

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

STANISŁAW LISICKI

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

**OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI**

1:50 000

Arkusz Orzysz (181)
(z 1 tab. i 4 tabl.)



WARSZAWA 2000

SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ
OPRACOWANIE WYKONANO NA ZAMÓWIENIE MINISTRA ŚRODOWISKA

Redakcja merytoryczna: mgr Maria BARTYŚ-PELC

Akceptował do udostępniania
p.o. Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego
doc. dr hab. Marek NARKIEWICZ

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2000

Redakcja techniczna, przygotowanie wersji cyfrowej: Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu.....	7
A. Geomorfologia	7
B. Hydrografia	9
III. Budowa geologiczna	10
A. Stratygrafia	10
1. Kreda.....	10
a. Kreda górna.....	10
Mastrycht.....	10
2. Trzeciorzęd.....	10
a. Paleogen	10
Paleocen (?)	10
Eocen	11
Oligocen.....	11
b. Neogen	12
Miocen.....	12
3. Czwartorzęd	12
a. Plejstocen	12
Zlodowacenia najstarsze	12
Zlodowacenie Narwi.....	12
Stadiał górny.....	13
Interglacjał augustowski (podlaski)	13
Zlodowacenia południowopolskie	13
Zlodowacenie Nidy.....	14
Stadiał dolny.....	14

Stadiał górny.....	14
Interglacjał małopolski	15
Zlodowacenie Sanu.....	15
Stadiał dolny.....	15
Stadiał górny.....	16
Zlodowacenie Wilgi.....	16
Interglacjał wielki	17
Interglacjał mazowiecki.....	17
Zlodowacenie Liwca.....	17
Zlodowacenia środkowopolskie.....	18
Zlodowacenie Odry	18
Stadiał górny.....	18
Zlodowacenie Warty.....	19
Stadiał dolny.....	19
Stadiał środkowy	19
Zlodowacenia północnopolskie	20
Zlodowacenie Wisły	20
Stadiał środkowy	20
Interstadiał	21
Stadiał górny.....	21
b. Czwartorzęd nierozdzielony.....	23
c. Holocen	24
B. Tektonika.....	24
C. Rozwój budowy geologicznej	25
IV. Podsumowanie	32
L i t e r a t u r a	34

I. WSTĘP

Granice arkusza Orzysz wyznaczają współrzędne geograficzne: 21°45–22°00′ długości wschodniej i 53°40′–53°50′ szerokości północnej. Powierzchnia arkusza wynosi około 305 km², z tego około 24% zajmują jeziora. Obszar objęty arkuszem leży w obrębie Pojezierza Mazurskiego, w południowej części mezoregionu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Charakteryzuje się on wybitnymi walorami krajobrazowo-turystycznymi. Zachodnia część powierzchni arkusza wchodzi w skład Mazurskiego Parku Krajobrazowego (głównie obszar jeziora Śniardwy), a część wschodnia to obszar jednego z największych poligonów wojskowych w Polsce. Pod względem administracyjnym omawiany teren należy do województwa warmińsko-mazurskiego i gmin: Orzysz i Pisz. Orzysz jest jedynym, małym ośrodkiem miejskim.

Na terenie Pojezierza Mazurskiego liczne prace geologiczne i geomorfologiczne prowadzili przed drugą wojną światową geolodzy niemieccy (m.in. B. Hoffman, 1931; T. Hurtig, 1935; B. Körnke, 1930; P.G. Krause, 1929). Jednym z tematów wykonywanych przez nich badań była geneza i ewolucja zbiorników jeziornych tego regionu.

Syntezą kartograficzną obszaru arkusza Mikołajki jest arkusz Pisz Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (W. Słowański, 1971b, 1972). Starszym opracowaniem kartograficznym, obejmującym m.in. ten rejon, jest arkusz Olsztyn Przeglądowej mapy geologicznej Polski w skali 1:300 000 (S. Zwierz, 1948, 1953). Podłoże osadów czwartorzędowych tej części Pojezierza Mazurskiego jest słabo poznane. Do 1994 r. na obszarze arkusza Orzysz żaden z otworów wiertniczych nie osiągnął utworów podłoża plejstocenu. O ogólnej budowie geologicznej i rozprzestrzenieniu osadów trzeciorzędowych tego rejonu można było wnioskować na podstawie opracowań E. Ciuka (1966c, 1971) i A. J. Nowickiego (1965). Bardziej szczegółowych danych dostarczyły wyniki prac geologicznych prowadzonych w ramach realizacji arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Zagadnienia dotyczące geologii czwartorzędu środkowej części Pojezierza Mazurskiego są przedstawione w opracowaniu m.in. J. Rzechowskiego i in. (1975), B. Halickiego (1960), J. Stasiak (1969) i M. Bogackiego (1967, 1976). Szczegółowe badania sedymentologiczne osadów i warunków sedymentacji moren czołowych i sandrów m.in. centralnej części Pojezierza Mazurskiego wykonał T. Zieliński (1992, 1993). Prace dotyczące genezy i historii jezior znajdujących

się w tej części Polski prowadzili: K. Więckowski (1966), M. Szostak (1967) i H. Korolec (1968). Morfologią i geomorfologią tego regionu zajął się bardziej szczegółowo J. Kondracki (1952, 1957, 1972), również wspólnie z S. Pietkiewiczem (1961, 1967). W latach siedemdziesiątych, w związku z pracami prowadzonymi przy realizacji arkusza Pisz Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, ukazały się opracowania W. Słowańskiego (1970, 1971a, b, 1981). Są w nich omówione i zinterpretowane dane geologiczne, otrzymane z profilów otworów kartograficznych, dotyczące litologii i stratygrafii osadów czwartorzędowych i ich podłoża w rejonie Mazur. W latach dziewięćdziesiątych stratygrafia plejstocenu centralnej części Pojezierza Mazurskiego została przedstawiona i szczegółowo omówiona przez S. Lisickiego (1996a, b, 1997b). Podstawą rozważań geologicznych były m.in. wyniki badań petrograficznych glin zwałowych z 32 profilów odwierconych w tym rejonie otworów kartograficznych.

Przy opracowaniu arkusza Orzysz wzięto pod uwagę wyniki prac wykonanych w ramach realizacji innych arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 w tym rejonie Polski. Są to arkusze: Ryn (K. Laskowski, A. Lewińska, 1993, 1994), Mikołajki (S. Lisicki, 1994, 1999b, c), Ruciane-Nida i Pisz (M. Kozłowska, I. Kozłowski, 1993, 1995, 1996, 1999) oraz Miłki (A. Szumański, K. Laskowski, 1993a, b), a także Piecki (S. Lisicki, 1995, 1998) i Mrągowo (S. Lisicki, 1992, 1997a).

Z terenu arkusza Orzysz zebrano profile 107 otworów wiertniczych: 73 otwory hydrogeologiczne i kartograficzne oraz 34 płytkie otwory geologiczno-inżynierskie i surowcowe. Profile geologiczne najstarszych otworów archiwalnych zostały przedstawione przez S. Zwierza (1951, 1955) w Materiałach Archiwum Wierceń.

Terenowe prace zdjęciowe dla opracowania arkusza Orzysz Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 wykonano w ramach prac Zakładu Geologii Czwartorzędu Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie w latach 1994–1996. Skartowany został obszar o powierzchni około 232 km² (bez powierzchni jezior). W celu udokumentowania i skartowania terenu wykonano i opisano 1193 punkty dokumentacyjne, w tym 1029 sondowań ręcznych o głębokości 2–4 m i 53 sondowania mechaniczne wiertnicą typu WH o głębokości do 12,5 m. Oczyszczono także i opisano 111 odsłoneń.

W celu określenia przybliżonej głębokości zalegania osadów trzeciorzędowych, wyróżnienia w pokrywie czwartorzędowej prawdopodobnych poziomów morenowych i uściślenia lokalizacji zaprojektowanych wierceń kartograficznych zostało wykonanych przez „Geoserwis” z Warszawy dziewięć ciągów geoelektrycznych (239 punktów sondowań, 260 SGE) o łącznej długości 63 km (B. Jagodzińska, 1992). Badania geofizyczne miały również za zadanie stwierdzenie istnienia na obszarze arkusza Orzysz głębokiej doliny o przebiegu północ–południe albo jej braku na tym obszarze. W 1995 r. dla udokumentowania pełnego profilu osadów czwartorzędowych wykonano trzy

otwory kartograficzne: w Chmielewie (Chmielewo 1 — otw. 1), we wschodniej części Okartowa (Okartowo 7 — otw. 6) i w Łysoniach (Łysonie 39 — otw. 7), o łącznym metrażu 650,5 m. Otwory te jako jedyne na badanym obszarze dotarły do podłoża trzeciorzędowego.

