bluszczu. Taki skład taksonomiczny może świadczyć o przynależności próbki pobranej w Daniszewie do poziomu E1 — *Pinus–Betula* R PAZ² (podpoziomu *Betula*), albo już do poziomu E2 — *Pinus–Betula–Ulmus* R PAZ interglacjału eemskiego. Podobne spektra pyłkowe stwierdzono w stanowisku Bury Brzeg (obszar arkusza Sochocin), gdzie osady leżące powyżej takich spektrów zaliczono bezsprzecznie do poziomu E3 — *Quercus–Fraxinus–Ulmus* R PAZ (Winter, 2002a). Spektra próbek pobranych z punktów dokumentacyjnych 2 i 3 w rejonie miejscowości Cumino charakteryzuje wysoki udział pyłku leszczyny i współwystępowanie

² R PAZ — regionalne poziomy pyłkowe.

dębu oraz lipy. Analiza próbek pozwoliła na korelację dolnej partii profilu w Cuminie z E4 — *Corylus-Quercus-Tilia* R PAZ, a górnej partii profilu, w której stwierdzono wzrost udziału pyłku graba i olszy przy spadku udziału dębu i wysokiej zawartości pyłku leszczyny, do E5 — *Carpinus-Corylus-Alnus* R PAZ (Winter, 2003).

W rejonie miejscowości Żuków–Poświętne stwierdzono przykryte osadami jeziorno-deluwialnymi gytie, również zaliczone do interglacjału eemskiego. W rejonie Cumina miąższość serii interglacialnej dochodzi do 3,5 m.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Stadiał górny

P i a s k i r z e c z n e . W dolinie Płonki, Żurawianki i Mołtawy wyróżniono, zbudowane z piasków o różnej granulacji, tarasy rzeczne, których wysokość dochodzi do kilku metrów. Piaski te leżą często na cokołach erozyjnych, zbudowanych ze starszych utworów. Tworzyły się w czasie, kiedy czoło lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły znajdowało się w Kotlinie Płockiej — kilkanaście kilometrów na zachód od granicy obszaru arkusza Bulkowo.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

I ł y, m u ł k i i p i a s k i j e z i o r n e powstały u schyłku plejstocenu w niewielkich zbiornikach wodnych w klimacie ciepłym, o czym świadczy występująca w osadach substancja organiczna. Ich miąższość przekracza 2 m. Zostały one stwierdzone w rejonie Mąkolina, Podlecka Nowego, Nowego Sarnowa i Zbyszyna. W przepływowych zbiornikach jeziornych akumulowane były **m u ł k i i p i a s k i j e z i o r n o - r z e c z n e**. Osady te towarzyszą m.in. dolinom Płonki i Żurawianki. Ich miąższość przekracza 2 m. Czasem przykryte są osadami deluwialnymi i jeziorno-deluwialnymi.

P i a s k i z w i e t r z e l i n o w e (e l u w i a l n e) występują fragmentarycznie w różnych częściach obszaru na wysoczyźnie morenowej. Miąższość osadów eluwialnych nie przekracza 2 m. Leżą one na glinach zwałowych. Są to przeważnie piaski gliniaste lub silnie pyłowate, powstałe w wyniku wietrzenia glin zwałowych głównie w klimacie peryglacialnym. Osady są odwapnione, o luźnej konsystencji.

P i a s k i i g l i n y d e l u w i a l n e wypełniają okresowo suche dolinki, występują w strefach przykrawędziowych oraz tworzą powierzchnie przylegające do suchych den jeziornych, a miejscami je wypełniają. Są to piaski gliniaste, w których minerały ciemne są przeważnie silnie rozłożone. Osady te tworzą się od późnego glacjału po czasy współczesne.

G l i n y, m u ł k i i p i a s k i j e z i o r n o - d e l u w i a l n e występują dość powszechnie na obszarze arkusza Bulkowo. Są to przeważnie szare gliny z wtrąceniami substancji organicznej (humusu i makroszczątków roślinnych), przewarstwione mułkami i piaskami. Miąższość tych osadów waha

się od kilkudziesięciu cm do przeszło 2 m. Powstawały one w zbiornikach wodnych, do których spływały ze stoków.

c. Holocen

Kompleks najmłodszych osadów czwartorzędowych tworzą na obszarze arkusza Bulkowo: piaski rzeczne, gytie, namuły torfiaste, piaski humusowe i mułki zagłębień bezodpływowych oraz den dolinnych i torfy. Doliny rzeczne wypełnione są piaskami rzecznyymi, miejscami piaskami humusowymi i mułkami. Gytie stwierdzono w rejonie Sarnowa i Bulkowa.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Bezpośrednich dowodów na istnienie tektonicznych deformacji podłoża osadów czwartorzędowych na obszarze arkusza Bulkowo nie ma. Pośrednio, na podstawie opracowań geofizycznych (Graniczny i in., 1995; Musiatewicz, 2003; Mżyk, 2003), istnienia zróżnicowanej miąższości osadów czwartorzędu, a także na podstawie analizy morfologii obszaru badań można przypuszczać, że przez obszar arkusza przebiegają uskoki o kierunku NW–SE. Uskoki te mają zapewne założenie w głębokim podłożu podczwartorzędowym, a odmłodzone mogły być w dwóch etapach, związanych z małopolską i kujawską fazą tektoniczną (Baraniecka, 1981).