W celu uzyskania charakterystyki litologicznej, genetycznej i stratygraficznej utworów czwartorzędowych i ich podłoża z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych pobrano 282 próbki osadów do badań laboratoryjnych, z czego 231 próbek (139 próbek punktowych i 92 duże próbki do analizy petrograficznej żwirów) poddano badaniom litologiczno-petrograficznym w Pracowni Litologii Zakładu Geologii Czwartorzędu Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie (B. Gronkowska-Krystek, 1997). Wykonano analizę uziarnienia, zawartości węglanów, składu frakcji minerałów ciężkich, stopnia obtoczenia ziarn kwarcu piasków i żwirów, a w przypadku glin zwałowych również składu petrograficznego żwirów o średnicy 5–10 mm (skał grupy północnej i grupy lokalnej). H. Winter (1997) wykonała analizę palinologiczną 16 próbek osadów czwartorzędowych z otworu 7 (Okartowo), a B. Słodkowska (1997) zbadała palinologicznie 35 próbek osadów trzeciorzędowych z wszystkich otworów kartograficznych.

Zebrany w terenie materiał uzupełniony został danymi archiwalnymi, na które składają się opisy profilów 104 otworów wiertniczych: 70 studziennych (hydrogeologicznych), 5 surowcowych i 29 geologiczno-inżynierskich. W toku prac zestawczych, na podstawie danych z sondowań, skonstruowano robocze przekroje geologiczne.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty arkuszem Orzysz leży w obrębie południowej części Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Najwyżej położony rejon znajduje się w północno-zachodniej części arkusza, gdzie kulminacje terenu przekraczają 150 m n.p.m. (maksymalnie ponad 170 m n.p.m.). Jest to obszar występowania rozległych wzgórz czołowomorenowych. Najniżej położona jest tafla jeziora Roś. Lustro wody leży tu na wysokości 114,4 m n.p.m. Tak więc deniwelacja bezwzględna powierzchni całego arkusza przekracza 36 m. Największe głębie jeziorne występują w eworsyjno-wytopiskowym jeziorze Białoławki — 36,1 m (79,6 m n.p.m.) i w jeziorze rynnowym Orzysz — 36,0 m (83,8 m n.p.m.). Biorąc to pod uwagę można stwierdzić, że deniwelacja bezwzględna powierzchni osadów przekracza 90 m. Wysokości względne krawędzi form rynnowych nie przekraczają 25 m.

A. GEOMORFOLOGIA

W krajobrazie omawianego obszaru można wyróżnić trzy jednostki geomorfologiczne: morenową wysoczyznę polodowcową, rozległe obszary sandrowe i subglacjalne rynny lodowcowe (tabl. I).

Falista wysoczyzna morenowa występuje płatami przede wszystkim w północnej części arkusza, a wysoczyzna płaska między Śniardwami a jeziorem Białoławki. W północno-zachodniej części analizowanego obszaru znajduje się strefa czołowomorenowa. Tworzą ją moreny przeważnie akumulacyjne o wysokościach względnych przekraczających 20 m. Na ich przedpolu występują moreny wyciśnięcia, których pagórki i wzgórza tworzą na północy zarysy lobowe. Starsza strefa czołowomorenowa rozciąga się również z południowego zachodu na północny wschód po południowej stronie jeziora Śniardwy. W części zachodniej przebiega ona między misami jezior: Białoławki i Kocioł. Wysokości względne tworzących ją w części wschodniej Szwejkowskich Wzgórz i Wzgórz Mazurskich nie przekraczają 5 m. W środkowej części strefa ta tworzy obszar położony o kilka metrów niżej, niż przylegające do niej od południa krótkie stożki sandrowe. Kemy rozwinęły się głównie w środkowej części obszaru, a wykształcone w formie wałów formy akumulacji szczelinowej towarzyszą południowej strefie czołowomorenowej i rynnie jeziora Orzysz. W obniżeniach wysoczyzny utworzyły się równiny torfowe. Najrozleglejszym w tym rejonie Mazur zagłębieniem po bryle martwego lodu jest niecka jeziora Śniardwy. Ta bardzo duża misa wytopiskowa ma miejscami charakter rynnowy. Wykazały to badania batymetryczne (M. Szostak, 1967).

Obszary sandrowe stanowią znaczną część powierzchni arkusza. We wschodniej części został na nich utworzony rozległy poligon wojskowy, którego zachodnia i południowa część porośnięta jest lasami. Wyróżniono wyższy taras i szlak sandrowy (I) o wysokości 125–135 m n.p.m. oraz szlak niższy (II) o wysokości 116–125 m n.p.m. Lokalnie wysokość tarasów sandrowych może przekraczać podane przedziały wartości. Na arkuszu Orzysz wyższy taras (I) odpowiada wyższej powierzchni niższych tarasów (II) na sąsiednim arkuszu Mikołajki (S. Lisicki, 1999), a najniższy taras (II) — niższej powierzchni niższych tarasów (II). Miejscami, szczególnie w północnej części, powierzchnia tarasów ma charakter „dziurawy”. Powierzchnia wyższego tarasu (I) w rejonie kontaktu ze starszą strefą czołowomorenową przechodzi w strefę stożków sandrowych. Powierzchnie stożków i wyższego tarasu opadają łagodnie w kierunku południowym. Szlaki sandrowe towarzyszą jeziorom rynnowym. Szlak występujący w rejonie jeziora Orzysz bierze początek poza obszarem arkusza, w rejonie młodszej strefy czołowomorenowej, a szlak leżący przy jeziorze Tyrkło jest związany z jeszcze dalej na północy występującymi młodszymi strefami czołowomorenowymi. Na zapleczu starszej strefy czołowomorenowej taras sandrowy przykryty jest miejscami pokrywą wodnomorenową (błotnymi lub wodnymi osadami krótkiego transportu) o miąższości do 2 m. Obszary sandrowe i młodsza strefa czołowomorenowa na północnym zachodzie są pocięte dolinami wód roztopowych. U wylotu dolin, rozcinających wyższy taras sandrowy (I) w środkowej części arkusza, utworzyły się równiny deltowe w formie płaskich stożków. Dna rozległych zagłębień powstałych po martwym lodzie są równinami jeziornymi i torfowymi. Równiny jeziorne i towarzyszące im tarasy jeziorne są najlepiej rozwinięte w południowej części obszaru, między jeziorami Śniardwy

i Roś. Jeziorom towarzyszą wały brzegowe o wysokości względnej do 1,5 m. Pojedyncze wydmy występują w południowej i północnej części arkusza (o wysokości względnej do ponad 5 m na wschodnim brzegu jeziora Orzysz), gdzie nadbudowują powierzchnię tarasów sandrowych.

Wysoczyznę morenową i obszary sandrowe przecinają na północy dwie rynny lodowcowe, o przebiegu zbliżonym do południkowego, wypełnione wodami jezior: Tyrkło i Orzysz. Głębokość rynny jeziora Orzysz, licząc od współczesnego dna jeziora, przekracza 40 m. Rynnom subglacialnym towarzyszą formy akumulacji szczelinowej, szlaki sandrowe i tarasy jeziorne.

Dno jeziora Śniardwy ma bardzo urozmaiconą morfologię (M. Szostak, 1967). Jezioro jest przeważnie płytkie (średnia głębokość 10 m) i ma charakter wytopiskowy, ale przy wschodnim brzegu głębokość dochodzi miejscami do prawie 25 m. Tam właśnie można doszukiwać się przedłużenia dalej na południe rynny jeziora Tyrkło. Być może w rynn timer jeziora: Białoławki (głębokość 36,1 m) i Kocioł (głębokość 26,4 m). Przeważnie wschodniemu brzegowi jeziora Śniardwy towarzyszą klify o wysokości do 10 m.

Spośród form antropogenicznych najważniejsze to: groble, nasypy kolejowe i kanały wykonane jeszcze przez Niemców przed drugą wojną światową. Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono również dwa grodziska, których wały ziemne są czytelne w terenie. Jedno z nich leży blisko południowego brzegu jeziora Śniardwy. Drugie zostało odkryte przez autora w 1996 r. na wzgórzu kemowym o nazwie Biała Góra, po wschodniej stronie jeziora Roś. W wykonanym w wale ziemnym sondowaniu ręcznym do głębokości 2 m stwierdzono występowanie jasnobieżowych piasków drobnoziarnistych o miąższości 1,6 m. Ich spąg tworzy ostrą granicę z brunatnym glebowym poziomem humusowym, którego osady stopniowo przechodzą w również jasnobieżowe piaski drobnoziarniste. Wyniki badań litologicznych próbek z obu warstw piaszczystych (pobranych powyżej i poniżej warstwy humusowej) pozwoliły stwierdzić identyczność niezmiennych eolicznie osadów wodnolodowcowych. Jest to prawdopodobnie dowodem na antropogeniczne pochodzenie wału ziemnego.

B. HYDROGRAFIA

Obszar arkusza Orzysz jest bardzo bogaty w jeziora. Zajmują tu one około 24% powierzchni terenu. Największe z nich to zbiorniki wytopiskowe (o złożonej genezie): Śniardwy (śr. głęb. 5,8 m i maks. głęb. 23,4 m), Roś (8,1 i 31,8 m), Białoławki (9,8 i 36,1 m) i Kocioł (9,5 i 26,4 m). Największe jeziora wytopiskowe to: Seksty (zatoka jeziora Śniardwy) i Tuchlińskie (2,9 i 4,9 m). Jezioro Śniardwy jest największym słodkowodnym zbiornikiem w Polsce.

Sieć rzeczna jest raczej słabo rozwinięta. Omawiany obszar leży w zlewni Wisły. Odwadnia go na północy rzeka Orzysz, która przez kanał w rejonie Orzysza prowadzi wody z jeziora Orzysz

do jeziora Tyrkło, a dalej płynie do jeziora Śniardwy. Z tego zbiornika wody odpływają na południowy wschód przez jeziora: Białoławki i Kocioł oraz dalej rzeką Wilkus do jeziora Roś. Jezioro to łączy z jeziorem Seksty największy na obszarze arkusza Kanał Jegliński. Rozległy obszar wyższego tarasu sandrowego odwadniają cieki: Święsek i Dziękałówka.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Przedmiotem badań stratygraficznych przeprowadzonych w ramach opracowywania arkusza Orzysz, dostępnym pracami zdjęciowymi i dokumentacyjnymi, były osady czwartorzędowe oraz podścielające je utwory trzeciorzędowe i wyjątkowo kredowe.

1. Kreda

a. Kreda górna

Mastrycht

Najstarsze utwory występują prawdopodobnie w dnie głębokiej formy dolinnej w północnej części arkusza Orzysz w okolicach miejscowości Góra (ark. Miłki). Około 1 km na północ od tego miejsca wykonano w 1969 r. otwór Góra (ark. Miłki — otw. 44), w którym na głębokości 283,5 m nawiercono ciemnozielone margle piaszczyste z ziarnami kwarcu, glaukonitu i blaszkami miki. Skały te zostały zaliczone przez W. Słowańskiego (1971b, 1972) do mastrychtu (kreda górna).

2. Trzeciorząd

Osady trzeciorzędowe na obszarze arkusza Orzysz zostały nawiercone w otworach kartograficznych: 1 (Chmielewo), 7 (Okartowo) i 39 (Łysonie). Są to utwory eocenu, oligocenu i miocenu stanowiące bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędowych. Utwory paleocenu prawdopodobnie wyścielają dno rozległej niecki występującej głęboko pod dnem jeziora Śniardwy i tworzą dno głębokiej formy dolinnej w północnej części arkusza (tabl. II).

a. Paleogen

Paleocen (?)

Osadów tego wieku nie nawiercono bezpośrednio na obszarze arkusza. Ich występowanie w północnej części obszaru, w głębokiej, równoleżnikowej, kopalnej formie rynnowej, sugeruje litologia otworu Góra, w którym na głębokości 283,5–281,0 m (156,5–154,0 m p.p.m.) w piaskach

różnoziarnistych występuje gruz prawdopodobnie paleoceńskich g e z wapiennych z czertami oraz margli kredowych i otoczaki skał północnych. Wyróżnienie w tym rejonie utworów paleoceńskich jest zgodne z interpretacją geologiczną przedstawioną dla arkusza Miłki (A. Szumański, K. Laskowski, 1993a, b). Być może g e z y (?) paleoceńskie występują również w podłożu osadów plejstocenijskich głęboko pod dnem jeziora Śniardwy. Sugeruje to opracowanie E. Ciuka (1971) i interpretacja geologiczna podłoża czwartorzędowego w obrębie leżącego na zachodzie arkusza Mikołajki (S. Lisicki, 1999).

Eocen

Utwory tego wieku nawiercono we wszystkich otworach kartograficznych. W otworze 1 (Chmielewo) na głębokości poniżej 244,2 m (118,7 m p.p.m.) nawiercono zielonoszare piaskowce margliste z glaukonitem. Ich eoceński wiek został określony na podstawie badań paleontologicznych (B. Słodkowska, 1997). Wyniki tych badań upoważniają do stwierdzenia, że osady eoceńskie budują podłoże osadów czwartorzędowych wzdłuż prawie całej granicy z arkuszem Miłki, gdzie według starszej interpretacji miały występować osady oligocenijskie. Tego samego wieku są morskie, zielonkawoszare, bezwapienne, drobnoziarniste piaski kwarcowe z glaukonitem (ze zmienną ilością glaukonitu), miejscami z przemazami substancji węglistej, w części stropowej przykryte zielonymi i zielonoszarymi iłami z domieszką piasków drobnoziarnistych. Utwory te występują w otworze 7 (Okartowo) na głębokości poniżej 187,5 m i prawdopodobnie w otworze 39 (Łysonie) poniżej głębokości 163,8 m. W obu profilach na opisanych utworach spoczywają osady eocenu górnego (B. Słodkowska, 1997). Są to szarozielone, bezwapienne piaski kwarcowo-glaukonitowe o zmiennej granulacji, miejscami zlepione niebieskawozielonym lub zielonym iłem. Strop tych utworów występuje w otworze 7 na wysokości 38,5 m p.p.m. i w otworze 39 na wysokości 36,5 m p.p.m. (tabl. IV). Na obszarze arkusza Orzysz łączna miąższość osadów eoceńskich przekracza 61 m. Utwory te występują pod osadami plejstocenijskimi we wschodniej i północnej części obszaru arkusza (tabl. II i III).

Oligocen

Utwory dolnego oligocenu zostały przewiercone tylko w otworze 39 (B. Słodkowska, 1997). Słodkowodne, jasnoszare, pyłowate piaski z domieszką substancji burowęglowej, miejscami z przewarstwieniami brązowych mułków i bardziej gruboziarnistych piasków kwarcowych, przykrywają na głębokości 144,7 m (tabl. IV) płytkomorskie, zielonoszare piaski kwarcowe z glaukonitem spojone iłem i zielonkawoszare iły z domieszką piasku, w dolnej części z domieszką substancji węglistej. Osady oligocenijskie nie burzą z kwasem. Odślawiają się one na powierzchni podczwartorzędowej w południowej części obszaru arkusza (tabl. II i III).

b. Neogen

Miocen

Utwory tego wieku podścielają bezpośrednio osady czwartorzędowe w zachodniej i częściowo północnej części arkusza Orzysz (tabl. II). W otworze 7 (Okartowo) nawiercono je na głębokości 112,4 m (5,6 m n.p.m.), a w otworze 39 (Łysonie), gdzie piaski miocieńskie mają miąższość tylko 2 m (tabl. III), na głębokości 136,8 m (13,3 m p.p.m.). W Okartowie jasnoszare i jasnobrązowe piaski kwarcowe z cienkimi pokładami węgla brunatnego, miejscami piaski pyłowate i mułki mają miąższość 44,1 m. Na podstawie badań palinologicznych B. Słodkowska (1997) zaliczyła dwie górne warstwy węgla brunatnego do środkowego miocenu (niżej leżącą — o grubości 2,3 m — do II łżyckiej grupy pokładów węgla), a dolną warstwę do dolnego miocenu/górnego oligocenu.

3. Czwartorzęd

Cały obszar arkusza Orzysz pokryty jest grubą warstwą osadów czwartorzędowych. Ich miąższość waha się od około 120–130 m we wschodniej części obszaru (rejon Łysoni, tabl. III) do ponad 240 m w północno-zachodniej i północnej części arkusza (przekrój geologiczny A–B i północna część przekroju C–D). Dno występującej na północy formy dolinnej, jak i niecki pod jeziorem Śniardwy obniża się do ponad 130 m p.p.m., a w części południowo-wschodniej spąg osadów czwartorzędowych leży miejscami na wysokości powyżej 10 m n.p.m. (tabl. II). Obecna powierzchnia, na której spoczywają omawiane osady, ma charakter przede wszystkim egzaracyjny, miejscami, w rejonie formy dolinnej na północy, erozyjny. Być może, choć tego nie potwierdziło ułożenie osadów trzeciorzędowych nawierconych w otworach kartograficznych, jest ono również miejscami przemodelowane glacitektonicznie. Dotyczy to przede wszystkim rozległego obniżenia w zachodniej części obszaru. Pozycję stratygraficzną glin zwałowych określono na podstawie wyników badań petrograficznych i charakterystyki petrograficznej otrzymanych litotypów, zgodnie z wynikami badań uzyskanymi dla Pojezierza Mrągowskiego (S. Lisicki, 1996a, b, 1997b).

a. Plejstocen

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Osady tego zlodowacenia stwierdzono tylko w otworze 1 (Chmielewo). Utwory te występują w północno-zachodniej części obszaru, gdzie ich miąższość w rozległym obniżeniu egzaracyjnym przekracza 40 m. Dno niecki osiąga prawdopodobnie wysokość poniżej 130 m p.p.m. Kompleks osadów zlodowacenia Narwi należy na omawianym arkuszu do jednego — górnego stadiału.