W rozpoznaniu budowy geologicznej pomocna była także interpretacja badań geofizycznych, głównie sejsmicznych i grawimetrycznych (Musiatewicz, 2003). Na podstawie tych prac w obrębie cechsztyńskiego-mezozoicznego kompleksu osadowego wyinterpretowano kilka struktur o charakterze brachyantyklin, z których największa to struktura Bodzanowa, związana z ujemną anomalią grawimetryczną. Według Wybrańca (1988) jest ona strukturą solną.

Powierzchnia stropowa utworów neogeńskich jest bardzo urozmaicona (tabl. III). Dna występujących w niej depresji glacitektonicznych leżą na wysokości poniżej 60 m p.p.m. w rejonie północno-wschodnim, a elewacje — ponad 100 m n.p.m. w północnej części obszaru. Wysokości względne kopalnych krawędzi zbudowanych z utworów neogeńskich przekraczają miejscami 150 m. Przebieg struktur podłoża ma kierunek NW–SE, czyli jest zgodny z kierunkiem osi wału kujawsko-pomorskiego.

Zuskokowanie podłoża sprzyjało zaburzeniom glacitektonicznym (Ber, 2000). Reprezentują one: glacitektonikę dolinną (Brykczyński, 1982), która towarzyszy wysokim krawędziom rozległych glacidepresji oraz glacitektonikę przyuskokową na obszarach wyżej położonego stropu osadów neogenu. Rozległe glacidepresje zostały wyinterpretowane wcześniej w sąsiedztwie obszaru arkusza Bulkowo (Lamparski, 1981, 1983). Efektem procesów glacitektonicznych są również duże porwaki ilastych osadów neogeńskich. W rejonie Daniszewa, na podstawie danych z przekroju elektroopor-

wego (Mżyk, 2003), wyinterpretowano rozległy fałd glacitektoniczny. Efekty wszystkich wyżej opisanych procesów glacitektonicznych przedstawiono na przekroju geologicznym A–B.

Powierzchniowa budowa geologiczna również sugeruje istnienie zaburzeń glacitektonicznych. Moreny czołowe spiętrzone występują w północno-zachodniej części obszaru arkusza Bulkowo (na południe od wsi Góra; tabl. I). Wysokości względne tych form dochodzą do 10 m, a zaburzenia glacitektoniczne można obserwować w licznych odsłonięciach.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Schemat rozwoju budowy geologicznej został przedstawiony w tabeli 2.

W miocenie na obszarze arkusza Bulkowo funkcjonowały śródlądowe zbiorniki wodne. W niecce warszawskiej, a więc m.in. w rejonie arkusza Bulkowo, osadziły się mułki, ropy i mułki ilaste. Obszar był tektonicznie niespokojny, gdyż przylegał do dźwigającego się wału kujawsko-pomorskiego. Na obszarze niecki brzeżnej formowały się liczne rowy tektoniczne i zręby. Tworzenie się tych form miało miejsce w czasie kolejnych faz tektonicznych, m.in. na przełomie neogenu i czwartorzędu w fazie tektonicznej małopolskiej (Baraniecka, 1981).

W plejstocenie kolejne lądolody zlodowaceń najstarszych i południowopolskich wykorzystywały tektoniczne obniżenia w osadach neogenu, co powodowało w tym rejonie ich przesuwanie się z północnego zachodu na południowy wschód. W dalszym etapie, po wypełnieniu obniżen lodem, transgresja kierowała masy lodowe z północy na południe. Uskoki w utworach neogenu, mające zapewne założenie w starszym podłożu, pod naciskiem wkraczających kolejno lądolodów uaktywniały się, co powodowało pionowe ruchy skorupy ziemskiej. Jednocześnie w pierwszym etapie transgresji lądolody każdorazowo poszerzały obniżenia tektoniczne, do czego doprowadzały procesy glacitektoniki dolinnej (krawędziowej) i powstanie zaburzeń o układzie kulisowym (Bryczyński, 1982).

W czasie zlodowacenia Narwi lądolód wkraczał na obszar arkusza Bulkowo dwukrotnie, pozostawiając dwa poziomy glin zwałowych. W trakcie recesji powstały osady zastoiskowe. Kolejno wkraczające lądolody zlodowaceń południowopolskich wykorzystywały obniżenia w podłożu podczwartorzędowym, zaburzając jego osady i porywając kry utworów neogeńskich. Po raz kolejny zaznaczyły się tektoniczne ruchy pionowe, związane z kujawską fazą tektoniczną (Baraniecka, 1981).

Po ustąpieniu lądolodów, w zbiornikach wodnych były akumulowane osady zastoiskowe. W okresie międzylodowcowym miała miejsce intensywne denudacja.

Przed czołem lądolodu zlodowacenia Nidy wody roztopowe formowały szlaki sandrowe. Ich osady były następnie glacitektonicznie zaburzane przez wkraczający lądolód tego zlodowacenia. Lądolód ten, podobnie jak poprzednie, wykorzystywał obniżenia morfologiczne oraz glacitektonicznie je przekształcał. Odrywał fragmenty starszych osadów z podłoża w miejscach, gdzie odsłaniały się w krawędziach i wyniesieniach.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

System		Stratygrafia		Podpiętro	Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne					
System	Oddział	Piętro									
C P z l i e j w a r t o c e n r z e d	H o l o c e n				Torfy — $t Q_h$ Namuly torfiaste, piaski humusowe i mułki zagłębień bezodpływowych oraz den dolinnych — $nr Q_h$ Gytie — $gy Q_h$ Piaski rzeczne — $f_p Q_h$	Akumulacja bagienna Akumulacja organiczno-mineralna zagłębieniach po martwym lodzie i w dolinach rzecznych Erozja rzeczna Akumulacja jeziorna Akumulacja rzeczna Erozja rzeczna					
					Gliny, mułki i piaski jeziorno-deluwialne — $li-d_g Q$ Piaski i gliny deluwialne — $pg^d Q$ Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) — $p_z Q$ Mułki i piaski jeziorno-rzeczne — $li-f_{mp} Q$ Iły, mułki i piaski jeziorne — $li_{imp} Q$	Zmywanie osadów i gromadzenie ich w zbiornikach jeziornych Zmywanie osadów i gromadzenie ich u podnóża zboczy Wietrzenie i wymywanie frakcji ilastej Akumulacja w przepływowych zbiornikach wodnych Akumulacja jeziorna					
				Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja rzeczna Erozja rzeczna				
				Interglacjał eemski		Torfy, gytie i mułki jeziorne — $li_{tgy} Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja w zbiornikach jeziornych Ostateczne wytopienie brył martwego lodu				
				Zlodowacenia środkowopolskie		Zlodowacenie Warty		Stadiał środkowy	Iły, mułki i piaski wytopiskowe — $b_{imp} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski, żwiry i gliny wodnomorenowe — $fgg_{pżg} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $fg_{pż2} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren martwego lodu — $(gm)_{pżgzw} Q_{p^3}^{W2}$ Mułki i piaski kemów — $(k)_{mp} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski, żwiry i gliny zwałowe w spływach akumulacji szczelinowej — $(gs)_{pżgzw} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski, żwiry i głązy oraz gliny zwałowe moren czołowych — $(gc)_{pżgzw} Q_{p^3}^{W2}$ Gliny zwałowe, miejscami mułki zastoiskowe — $g_{gzwm} Q_{p^3}^{W2}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{pż1} Q_{p^3}^{W2}$	Akumulacja w recesywnych zbiornikach wodnych Wytopianie osadów z brył martwego lodu – spływ na przedpoła brył i akumulacja typu <i>ice-contact</i> Akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego lądolodu Erozja wodnolodowcowa Wytopianie osadów morenowych z brył martwego lodu oraz akumulacja tych osadów u podnóża i między bryłami martwego lodu Akumulacja w przetainach Dalszy rozpad lądolodu na bryły martwego lodu Akumulacja przez wody lodowcowe w szczelinach lodowych, lokalnie wytopianie osadów bezpośrednio z lodu do szczelin Powstanie lądolodu pasywnego Postój lądolodu i akumulacja osadów u jego czoła Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne modelowanie utworów starszych Transgresja lądolodu Akumulacja wodnolodowcowa przed czołem topniejącego lądolodu Erozja wodnolodowcowa	
									Stadiał dolny	Iły i mułki zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^3}^{W1}$ Gliny zwałowe, miejscami mułki zastoiskowe — $g_{gzwm} Q_{p^3}^{W1}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja w recesywnych zbiornikach wodnych Akumulacja lodowcowa. Lokalnie w trakcie oscylacji czoła lądolodu akumulacja w zbiornikach wodnych Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne modelowanie utworów starszych Transgresja lądolodu Akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lądolodu Erozja wodnolodowcowa

Neogen Miocen	C P z l w e j a r s t o t o r c z e n d	Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	Stadiał górny	<p>Iły zastoiskowe — ${}^b Q_p^{A3}$</p> <p>Gliny zwałowe — ${}^g Q_p^{A3}$</p>	<p>Akumulacja w recesywnych zbiornikach wodnych</p> <p>Ruchy tektoniczne — kujawska faza tektoniczna</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne modelowanie utworów starszych — glacitektonika dolinna.</p> <p>Transgresja łądolodu</p>		
				Stadiał dolny	<p>Mułki i piaski zastoiskowe — ${}^b Q_p^{A1}$</p> <p>Gliny zwałowe — ${}^g Q_p^{A1}$</p>	<p>Akumulacja w recesywnych zbiornikach wodnych</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne zaburzenie osadów podłoża podczwartorzędowego — glacitektonika dolinna.</p> <p>Transgresja łądolodu</p>		
			Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Nidy	Stadiał górny	<p>Gliny zwałowe, miejscami mułki i piaski zastoiskowe — ${}^g Q_p^{N3}$</p> <p>Piaski wodnolodowcowe — ${}^{fg} Q_p^{N3}$</p>	<p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne zaburzenie starszych osadów — glacitektonika dolinna. „Wyorywanie” fragmentów podłoża podczwartorzędowego</p> <p>Transgresja łądolodu</p> <p>Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem łądolodu</p> <p>Erozja wodnolodowcowa</p>	
						<p>Zlodowacenie Sanu I</p>	Stadiał górny	<p>Gliny zwałowe, miejscami mułki i piaski zastoiskowe — ${}^g Q_p^{S3}$</p>
			Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Odry	Stadiał górny	<p>Gliny zwałowe — ${}^g Q_p^{O3}$</p> <p>Mułki i piaski zastoiskowe, miejscami gliny zwałowe w spływach — ${}^b Q_p^{O3}$</p>	<p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Egzaracja lodowcowa. Glacitektoniczne modelowanie starszych utworów czwartorzędowych. Dalsze glacitektoniczne kształtowanie podłoża podczwartorzędowego. „Wyorywanie” fragmentów utworów czwartorzędowych i podczwartorzędowych oraz osadzanie ich w postaci porwań</p> <p>Transgresja łądolodu</p> <p>Akumulacja w transgresywnych zbiornikach wodnych, lokalnie spływy materiału glacialnego</p>	
						Interglacja lubawski	<p>Mułki i piaski jeziorne — ${}^{li} Q_p^L$</p>	<p>Akumulacja w zbiornikach jeziornych</p> <p>Ostateczne wytopienie brył martwego lodu</p>
						Zlodowacenie Warty	Stadiał dolny	<p>Mułki i piaski zastoiskowe — ${}^b Q_p^{W1}$</p>
								<p>Mułki, iły i mułki ilaste neogeńskie jako kry w utworach plejstoceńskich — ${}^{Ng} Q_p$</p> <p>Glacitektoniczne zaburzenie osadów</p>
								<p>Mułki, iły i mułki ilaste — ${}^{mi} M$</p> <p>Ruchy tektoniczne – małopolska faza tektoniczna.</p> <p>Powstanie rowu tektonicznego</p> <p>Akumulacja w zbiorniku śródlądowym</p>