Stadiał górny

Utwory tego stadiału wypełniają dolną część dolinnego obniżenia i prawdopodobnie wyściełają dno kopalnego obniżenia znajdującego się pod jeziorem Śniardwy w północno-zachodniej części obszaru. Są to piaski wodnolodowcowe i gliny zwałowe przewiercone w otworze 1 (przekrój geologiczny A–B).

Beżowe, różnoziarniste piaski wodnolodowcowe mają miąższość 6,2 m i leżą bezpośrednio na utworach eoceńskich. Prawdopodobnie na północy obszaru piaski i żwiry tego wieku mogą osiągać w obniżeniu dolinnym 50 m miąższości, co sugeruje profil leżącego nieco na północ otworu Góra (ark. Miłki — otw. 44). Tam osady czwartorzędowe leżą na wysokości 157,5 m p.p.m.

Powyżej leżą szare, piaszczyste, silnie wapniste gliny zwałowe oraz piaski i żwiry, miejscami z przewarstwieniami piasków pyłowych, wodnomorenowe. Piaski i żwiry wodnomorenowe są gliniaste, mają miąższość do 10,8 m. Łączna miąższość utworów gliniasto-piaszczystych wynosi 34,5 m. Średnie wartości współczynników petrograficznych tych glin O/K–K/W–A/B (uśredniony stosunek udziału żwirów osadowych skał północnych do północnych skał krystalicznych, krystalicznych do północnych wapieni i dolomitów oraz północnych skał mało odpornych do odpornych na niszczenie) wynoszą 1,04–1,10–0,82, a średnia zawartość żwirów $Kr/W_P/D_P/P_P/W_L/P_L/M_L$ (skał krystalicznych, wapieni, dolomitów i piaskowców północnych oraz wapieni, piaskowców i mułowców lokalnych) — 40/36/2/5/2/3/6 (B. Gronkowska-Krystek, 1997; tabl. IV). W glinach tych stwierdzono istnienie porwaka (kry) glin zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Narwi.

Interglacjał augustowski (podlaski)

Osady tego wieku o miąższości 56 m przewiercono w leżącym na północ od obszaru arkusza Orzysz otworze Góra (ark. Miłki — otw. 44). Zostały one opisane przez W. Słowańskiego (1971a) jako zielonoszare piaski drobnoziarniste i różnoziarniste z dużą domieszką żwirów w części spągowej (piaski i żwiry rzeczne). Osady te leżą tam na wysokości 123 m p.p.m. i zostały zaliczone przez autora opisu litologicznego do interglacjału kromerskiego. Dolina najstarszego interglacjału występuje prawdopodobnie w północno-wschodniej części arkusza Orzysz (tabl. IV). Jest ona w tym rejonie być może przemodelowaną rynną polodowcową najstarszego zlodowacenia.

Zlodowacenia południowopolskie

Na obszarze arkusza Orzysz występuje pięć poziomów glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe i jeziorno-rzeczne. Gliny zaliczono kolejno do: dolnego i górnego stadiału zlodowacenia Nidy, dolnego i górnego stadiału zlodowacenia Sanu i do zlodowacenia Wilgi. Taki szczegółowy podział stratygraficzny zlodowaceń

południowopolskich jest wynikiem badań litologiczno-petrograficznych osadów czwartorzędowych uzyskanych z rdzeni wiertniczych dwóch otworów kartograficznych (B. Gronkowska-Krystek, 1997). Wartości współczynników petrograficznych wszystkich glin zwałowych są bardzo zbliżone do tych, jakie uzyskano dla odpowiednich glin z arkusza Piecki (S. Lisicki, 1995), Mrągowo (S. Lisicki, 1997a) i Mikołajki (S. Lisicki, 1994, 1999b).

Zlodowacenie Nidy

Kompleks osadów tego zlodowacenia osiąga miejscami miąższość ponad 50 m. Spąg tego kompleksu spoczywa na wysokości od około 80 m p.p.m. do powyżej 20 m p.p.m. Osady zlodowacenia Nidy występują powszechnie w rejonach obniżen powierzchni podłoża trzeciorzędowego w północnej części obszaru. Osady te zaliczono do dwóch stadiałów.

Stadiał dolny

Osady stadiału dolnego leżą tylko w obniżeniach dolinnych.

Iły i mułki zastoiskowe. Są to silnie zwarte, szarobrazowe, wapniste ily z przewarstwieniami piasków i laminowane szare mułki piaszczyste, o łącznej miąższości 4,7 m w profilu otworu 1 (Chmielewo, przekrój geologiczny A–B). W rejonie Orzysza miąższość podobnie wykształconych osadów zastoiskowych przekracza zapewne 30 m, podobnie jak w profilu Góra na północ od omawianego arkusza. Osady te leżą na piaskach i żwirach rzecznych interglacjału augustowskiego.

Gliny zwałowe. W profilu otworu 1 są one szare, miejscami z odcieniem brązowym, piaszczyste, silnie zwarte i wapniste. Mają one tu grubość 5,7 m, choć miejscami ich miąższość może przekraczać 20 m. Wartości współczynników petrograficznych glin zwałowych tego poziomu wynoszą: 2,00–0,55–1,56, a zawartość procentowa żwirów: 29/47/6/5/1/4/5 (tabl. IV). Wartości te mogą być tylko orientacyjne, ponieważ dane pochodzą z badania jednej próbki.

Piaski, miejscami piaski pyłowate, wodnolodowcowe zostały przewiercone tylko w otworze 1 (przekrój geologiczny A–B). Są to szare piaski drobnoziarniste, w dolnej części z domieszką piasków średnioziarnistych, a w górnej — piasków pyłowatych. Osady te charakteryzują się słabym obtoczeniem i znaczną przewagą amfiboli nad granatami (B. Gronkowska-Krystek, 1997), leżą na głębokości 198,8 m i mają miąższość 18,3 m.

Stadiał górny

Osady tego stadiału reprezentowane są na omawianym obszarze tylko przez gliny zwałowe o grubości 3,1 m w otworze 1 (Chmielewo) i o grubości 4,2 m w otworze 7 (Okartowo). Gliny te występują prawdopodobnie również w rejonie południowym (przekrój geologiczny C–D, tabl. III). Gliny zwałowe są szare, w stropie jasnobrazowe, silnie zwarte i piaszczyste. Charakteryzują się one następującymi średnimi wartościami współczynników petrograficznych w otworze 1:

1,46–0,75–1,17, a w otworze 7: 1,46–0,75–1,20 oraz procentową zawartością żwirów odpowiednio: 36/47/2/5/2/2/3 i 27/25/14/3/15/5/5 (B. Gronkowska-Krystek, 1997). Gliny z drugiego profilu zawierają znacznie więcej dolomitów północnych w stosunku do wapieni północnych oraz wapieni lokalnych. Można to jednak tłumaczyć zmianami petrograficznymi w obrębie tego samego litotypu, np. w przypadku wapieni lokalnych spowodowanymi większym wpływem wysoko położonego podłoża osadów podczwartorzędowych na tworzenie najstarszych glin w rejonie Okartowa, w okresie transgresji lądolodu górnego stadiału zlodowacenia Nidy. Istnieje również inna możliwość interpretacji pozycji stratygraficznej omawianych glin z rejonu Okartowa. Być może są one najstarszymi, plejstocenijskimi glinami zwałowymi — dolnego stadiału zlodowacenia Narwi (może w pozycji porwaka w dolnej partii glin zlodowacenia Sanu).

Interglacjał małopolski

Do tego piętra zaliczono jasnoszare i zielonkawe, wapniste piaski głównie drobnoziarniste, piaski pyłowate i mułki, miejscami z detrytusem roślin, jeziorno-rzeczne. Osady te wykazują dość wysoką zawartość glaukonitu: od 5,4 do 13%. Detrytus występuje w postaci lamin i grudek. W profilu otworu 1 osady jeziorno-rzeczne mają miąższość 28 m. Na podstawie badań elektrooporowych (B. Jagodzińska, 1992) wyinterpretowano prawdopodobne istnienie dolin wypełnionych piaskami tego wieku (przekroje geologiczne A–B i C–D). Rzeczne i jeziorne utwory interglacjału małopolskiego występują dość powszechnie w obrębie sąsiedniego arkusza Mikołajki (S. Lisicki, 1994, 1999).

Zlodowacenie Sanu

Kompleks osadów tego zlodowacenia występuje w obrębie arkusza Orzysz prawie na całym obszarze, ale prawdopodobnie tylko w północnej jego części zachowały się gliny zwałowe tego wieku. Miąższość utworów tego zlodowacenia może miejscami przekraczać 50 m, a ich spąg leży na wysokości od około 30 m p.p.m. do prawie 10 m n.p.m. Kompleks osadów zlodowacenia Sanu został podzielony na dwa stadiały.