Łądolód zlodowacenia Sanu 1 pozostawił po sobie bardzo miększe gliny zwałowe w przekształconym rowie tektonicznym. Występujące w glinach liczne przewarstwienia osadów zastoiskowych sugerują, że łądolód wkraczał w obniżenie w sposób oscylacyjny.

Zlodowacenia środkowopolskie rozpoczęły się powstaniem, w istniejącym tu jeszcze obniżeniu, rozległego zbiornika zastoiskowego. Zbiornik ten powstał blisko krawędzi nasuwającego się lądolodu, gdyż w osadach zastoiskowych występują przewarstwienia glin w spływach. Zlodowacenia środkowopolskie reprezentują jeden poziom glin zwałowych zlodowacenia Odry i dwa poziomy glin zwałowych zlodowacenia Warty. Osady zlodowacenia Odry i Warty rozdzielone są utworami interglacjału lubawskiego. Wkraczający na już wyrównany teren lądolód zlodowacenia Odry zaburzał starsze osady czwartorzędowe i odrywał fragmenty osadów podłoża podczwartorzędowego w miejscach ich wychodni w strefach krawędziowych obniżen. Zaburzenia glacitektoniczne miały miejsce głównie w tych strefach. Lokalnie w glinach zwałowych zlodowacenia Odry występują porwaki osadów starszych.

Po ustąpieniu lądolodu zlodowacenia Odry nastąpiło ocieplenie klimatu. Osady interglacjału lubawskiego reprezentowane są przez mułki i piaski jeziorne.

Po interglacjale lubawskim na obszar arkusza Bulkowo dwukrotnie wkroczył lądolód zlodowacenia Warty. W stadiale dolnym przed czołem transgredującego lądolodu istniały zbiorniki wodne, w których akumulowane były osady zastoiskowe, przykryte następnie przez transgresywne osady wodnolodowcowe. Akumulacja osadów zastoiskowych w rejonie Daniszewa odbywała się w rozległym zbiorniku powstałym w interglacjale lubawskim. Lądolód stadiału dolnego zlodowacenia Warty całkowicie przykrył obszar arkusza Bulkowo. Pozostawił po sobie gliny zwałowe, w obrębie których stwierdzono mułki zastoiskowe. Podobnie jak podczas wcześniejszych zlodowaceń, również lądolód zlodowacenia Warty glacitektonicznie modelował obszar, na który wkraczał. W rejonie Daniszewa zaburzył osady, tworząc rozległy fałd. W jego jądrze znalazły się osady zastoiskowe i nieco starsze od nich osady jeziorne interglacjału lubawskiego. Po ustąpieniu lądolodu w utworzonych zbiornikach wodnych akumulowane były ły i mułki zastoiskowe.

Współczesna powierzchnia opisywanego obszaru została ukształtowana w wyniku działalności lądolodu stadiału środkowego zlodowacenia Warty oraz późniejszych procesów akumulacyjnych i denudacyjnych. W stadiale środkowym przed czołem wkraczającego lądolodu akumulowane były osady wodnolodowcowe. Wkraczający lądolód prawdopodobnie glacitektonicznie modelował omawiany obszar przed czołem i pod stopą.

W czasie recesji lądolodu zlodowacenia Warty, w południowo-wschodnim rejonie obszaru arkusza, gdzie przez jakiś czas znajdowała się krawędź lądolodu, wykształciły się akumulacyjne moreny czołowe. Nieco później, gdy czoło lądolodu ukształtowało się bardziej na północ, miały miejsce lokalne oscylacje, co doprowadziło do powstania moren spiętrzonych. W tym też czasie na obszarze arkusza, prawdopodobnie w lądolodzie stagnującym (pasywnym), rozszerzyły się szczeliny. Płynęły nimi wody roztopowe, a do szczelin spływał materiał piaszczysty i gliniasty. W tworzących się przetainach były akumulowane osady przyszłych kemów. Lądolód pasywny rozpadał się na bryły, a między nimi

powstawały moreny martwego lodu. Po ustąpieniu lądolodu doszło do intensywnej erozji przez wody lodowcowe. W wielu miejscach zostały zerodowane najmłodsze gliny zwałowe, a na powierzchni odsłoniły się piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne. Pozostałością po glinach są liczne głązy narzutowe, występujące na równinie sandrowej. W tym czasie na opisywanym obszarze znajdowały się jeszcze bryły martwego lodu, z których spływały błotniste osady morenowe. Miejscami utworzyły się wytopiskowe zbiorniki wodne.

Po znacznym ociepleniu klimatu wytopiły się wszystkie bryły martwego lodu. W zagłębieniach bezodpływowych powstały jeziora i akumulowane były w nich osady bagienno-jeziorne. Jeziora interglacjalne eemskie funkcjonowały w rejonie Nacpolska, Cumina i Daniszewa.

W czasie zlodowacenia Wisły, w stadiale górnym, czoło lądolodu zbliżyło się do obszaru arkusza od zachodu na odległość kilkunastu kilometrów. Podczas jego maksymalnego zasięgu i w czasie recesji wody roztopowe płynęły w kierunku wschodnim. Stopniowo roztokowy, chaotyczny odpływ wodnolodowcowy nabierał coraz bardziej dojrzałego charakteru rzek peryglacjalnych. Te zostały uformowane głównie w północnej części obszaru. W czasie zlodowacenia Wisły na analizowanym obszarze dość długo istniała wieloletnia marzłość. Był to czas wzmożonych procesów peryglacjalnych. Po wytopieniu się wieloletniej marzłości, pod koniec zlodowacenia miały miejsce intensywne procesy denudacyjne.

Na przełomie plejstocenu i holocenu, gdy następowały nawroty chłodu, wzrastała intensywność procesów erozyjnych. Był to czas wzmożonej niszczącej działalności wód spływu powierzchniowego. W obniżeniach terenu powstała mozaika zbiorników wodnych. Utworzyły się one w czasie wzmożonej degradacji wieloletniej zmarzliny i przez pewien okres były ze sobą połączone. Były one wypełniane osadami jeziornymi i jeziorno-rzeczynymi. W zbiornikach tych prawdopodobnie kontynuowana była akumulacja jeziorna, rozpoczęta w czasie interglacjalne eemskie. W warunkach zmieniającego się klimatu doszło do wietrzenia glin zwałowych. Na stokach wysoczyzny akumulowane były osady deluwialne, a w istniejących jeszcze jeziorach — jeziorno-deluwialne. Znaleziona w nich makroflora (liczne fragmenty gałązek) świadczy o tym, że był to czas stopniowego wkraczania kompleksów leśnych na ten obszar.

W holocenie całkowicie wytopiła się wieloletnia marzłość. W dolinach uformowanych wcześniej, w zlodowaceniu Wisły, i w innych wydłużonych obniżeniach rozwinęła się sieć rzeczna, a mniejsze dolinki i zagłębienia bezodpływowe były częściowo wypełniane piaskami humusowymi i namułami. W dolinach rzek, po okresie atlantyckim, lokalnie w dawnych gytioiskach, stopniowo utworzyły się torfowiska niskie.

IV. PODSUMOWANIE

Opracowanie arkusza Bulkowo Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 rozszerza znajomość budowy geologicznej Wysoczyzny Płońskiej.

Wykonanie czterech otworów kartograficznych przyczyniło się do szczegółowego rozpoznania osadów czwartorzędowych i ich podłoża. Dzięki przeprowadzonym na szeroką skalę pracom wiertniczym i geofizycznym rozpoznano ukształtowanie powierzchni podczwartorzędowej. Zlokalizowano strefy wypiętrzonych i zaburzonych osadów neogenu. Na podstawie analizy paleogeografii, ukształtowania terenu oraz zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych można było wyznaczyć prawdopodobne strefy uskokowe w osadach podścielających utwory czwartorzędowe. Szczegółowa analiza materiałów geologicznych umożliwiła przedstawienie budowy geologicznej czwartorzędowej i neogeńskiej tego obszaru wraz z jej glacitektonicznymi elementami.

Wyniki analizy petrograficznej glin zwałowych umożliwiły rozpozniomowanie utworów plejstoceńskich na siedem poziomów glacialnych. Gliny zwałowe należą do pięciu zlodowaceń i są rozdzielone osadami wodnolodowcowymi i zastoiskowymi.

Wyniki analiz palinologicznych pozwoliły ustalić stratygrafię osadów podłoża czwartorzędowego. Na uwagę zasługuje odkrycie stanowiska prawdopodobnie interglacjału lubawskiego oraz palinologiczne opracowanie trzech stanowisk interglacjału eemskiego.

Mimo tych niewątpliwych osiągnięć niektóre z problemów geologicznych wymagają dalszych badań. Nie rozwiązano zagadnienia wpływu uskoków w utworach neogeńskich, mających założenia w głębokim podłożu, na ukierunkowanie i dynamikę czoła wkraczających na obszar arkusza lądolodów skandynawskich. Nie udokumentowano osadów interglacialnych rozdzielających poziomy glin zwałowych. Dodatkowych prac badawczych wymaga kwestia kontynuacji na obszarze arkusza moren podfazy płońskiej.

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Badań Geofizycznych
oraz Państwowym Instytucie Geologicznym
– Państwowym Instytucie Badawczym
w Warszawie

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

Warszawa, 2004 r.

LITERATURA

Baraniecka M. D., 1969 — Stratygrafia i paleomorfologia młodszego plejstocenu na północnym Mazowszu. Dorzecze dolnej Wkry. Symp. Plejst. Półn. Mazowsza. Kom. Bad. Czwart. PAN., Warszawa.