Stadiał dolny

Do tego stadiału zaliczono osady piaszczyste i gliny zwałowe.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w otworze 39 (Łysonie). Są to wapniste, jasnobezowe piaski głównie drobnoziarniste, miejscami ze żwirami. W zespole minerałów ciężkich amfibole przeważają nad granatami, a obtoczenie ziaren kwarcu jest słabe (B. Gronkowska-Krystek, 1997). Piaski wodnolodowcowe są przykryte w części stropowej przez mułki i ily, a w spągu występuje warstwa bruku żwirowo-głazowego. W omawianym profilu osady mają łączną miąższość 9,9 m i leżą na utworach mioceńskich na wysokości 13,3 m p.p.m. W północno-

-wschodniej części arkusza miąższość tych osadów wodnolodowcowych może dochodzić do 45 m (przekrój geologiczny A–B).

Gliny zwałowe przewiercono tylko w otworze 7 (Okartowo). Gliny mają tu grubość 12 m. Są one czerwono-brązowe, ilaste i wapniste. Wartości współczynników petrograficznych uzyskane z jednej próbki glin wynoszą: 0,83–1,60–0,52. Dominują w niej skały krystaliczne, dużo jest dolomitów północnych i piaskowców lokalnych, co obrazuje procentowa zawartość żwirów: 40/9/18/9/4/14/2 (tabl. IV). Gliny tego stadiału o większej miąższości prawdopodobnie zachowały się tylko w północno-wschodniej części obszaru (przekroje geologiczne A–B i C–D).

Stadiał górny

Do stadiału górnego zaliczono gliny zwałowe i osady piaszczyste.

Gliny zwałowe o miąższości zaledwie 1 m przewiercono w otworze 7 (Okartowo). Gliny są rdzawo-brązowe, ilaste i wapniste. Wartości współczynników petrograficznych: 1,39–0,96–0,77 i zawartość procentowa żwirów: 33/22/14/12/5/5/4 (B. Gronkowska-Krystek, 1997) są charakterystyczne dla glin tego wieku z obszarów sąsiednich, choć tutaj są one tylko orientacyjne (jedna próbka). Te gliny zwałowe o większej miąższości mogą występować tylko w północno-wschodniej części arkusza, co wyinterpretowano na podstawie wyników badań geofizycznych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe pokrywają gliny zwałowe zlodowacenia Sanu. Nie zostały one przewiercone w otworach kartograficznych, a jedynie wyróżnione na podstawie interpretacji wyników badań geoelektrycznych (B. Jagodzińska, 1992). Prawdopodobnie miąższość tych osadów wodnolodowcowych może przekraczać 30 m.

Zlodowacenie Wilgi

Kompleks osadów tego zlodowacenia występuje powszechnie w zachodniej i południowej części obszaru arkusza Orzysz. Osiąga on miąższość prawie 50 m w rejonie miejscowości Łysonie (otw. 39). Spąg osadów tego zlodowacenia leży na wysokości od około 20 m p.p.m. w otworze 1 do około 40 m n.p.m. w okolicy otworu 39.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe (dolne). Iły są ciemnoszare, zwarte, w dolnej części warwowe, brązowo-szare, a w środkowej części z przewarstwieniem piasków różnoziarnistych. Zostały stwierdzone tylko w otworze 1, gdzie mają miąższość 3,7 m (przekrój geologiczny A–B).

Gliny zwałowe są piaszczyste i silnie wapniste. W otworze 1 mają barwę brązowoszarą i szarą, a w otworze 7 — jasnoszarą z odcieniem zielonkawym. Średnie wartości współczynników petrograficznych tych glin wynoszą odpowiednio: 1,65–0,68–1,33 i 2,04–0,57–1,49, a zawartość procentowa żwirów wynosi: 33/46/4/5/0/4/4 i 22/34/7/5/8/8/6 (tabl. IV). Miąższość glin zwałowych tego zlodowacenia wynosi w otworze 7 (Okartowo) 16,6 m, maksymalnie może osiągać do 30 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe przewiercono tylko w otworze 39 (Łysonie), gdzie mają miąższość 26,9 m (tabl. III). W piaskach amfibole trzykrotnie przeważają nad granatami, a maksymalna miąższość tych osadów może dochodzić do 50 m.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe (górne). W otworze 1 są to jasnoszare mułki i piaski pyłowate o grubości 7,4 m, a w otworze 39 — zwarte ily czekoladowe z przewarstwieniami mułków beżowych, o łącznej grubości 8 m. Osady zastoiskowe leżą przeważnie bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Wilgi.

Piaski i żwiry rzeczno-peryglacjalne. Są to osady powstałe w jednym cyklu erozyjno-akumulacyjnym, a ich obecność została stwierdzona w otworze 1 (przekrój geologiczny A–B). Od dołu są to piaski różnoziarniste ze żwirami i leżące na nich piaski drobnoziarniste, miejscami z widocznym warstwowaniem przekątnym. W górnej części zielonkawoszary piasek jest smugowany poziomo i w części stropowej przykryty jest warstewką (20 cm) gliny spływowej i łem mułkowym. Łączna miąższość tych osadów wynosi 14,2 m. Piaski są przeważnie dobrze wysortowane, ale ziarna kwarcu źle obtoczone. W zespole minerałów ciężkich najwięcej granatów występuje w dolnej części serii rzeczno-peryglacjalnej.

Interglacja wielki

Interglacja mazowiecki

Osady tego ciepłego okresu plejstoceniowego zostały przewiercone tylko w otworze 1 (Chmielewo) na głębokości 116,6–111,1 m (na wysokości 8,8–14,4 m n.p.m.). Zielonkawoszare, wapniste, drobnoziarniste piaski, miejscami z detrytusem roślin, rzeczne w części stropowej wykazują bardzo dobre wysortowanie ziaren kwarcu, ale źle ich obtoczenie. Reprezentują one prawdopodobnie osad interglacjalnej, dojrzałej rzeki meandrującej (przekrój geologiczny A–B).

Zlodowacenie Liwca

Osady tego zlodowacenia reprezentowane są przez gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe.

Gliny zwałowe przewiercono tylko w kartograficznym otworze 7 (Okartowo). Gliny są piaszczyste, silnie zwarte i wapniste, barwy szarobrazowej. W profilu glin zwałowych w Okartowie leżą one na zielonkawoszarych glinach zlodowacenia Wilgi, a przykryte są brązowo-czekoladowymi glinami stadiału górnego zlodowacenia Odry. Gliny zwałowe charakteryzują średnie wartości współczynników: 2,13–0,51–1,77 i procentowa zawartość żwirów: 21/40/5/3/3/5/20 (B. Gronkowska-Krystek, 1997). Wysoki udział mułowców lokalnych jest dla tych glin bardzo charakterystyczny, co potwierdziły badania litologiczno-petrograficzne przeprowadzone dla

osadów z sąsiednich arkuszy: Mikołajki, Mrągowo i Piecki. Prawdopodobnie miąższość glin tego zlodowacenia może dochodzić do 20 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe przypuszczalnie występują w profilu otworu 39 (Łysonie), gdzie osiągają miąższość około 23 m. Ich obecność głównie w centralnej części obszaru została stwierdzona na podstawie interpretacji wyników badań elektrooporowych (B. Jagodzińska, 1992). Tutaj miąższość piasków i żwirów może dochodzić do 30 m.

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze arkusza Orzysz występują trzy poziomy glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich; wszystkie zostały przewiercone w otworze 7 (Okartowo). Gliny zwałowe rozdzielają osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. Gliny zaliczono kolejno do stadiału górnego zlodowacenia Odry oraz stadiałów dolnego i środkowego zlodowacenia Warty. Nie stwierdzono na tym arkuszu glin stadiału dolnego występujących *in situ*.

Zlodowacenie Odry

Kompleks osadów tego zlodowacenia tworzy prawie ciągłą pokrywę w obrębie arkusza Orzysz. Są to gliny zwałowe oraz osady wodnolodowcowe i zastoiskowe osiągające łączną miąższość od około 10 do prawie 40 m. Spąg osadów tego zlodowacenia leży na wysokości od około 10 do ponad 40 m n.p.m. Osady tego kompleksu zaliczono do stadiału górnego.

Stadiał górny

Na obszarze arkusza Orzysz osady stadiału dolnego zlodowacenia Odry prawdopodobnie występują *in situ*. Utwory stadiału górnego tworzą na tym obszarze ciągłą pokrywę osadową.