- Baraniecka M. D., 1974 — Plejstocen nad dolną Wkrą. *Biul. Inst. Geol.*, 268.
- Baraniecka M. D., 1981 — Fazy małopolska, kujawska i mazowiecka jako fazy tektoniczne w czwartorzędzie Polski. III Symp.: Współcz. i neotekt. ruchy skor. ziem. w Polsce. Ossolineum, Wrocław.
- Baraniecka M. D., 1990 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Płońsk (447). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1992 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Raciąż (407; wraz z Objasńnieniami). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1993 — Objasńnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Płońsk (447). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1995 — O pozycji stratygraficznej ilów pstrych w podłożu czwartorzędu na Mazowszu. *Prz. Geol.*, **43**, 7.
- Baraniecka M. D., Janczyk-Kopikowa Z., 1991 — Deposits and pollen analysis the Eemian Interglacial Section at Sokolniki Stare (Płock Upland). *Kwart. Geol.*, **35**, 1.
- Baraniecka M. D., Pazdur A., Pazdur M. F., 1994 — Chronologia radiowęglowa osadów organicznych w profilu z Maliszewka. *Zesz. Nauk. PŚl. Mat.-Fiz. Geochron.*, 10.
- Ber A., 2000 — Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **170**.
- Błachowski R., 1939 — Próba stratygrafii utworów dyluwialnych na prawym brzegu Wisły między Toruniem a Modlinem. *Bad. Geogr.*, 20.
- Brykczyński M., 1982 — Valley-side glacitectonics in the Warsaw Basin and the Płock Basin. *Pr. Muz. Ziemi*, 35.
- Czernicka-Chodkowska D., 1969 — Oz trzebuński koło Płocka. *Pr. Muz. Ziemi*, 16.
- Dadlez R., Dayczak-Calikowska K., Ryll A., Dembowska J., Jaskowiak-Schoeneichowa M., Krassowska A., Ledzion K. Marek S., Modliński Z., Szyperko-Śliwczyńska A., Ryka W., Uberta T., 1970 — Ropo- i gazoność synklinorium warszawskiego na tle budowy geologicznej. 1. Budowa geologiczna synklinorium warszawskiego. 3. Atlas geostrukturalny i naftowy. Inst. Geol., Warszawa.
- Doktór S., Graniczny M., Kucharski R., 1995 — Mapa liniowych elementów strukturalnych na podstawie analizy teledetekcyjno-geofizycznej w skali 1:200 000, ark. Warszawa Zachód. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Gronkowska-Krystek B., 2001 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bulkowo (446). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Grabowska J., Słodkowska B., 1993 — Katalog profili osadów trzeciorzędowych opracowanych palinologicznie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kotarbiński J., 1966 — Budowa i wiek moren czołowych w okolicy Gozdowa na Wysoczyźnie Płockiej. *Prz. Geogr.*, **38**, 1.
- Kotarbiński J., Krupiński K. M., 1995 — Osady interglacjału eemskiego w Studzieńcu i Babcu Piasecznym koło Sierpca. *Prz. Geogr.*, **43**, 1.
- Kotarbiński J., Urbaniak-Biernacka U., 1975 — Kierunki odpływu wód z kotliny Płockiej podczas ostatniego zlodowacenia. *Czasopis. Geogr.*, **46**, 1.
- Kozłowska M., 1972 — Morfogenezyna rynnny kokoszyńsko-bledzewskiej w okolicach Sierpca. *Acta Geol. Pol.*, **22**, 1.