Gliny zwałowe są piaszczyste i silnie wapniste, barwy ciemnobrązowej w profilu otworu 1 (Chmielewo) oraz szarej, przechodzącej w brązową w części spągowej, w profilu otworu 7 (Okartowo). Gliny te osiągają najczęściej miąższość 10–20 m. Według B. Gronkowskiej-Krystek (1997) średnie wartości współczynników petrograficznych wynoszą dla glin z otworu 1: 2,29–0,49–1,59 (orientacyjne — jedna próbka), a z otworu 7: 2,21–0,49–1,78; średnie zawartości żwirów odpowiednio: 25/49/4/7/4/6/1 i 27/54/3/4/2/4/4 (tabl. IV). W Okartowie (otw. 7), na głębokości 80,0–81,2 m, stwierdzono występowanie porwaka (kry lodowcowej) ilastej gliny stadiału dolnego zlodowacenia Odry, a w Chmielewie (otw. 1) porwaki glin zlodowacenia Sanu.

Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe nawiercono w rejonie Orzysza w otworze hydrogeologicznym 16. W archiwalnym opisie tego profilu osady te są opisane jako szare pyły piaszczyste.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w otworach kartograficznych: 1 (Chmielewo, miąższość 13 m) i 39 (Łysonie, miąższość 18 m) oraz w otworach hydrogeologicznych w Orzyszu: 16 (miąższość 10 m) i 17 (miąższość 5 m) (przekroje geologiczne A–B i C–D).

Zlodowacenie Warty

Kompleks osadów tego zlodowacenia osiąga miąższość ponad 60 m w rejonie Chmielewa (przekrój geologiczny A–B). Spąg utworów tego wieku leży na wysokości od około 35 m n.p.m. w rejonie północno-zachodnim do około 80 m n.p.m. we wschodniej części arkusza. Kompleks utworów tego zlodowacenia zaliczono do dwóch stadiałów: dolnego i środkowego. Utworów stadiału górnego nie wyróżniono.

Stadiał dolny

Osady tego stadiału tworzą nieciągłą pokrywę w obrębie obszaru arkusza.

Obecność mułków i piasków pyłowatych zastoiskowych (tab. 1) stwierdzono tylko w głębokich otworach hydrogeologicznych (16 i 17) w Orzyszu. Występują tam głównie szare pyły piaszczyste i piaski mułkowate o miąższości 5–10 m.

Najlepiej wykształcone gliny zwałowe tego wieku, o miąższości 7,1 m, przewiercono w otworze 7 (Okartowo) na głębokości 74,1–67,0 m. Szare gliny są piaszczyste, silnie wapniste i zwarte. Średnie wartości współczynników petrograficznych tych glin wynoszą: 1,60–0,68–1,35, a średnia zawartość żwirów: 35/53/1/4/0/1/3. W otworze 1 (Chmielewo) cienka (0,7 m) i rozmyta glina zwałowa prawdopodobnie tego wieku charakteryzuje się następującymi parametrami petrograficznymi: 1,49–0,82–0,97 i 36/41/3/10/4/5/0 (tylko jedna próbka). W rejonie Orzysza gliny stadiału dolnego, o grubości rzadko przekraczającej 15 m, zostały stwierdzone w kilku otworach hydrogeologicznych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe. Osady te znane są tylko z Orzysza, gdzie wypełnione są żwirami i budują prawdopodobnie kopalną formę morenową (morenę martwego lodu? — otwór 15, tabl. III).

Stadiał środkowy

Różnorodne osady tego stadiału stwierdzono na całym obszarze. Ich łączna miąższość dochodzi miejscami w północno-zachodniej części arkusza do 55 m.

Gliny zwałowe tego stadiału mają w otworach kartograficznych 1 (Chmielewo) i 7 (Okartowo) miąższość około 2 m. W Chmielewie gliny te są brązowe, a w Okartowie szare, wszędzie silnie piaszczyste, wapniste i zwarte. Wartości współczynników petrograficznych i procentowa zawartość żwirów w glinach prawdopodobnie stadiału środkowego (tylko pojedyncze próbki) wynosi (wg badań B. Gronkowskiej-Krystek, 1997) odpowiednio: 1,26–0,92–0,93

i 40/40/4/7/3/6/1 oraz 1,11–1,00–0,90 i 43/43/0/5/0/2/3 (tabl. IV). W otworze 7 gliny stadiału środkowego są zwietrzałe.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe. W Chmielewie są to dość dobrze obtoczone, jasnoszarobezowe piaski różnoziarniste, głównie średnioziarniste, w części spągowej mułkowate, o łącznej grubości 23,4 m. W części wschodniej omawianego obszaru występuje prawie ciągły poziom wodnolodowcowych piasków ze żwirami o miąższości do 20 m (tabl. III).

Iły, mułki i piaski zastoiskowe przewiercono w Chmielewie. Tu szarobrazowe iły warwowe, miejscami o zaburzonej strukturze, o grubości 5 m, są przykryte szarymi mułkami bezstrukturalnymi o grubości 1,4 m. W otworach hydrogeologicznych 27 i 28 w Orzyszu mułki oraz mułki i iły osiągają miąższość do 40,5 m. Być może są one zaburzone glacitektonicznie.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Kompleks osadów najmłodszego zlodowacenia osiąga miąższość przeważnie od kilku do około 30 m, lokalnie do 65 m w kartograficznym otworze 7 (Okartowo). Spąg osadów spoczywa na wysokości od 53 do 117 m n.p.m. Utwory zlodowacenia Wisły zaliczono do stadiałów środkowego i górnego.

Stadiał środkowy

Osady tego stadiału tworzą przeważnie ciągłą pokrywę na obszarze arkusza Orzysz.

Gliny zwałowe osiągają miąższość do 17 m. Są one przeważnie szare, piaszczyste. W otworze 7 (Okartowo) glina prawdopodobnie tego stadiału (jedna próbka) leży najniżej (przekrój geologiczny A–B) i wyściela głęboką formę rynnową. Gлина zwałowa o grubości 1,8 m jest tu jasnoszara, silnie piaszczysta i wapnista. Orientacyjne wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 2,08–0,50–1,85, a procentowa zawartość żwirów: 29/57/1/2/0/5/5. Gliny te przewiercono również w licznych otworach hydrogeologicznych. Odsłaniają się one także na powierzchni terenu w południowo-wschodnim, klifowym brzegu jeziora Śniardwy. Pobrane tam dwie próbki brązowej gliny zwałowej charakteryzują się następującymi współczynnikami petrograficznymi: 1,81–0,60–1,47 i 1,93–0,54–1,75 (B. Gronkowska-Krystek, 1997).

Piaski, mułki i iły zastoiskowe częściowo wypełniają kopalną formę rynnową w Okartowie i zostały opisane jako mułki z przewarstwieniami ilów, prawdopodobnie o grubości do około 10 m. Lokalnie, w części stropowej osadów zastoiskowych mogą występować piaski drobnoziarniste. Piaski i mułki zastoiskowe stadiału środkowego można obserwować w krawędzi klifowej jeziora Śniardwy.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują powszechnie. W otworze 1 (Chmielewo) mają one miąższość około 30 m i wypełniają kopalną formę rynnową.

Interstadiał

Osady prawdopodobnie tego wieku przewiercono w otworze 7 (Okartowo). Są to jasnoszare, smugowane poziomo, wapniste mułki i piaski pyłowe z detrytusem roślin, jeziorne, o łącznej grubości 6,6 m. Cztery próbki osadów zostały poddane analizie palinologicznej. Na podstawie wyników tej analizy H. Winter (1997) uważa, że panowały wtedy luźne lasy sosnowo-świerkowo-brzozowe na terenach suchych i lasy olchowe na terenach podmokłych. Skład zbiorowisk roślinnych wskazuje na panowanie klimatu umiarkowanego chłodnego (borealnego), a sedymentacja osadów mogła zachodzić podczas interstadiału lub u schyłku interglacjału. Interstadialne osady jeziorne leżą na glinach zwałowych stadiału środkowego i kontaktują z utworami zastoiskowymi.

Stadiał górny

Osady tego stadiału tworzą powierzchnię arkusza Orzysz lub leżą bezpośrednio pod utworami holoceniowymi. Większość osadów stadiału górnego można obserwować w czynnych lub czynnych okresowo piaskowniach i żwirowniach. Łączna miąższość tych osadów dochodzi do 52,6 m w głębokich, kopalnych formach rynnowych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) pokrywają duże obszary, co dokumentują profile licznych otworów hydrogeologicznych. W otworach tych miąższość dolnych osadów wodnomorenowych rzadko przekracza 10 m. W otworze kartograficznym 7 (Okartowo) beżowe, źle wysortowane piaski różnoziarniste z rzadko występującymi ziarnami żwirów o średnicy do 8 mm mają grubość 40,4 m. W zespole minerałów ciężkich stosunek zawartości amfiboli do granatów jest bardzo zmienny (B. Gronkowska-Krystek, 1997), a obtoczenie ziaren kwarcu słabe i tylko w górnej części średnie ($R = 0,50$). W Łysoniach dolne osady wodnolodowcowe mają miąższość ponad 30 m. W obu otworach kartograficznych piaski i żwiry wypełniają, być może tę samą, kopalną formę rynnową. Odslaniają się one na powierzchni terenu u podstawy krawędzi morfologicznej biegnącej od jeziora Śniardwy w kierunku południowo-wschodnim.

Iły i mułki zastoiskowe (dolne) zostały przewiercone tylko w otworze hydrogeologicznym 10 w Okartowie, gdzie mają miąższość 2,5 m.

Gliny zwałowe stanowią przewodni poziom najmłodszego okresu glacialnego. Buduje on znaczną część powierzchni morenowej wysoczyzny polodowcowej. Poziom ten składa się z rdzawobrazowych, ciemnobezowych i beżowoszarych, silnie wapnistych i piaszczystych glin zwałowych. Zawierają one liczne żwiry i gązdy o średnicy do 15 cm, a miejscami o średnicach jeszcze większych i przeważnie, jak stwierdzono to w licznych sondowaniach, w części stropowej są odwapnione do głębokości około 1 m. Miąższość najmłodszych glin rzadko przekracza 10 m. Gliny te nie występują w otworach kartograficznych, ale zostały przewiercone w większości otworów hydrogeologicznych.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren wyciśnięcia, rzadziej spiętrzonych występują przede wszystkim we wzgórzach i pagórkach w północnej części obszaru arkusza, na przedpolu pomorskiej strefy czołowomorenowej, a także na obszarze przyległym do misy jeziora Śniardwy. Na północy moreny wyciśnięcia tworzą zarysy lobowe. Przy Śniardwach formy wyciśnięcia zbudowane są przeważnie z zaburzonych mułków i piasków zastoiskowych stadiału środkowego, przykrytych najmłodszymi glinami zwałowymi lub piaskami lodowcowymi.

Żwiry i piaski lodowcowe są bardziej piaszczystą facją osadów zwałowych i występują głównie na płaskich powierzchniach wysoczyznowych po południowo-wschodniej stronie jeziora Śniardwy. Są to osady ze zmienną, ale przeważnie dużą domieszką frakcji pyłowej. Osadom tym towarzyszą liczne, duże głazy o średnicy często przekraczającej 1 m. Miąższość żwirów i piasków lodowcowych przeważnie nie przekracza 2 m. Leżą one w omawianym rejonie na piaskach, mułkach i ilach zastoiskowych stadiału środkowego i budują tu płaską wysoczyznę morenową. W otworze 1 (Chmielewo) lekko gliniaste albo pyłowate, brązowe piaski lodowcowe ze żwirami i głazami osiągają miąższość 3,2 m.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren czołowych, prawdopodobnie miejscami o miąższości ponad 30 m, występują w północno-zachodniej części arkusza, gdzie budują formy strefy czołowomorenowej fazy pomorskiej, a w części środkowej pas pagórków akumulacyjnych strefy czołowomorenowej fazy poznańskiej. Piaski i żwiry akumulacji szczeli-
nowej towarzyszą rynnie jeziora Orzysz i poznańskiej strefie czołowomorenowej uformowanej na południe od jeziora Białoławki. Piaski i żwiry tarasów kemowych i plateau kemowego oraz kemów występują przeważnie na obszarze między strefami czołowomorenowymi. Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren martwego lodu rzadko występują w obrębie arkusza Orzysz.

Iły i mułki zastoiskowe (górne) występują tylko w rejonie Okartowa. W otworze 7 (Okartowo) zielonkawoszare piaski pyłowate z substancją roślinną przechodzą ku spągowi w drobno laminowane mułki, a te z kolei w iły warwowe. W spągu osadów zastoiskowych leży bruk żwirowy o średnicy ziarn do 5 cm — prawdopodobnie ślad rozmycia glin zwałowych stadiału górnego (przekrój A–B). Górne osady leżą na głębokości 12,8–16,2 m, a ich miąższość dochodzi do 7,9 m w otworze 10 (Okartowo). Dwanaście próbek mułków ilastych było zbadanych palinologicznie (H. Winter, 1997). Głównie z powodu bardzo wysokiego udziału pyłku trzeciorzędowego i planktonu morskiego dla próbek tych została wykonana tylko analiza jakościowa. Tego typu spektra wskazują na przemieszanie osadu, charakteryzują m.in. utwory zastoiskowe, a określenie ich wieku metodą analizy pyłkowej jest niemożliwe.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) mają miąższość do 22 m. Tworzą one rozległe powierzchnie w środkowej i południowej części obszaru arkusza, a także towarzyszą

rynnom subglacialnym jeziora Tyrkło i Orzysz. Piaski i żwiry wodnolodowcowe budują dwa tarasy sandrowe. W rejonie Orzysza piaski, żwiry i gliny wodnomorenowe, o grubości rzadko przekraczającej 2 m, pokrywają lokalnie osady sandrowe. Utwory wodnomorenowe są bardzo zróżnicowane sedymentacyjnie, przeważnie złożone z laminowanych pakietów błotnych osadów gliniastych i osadów piaszczystych krótkiego transportu wodnego. Silnie pyłowate, bezstrukturalne piaski peryglacialne towarzyszą piaskom i żwirom czołowomorenowym starszej na tym obszarze fazy poznańskiej. W piaskowni-żwirowni na południowy wschód od Wierzbina obserwowano piaski peryglacialne wypełniające pseudomorfozy po klinach mrozowych o wysokości ponad 2 m. Piaski i mułki jeziorne, peryglacialne są silnie zorsztynizowane, mają grubość do 5 m i występują na piaskach i żwirach wodnolodowcowych w południowej części obszaru. Utwory jeziorno-peryglacialne tworzą równiny jeziorne. U wylotu dolinek i dolin, przecinających utwory wyższego tarasu sandrowego, osadom jeziorno-peryglacialnym towarzyszą piaski i żwiry rzeczno-peryglacialne zakumulowane w formie delt. Osady te wypełniają także dna form dolinnych, mają miejscami domieszkę szczątków roślinnych; w otworze 39 (Łysonie) ich miąższość wynosi 4 m.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Na omawianym obszarze pod koniec plejstocenu i w holocenie tworzyły się osady zwietrzelinowe (eluwialne), deluwialne, jeziorne (starsze) i eoliczne.

Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) (tab. 1), przeważnie drobnoziarniste, silnie pyłowate i bezwapienne, osiągają miąższość do 0,8 m i leżą na glinach zwałowych stadiału górnego stopniowo w nie przechodząc. Piaski i gliny deluwialne to rytmicznie warstwowane osady leżące miejscami u podnóża wysokich krawędzi terenowych.

Starsze piaski, żwiry i mułki jeziorne, miejscami z humusem i szczątkami roślinnymi, były akumulowane prawdopodobnie od najstarszego dryasu do starszego holocenu. Pod pokrywą gytii i innych holocenijskich (młodszych) osadów jeziornych zalegają one dna jezior. Starsze osady jeziorne mają miąższość od kilku centymetrów do kilku metrów. Utwory te, pobrane spod Jeziora Mikołajskiego, były badane przez K. Więckowskiego (1966), a pobrane spod Śniardw były analizowane przez M. Szostaka (1967). Badania wieku metodą ^{14}C wskazały, że część tych osadów powstała w interfazie Alleröd (K. Więckowski, 1966). Osady jeziorne ze schyłku plejstocenu i starszego holocenu występują również na brzegach rozległych torfowisk i w ich dnach. W rejonie jeziora Kocioł tworzą płaskie powierzchnie wznoszące się do około 2,5 m nad powierzchnię jezior i około 1 m nad powierzchnię utworzoną z młodszych osadów jeziornych, z którymi razem budują tarasy jeziorne.

Piaski eoliczne są głównie drobnoziarniste, miejscami tworzą wydmy, w których osiągają miąższość do ponad 5 m na wschodnim brzegu jeziora Orzysz. Wydmy występują również na zachód od jeziora Tały i na południe od jeziora Roś.

c. Holocen

Kompleks najmłodszych osadów czwartorzędowych tworzą na obszarze arkusza Orzysz: piaski, żwiry, mułki i łył jeziorne budujące niższą część tarasów jeziornych i wały brzegowe występujące wokół jezior: Śniardwy i Seksty, piaski i namuły rzeczne, miejscami namuły piaszczyste, wypełniające doliny łączące jeziora Śniardwy i Roś oraz stosunkowo wąskie rozcięcia erozyjne powierzchni sandrowych we wschodniej części obszaru, gytie i kreda jeziorna oraz torfy. Gytie wapienne osiągają największe miąższości wśród osadów holocenijskich. W jeziorze Śniardwy ich miąższość wynosi miejscami ponad 7 m, a w złożu Chmielewo, zlokalizowanym na północ od jeziora Tuchlin, miąższość gytii dochodzi do 6,5 m.