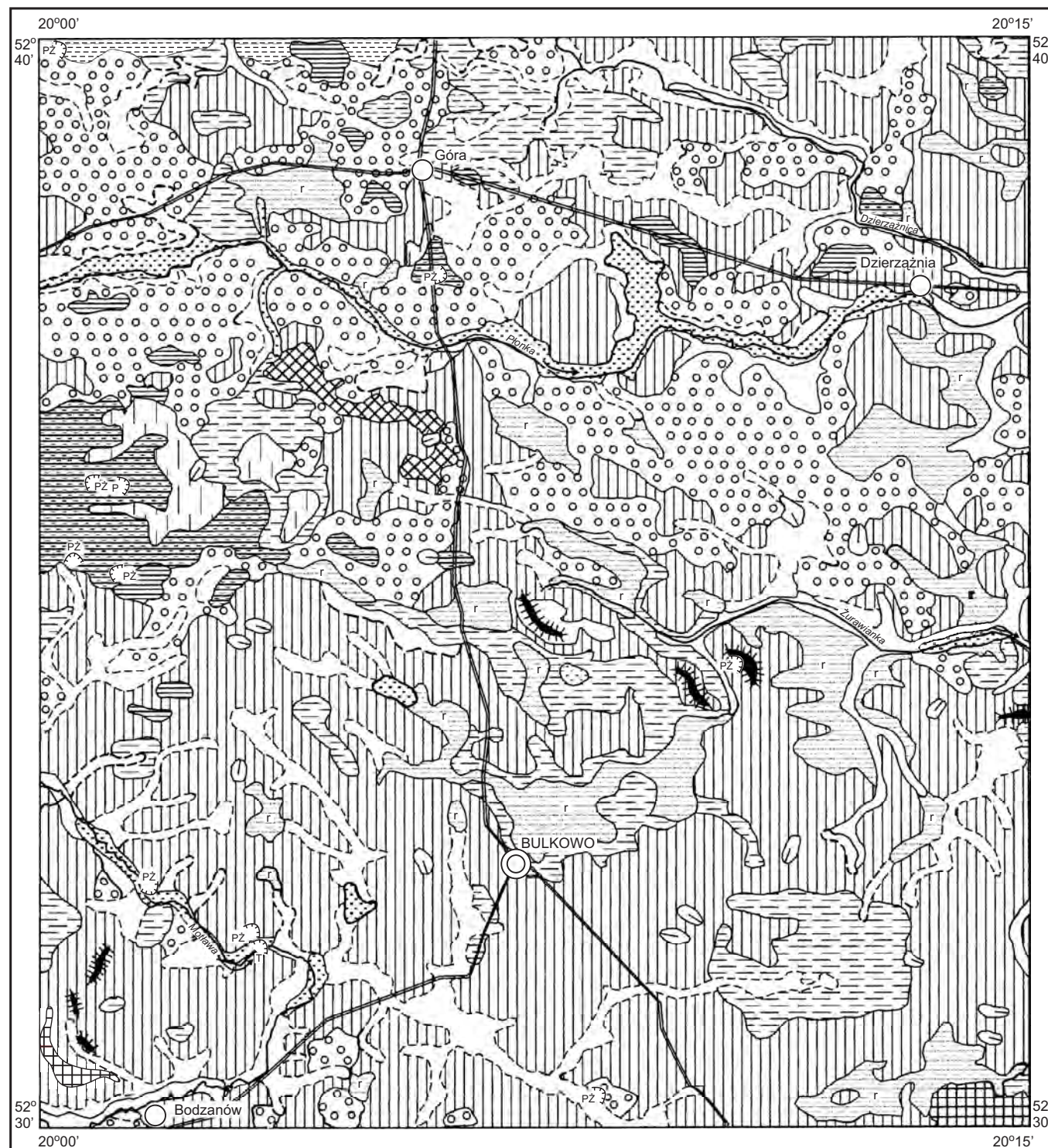
- Kucharska M., Wasiluk R., 2009 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wyszogród (484; wraz z Objasnieniami) — reambulacja. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Lamparski Z., 1981 — Pleistocene of the Mochowo Depression the Dobrzyń Lakeland. *Acta Geol. Pol.*, **31**, 1–2.
- Lamparski Z., 1983 — Plejstocen i jego podłoże w północnej części środkowego Powiśla. *Stud. Geol. Pol.*, 76.
- Lenczewicz S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **2**, 2.
- Lisicki S., 2003a — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **177**.
- Lisicki S., 2003b — Zasięgi lądolodu skandynawskiego w dorzeczu Wisły wyznaczone na podstawie petrograficznych badań glin lodowcowych, w nawiązaniu do izotopowych stadiów tlenowych. *Prz. Geol.*, **51**, 3.
- Łyczewska I., 1948 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wydanie A. Inst. Geol., Warszawa.
- Łyczewska I., Pożaryski W., 1948 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wydanie B. Inst. Geol. Warszawa.
- Makowska A., Ruszczyńska H., 1960 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wyszogród (484). Inst. Geol., Warszawa.
- Musiaticz M., 2003 — Opracowanie archiwalnych danych grawimetrycznych pod kątem rozpoznania płytkiej budowy geologicznej z obszaru ark. Bulkowo Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Mżyk S., 2003 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bulkowo (446). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Nechay W., 1927 — Utwory lodowcowe Ziemi Dobrzyńskiej. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **4**, 1–2.
- Niklewski J., 1968 — Interglacja eemski w Głównicy koło Wyszogrodu. *Monogr. Bot.*, 27.
- Niklewski J., Kącki J., Stawin J., 1964 — Analiza pyłkowa interglacjału z Głównicy. *Acta Geol. Pol.*, **14**, 3.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11.
- Pożaryski W. (red), 1974 — Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika. 1. Niż Polski. Inst. Geol., Warszawa.
- Ruszczyńska-Szenajch H., 1970 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Wyszogród (484). Inst. Geol., Warszawa.
- Samsonowicz J., 1927 — Budowa geologiczna i dzieje okolic Warszawy. *Przew. geol. po Warszawie i okolicy.* Wyd. Oddz. Warsz. Komis. Fizjogr. PAU, Warszawa.
- Skompski S., 1969 — Stratygrafia osadów czwartorzędowych wschodniej części Kotliny Płockiej. *Biul. Inst. Geol.*, 220.
- Skompski S., Słowański W., 1964 — Poligenetyczna dolina Wierzbicy koło Płocka. *Acta Geol. Pol.*, **14**, 3.
- Słodkowska B., 1991 — Wyniki badań palinologicznych osadów trzeciorzędowych z profilu Drobin. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Słodkowska B., 2001 — Wyniki badań palinologicznych osadów trzeciorzędowych z profili: Pluskocin 5, Daniszewo 6, Bulkowo 7 i Bodzanów 8. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bulkowo (446). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Słowański W., 1961 — Sprawozdanie przejściowe z prac geologiczno-zdjęciowych w 1961 r. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Słowański W., 1964 — Kliny mrozowe w osadach zlodowacenia północnopolskiego koło Płocka. *Kwart. Geol.*, **8**, 2.
- Słowański W., Piechulska-Słowańska B., Gogołek W., 1995a — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód, wydanie A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Słowański W., Piechulska-Słowańska B., Gogołek W., 1995b — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Warszawa Zachód, wydanie B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Słowański W., Skompski S., 1965 — Sandry i tarasy rzeczne w dolinie Skrwy i Wisły w okolicach Płocka. *Biul. Inst. Geol.*, 187.
- Winter H., 2002a — Orzeczenie dotyczące wyników analizy pyłkowej próbek z profilu Bury Brzeg (Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sochocin). Arch. Przeds. Geol. „Polgeol”, Warszawa.
- Winter H., 2002b — Opracowanie palinologiczne dotyczące próbek z profilu Daniszewo. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bulkowo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Winter H., 2003 — Orzeczenie dotyczące wyników analizy pyłowej próbek z sond mechanicznych ze stanowiska Cuminio i Daniszewo. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bulkowo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Wybraniec S., 1988 — Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarach przyległych w skali 1:200 000, ark. Warszawa Zachód. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bulkowo (446)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

Wysoczyzna morenowa płaska

Moreny czołowe:

a. akumulacyjne

b. spiętrzone

Zagłębienia końcowe (wytopiskowe)

Formy utworzone w strefie martwego lodu

Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

Równiny sandrowe w ogólności

Formy akumulacji szczelinowej

Kemy

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych

Formy denudacyjne

Równiny denudacyjne

Moreny czołowe przekształcone peryglacjalnie

Dolinki denudacyjne

Formy jeziorne

Stare dna jezior

Formy utworzone przez roślinność

Równiny torfowe

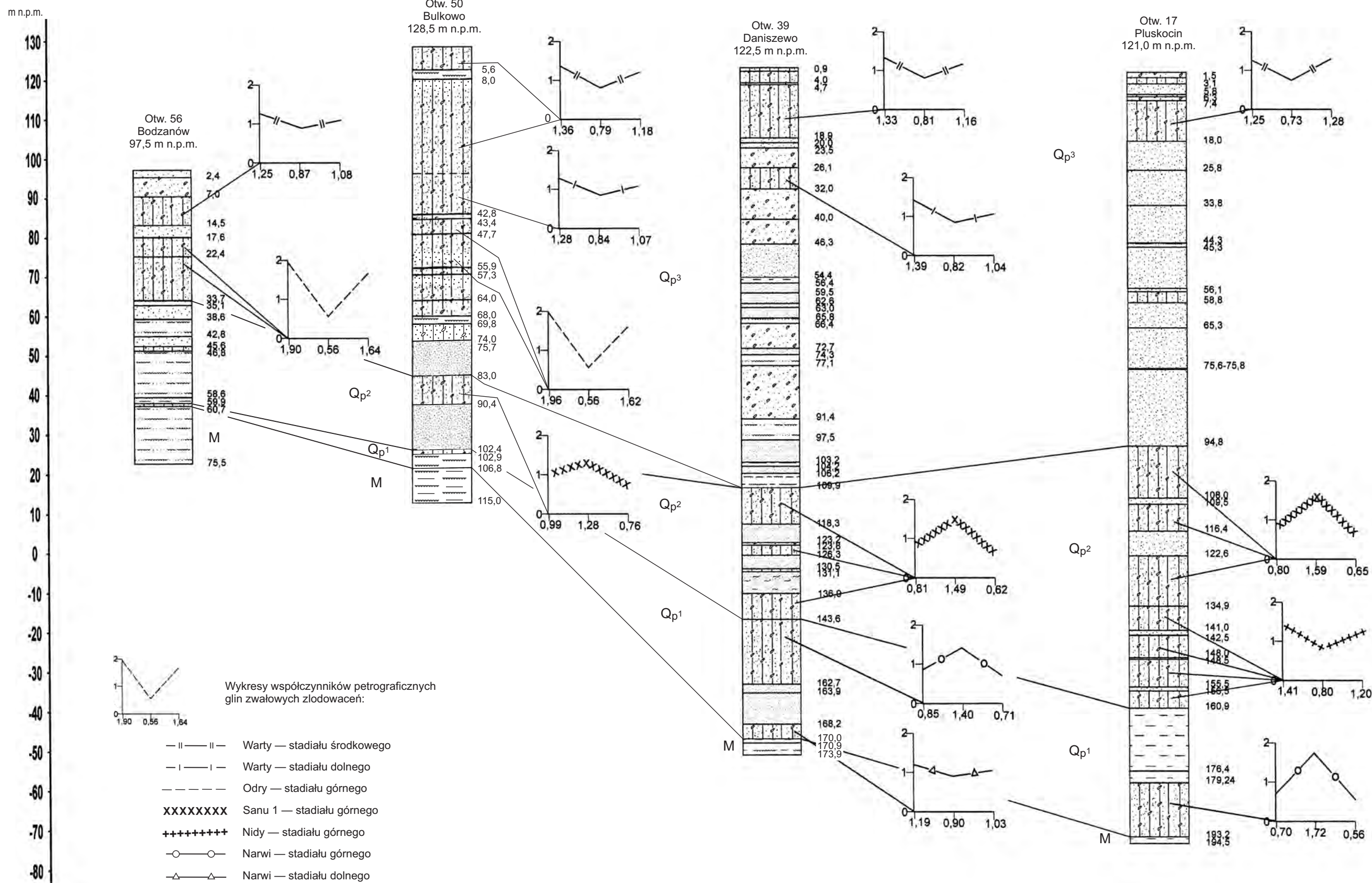
Formy antropogeniczne

Piaskownie-żwirownie (PŻ),
piaskownie (P), torfianki (T)

Opracowali: L. KACPRZAK,
S. LISICKI



**ZESTAWIENIE OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP
(KARTOGRAFICZNYCH)**



Opracował: L. KACPRZAK

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bulkowo (446)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

- NEOGEN MIOCEN M Mułki, ility i mułki ilaste
- 30 — Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
- / — Uskoki przypuszczalne
- ▬▬▬▬ Krawędzie
- AA Zaburzenia glaciektoniczne
- 21 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej
(symbol oznacza wiek: M — miocen; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu, w m n.p.m.)
- A — B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracował: L. KACPRZAK