B. TEKTONIKA

Z obszaru arkusza Orzysz brak jest szczegółowych danych o tektonicznych deformacjach podłoża osadów czwartorzędowych. Badania geoelektryczne (B. Jagodzińska, 1992) i wykonane otwory kartograficzne dowiodły, że powierzchnia utworów trzeciorzędowych występuje na różnych wysokościach, ale prawdopodobnie jest to rezultat egzaracyjnej działalności najstarszego lądolodu i erozyjnych procesów wód płynących w okresie dolnego plejstocenu. Być może tylko niecka występująca głęboko pod dnem jeziora Śniardwy ma założenia tektoniczne i do interglacjału mazowieckiego podlegała obniżającym ruchom tektonicznym (S. Lisicki, 1996a).

Badania geoelektryczne rzuciły nieco światła na możliwość występowania procesów glaci-tektonicznych w czwartorzędzie. W obrębie arkusza poziomy szczególnie glin zwałowych są prawdopodobnie zaburzone (powyginane) glacitektonicznie, co sugeruje sposób ułożenia glin na przekroju geologicznym A–B. W rejonie Orzysza miąższość mułkowo-ilastych osadów zastoiskowych stadiału środkowego zlodowacenia Warty jest bardzo duża i dochodzi do 40,5 m. Można przypuszczać, że osady te są w części stropowej zaburzone (spiętrzone) glacitektonicznie. Najmłodszy lądolód stadiału górnego również utworzył formy powstałe w wyniku procesów glacitektonicznych. Są to pagórki i wzgórza moren wyciśnięcia, być może także spiętrzonych, najlepiej rozwiniętych w północnej części obszaru, w rejonie strefy czołowomorenowej fazy pomorskiej. Zaburzone osady piaszczysto-żwirowe są tu przykryte glinami zwałowymi stadiału górnego zlodowacenia Wisły, a formy z nich zbudowane tworzą lepiej lub gorzej czytelne w terenie zarysy lobów lodowcowych. Formy te powstawały przede wszystkim pod stopą najmłodszego lądolodu, w czasie jego transgresji,

choć mogły być również deformowane (spiętrzone) w późniejszym okresie trwania tego zlodowacenia — w czasie oscylacji lądolodu (serdżów lodowych). Dobrze wykształcone, o dobrze udokumentowanej łuskowej budowie, tego samego wieku formy morenowe występują na obszarze arkusza Mikołajki, w rejonie jeziora Tałty (S. Lisicki, 1992, 1999). Moreny wyciśnięcia występują również w obrzeżeniu Śniardw. Na wyspie Czarci Ostrów i w jej pobliżu (na południe od tego jeziora) jądra tych form są zbudowane z mułkowych i drobnoziarnistych osadów piaszczystych zastoiskowych stadiału środkowego zlodowacenia Wisły. Występowanie w tym rejonie moren wyciśnięcia sugeruje, że współczesna niecka Śniardw jest depresją glacitektoniczną.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Schemat rozwoju budowy geologicznej został przedstawiony w tabeli 1.

W górnej kredzie, na obszarze objętym arkuszem Orzysz, w głębokim morzu epikontynentalnym tworzyły się margle piaszczyste. W dolnym paleocenie, pod koniec którego nastąpiła regresja, w morzu tym były prawdopodobnie akumulowane gezy. Po eoceńskiej ponownej transgresji morskiej osadzały się piaski kwarcowe z glaukonitem, później przekształcone w piaskowce margliste, a także ily głębokomorskie. W oligocenie morze epikontynentalne uległo spłyceniu i w jego obrzeżeniu następowały ingresje morskie. Osadzały się lądowe piaski kwarcowe z substancją węglistą i płytkomorskie piaski kwarcowo-glaukonitowe. Miocen był tu okresem lądowym. W obrębie arkusza Orzysz w miocenie górnym były akumulowane rzeczne piaski kwarcowe, jeziorzyskowe piaski pyłowate i mułki, a także miejscami trwała torfowa akumulacja bagienna, dzisiaj znana z występowania cienkich pokładów węgla brunatnego. Zbiornik późniejszej ilastej sedymentacji dolnopliocenińskiej znajdował się prawdopodobnie na zachód od omawianego obszaru.

Najstarszy lądolód skandynawski zlodowacenia Narwi, a szczególnie stadiału dolnego, głęboko wyegzarował obniżenie w północno-zachodniej części obszaru sięgając prawdopodobnie utworów paleoceńskich. Nasuwając się z kierunku północno-wschodniego być może miejscami, tak jak na zachód od tego obszaru (S. Lisicki, 1996a, 1997a), zaburzył glacitektonicznie osady podłoża trzeciorzędowego. W północnej części obszaru lądolód stadiału dolnego tego zlodowacenia utworzył głębokie rynny subglacjalne. Egzaracja lodowcowa i erozja wód subglacjalnych sięgnęła tu skał górnokredowych i paleoceńskich.

Po okresie sedymentacji osadów stadiału dolnego, ich silnej denudacji i sedymentacji osadów wodnolodowcowych i morenowych stadiału górnego, nastąpił okres interglacjału augustowskiego. Zaznaczył się on silną denudacją złożonych wcześniej utworów, a w rynnach silną erozją, a następnie akumulacją rzeczna.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia					U t w o r y (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro		
C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Z l o d o w a c e n i a p ó ł n o c n o p ó ł s k i e	Z l o d o w a c e n i e W i s ł y	S t a d i a ł g ó r n y	<p>Torfy — $t Q_h$</p> <p>Gytie i kreda jeziorna — $gy Q_h$</p> <p>Piaski i namuły rzeczne, miejscami namuły piaszczyste — $f_p Q_h$</p> <p>Piaski, żwiry, mułki i ily jeziorne — $li_p Q_h$</p>	<p>Akumulacja bagienna</p> <p>Akumulacja jeziorna</p> <p>Akumulacja rzeczna</p> <p>Erozja rzeczna</p> <p>Akumulacja jeziorna</p> <p>Całkowite wytopienie zagrzebanych brył martwego lodu</p>
					<p>Piaski eoliczne, miejscami w wydmach — $e_p Q$</p> <p>Piaski, żwiry i mułki jeziorne — $li_p Q$</p> <p>Piaski i gliny deluwialne — $pg^d Q$</p> <p>Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) — $z_p Q$</p>	<p>Akumulacja eoliczna, również w wydmach (głównie podłużnych)</p> <p>Krótki transport eoliczny z kierunków zachodnich</p> <p>Akumulacja jeziorna (również w interfazie Alleröd) — przeważnie na leżących w obniżeniach bryłach martwego lodu</p> <p>Zmywanie osadów i gromadzenie ich u podnóża zboczy</p> <p>Wietrzenie mechaniczne i odprowadzanie w głąb wodorotlenków Al i Fe</p>
					<p>Piaski i żwiry rzeczno-peryglacjalne — $f-pg Q_{B3}$ pz_p^4</p> <p>Piaski i mułki jeziorne, peryglacjalne — $li_{pm} Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski peryglacjalne — $pg_p Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski, żwiry i gliny wodnomorenowe — $fgg_p Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{p2} Q_{B3}$ p^4</p> <p>Iły i mułki zastoiskowe — $b_{im2} Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski, żwiry i gliny zwałowe moren martwego lodu — $gm_{p2} Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski i żwiry kemów — $k_p Q_{B3}$ p^4</p> <p>Piaski i żwiry tarasów kemowych i plateau kemowego — $tk_p Q_{B3}$ p^4</p>	<p>Akumulacja rzeczna i deltowa w klimacie peryglacjalnym</p> <p>Erozja rzeczna</p> <p>Akumulacja jeziorna w klimacie peryglacjalnym, na bryłach martwego lodu</p> <p>Wietrzenie mechaniczne w strefie wiecznej zmarzłoci, w klimacie peryglacjalnym</p> <p>Akumulacja osadów wytapianych z brył martwego lodu — spływy błotne do płytkich zbiorników wodnych</p> <p>Akumulacja osadów wodami lodowcowymi (częściowo na bryłach martwego lodu) — formowanie niższego tarasu i szlaku sandrowego (II) — w okresie postoju czoła lądolodu na linii moren czołowych fazy pomorskiej (zasięgu maksymalnego i później młodszych zasięgów recesyjnych); wcześniej — w okresie postoju czoła lądolodu na linii moren czołowych fazy poznańskiej — tworzenie wyższego tarasu i szlaku sandrowego (I)</p> <p>Erozja wód lodowcowych — na początku postojów czoła lądolodu na liniach moren czołowych fazy pomorskiej i poznańskiej</p> <p>Lokalna akumulacja zastoiskowa w peryglacjalnych zbiornikach wodnych. Dalszy rozpad martwych lodów na mniejsze bryły martwego lodu, czoło lądolodu na liniach młodszych postojów recesyjnych</p> <p>Wytapianie osadów morenowych z płatów i brył martwego lodu oraz akumulacja tych osadów u podnóża i między płatami i bryłami martwego lodu</p> <p>Akumulacja osadów w przetainach</p> <p>Dalsza recesja lądolodu — powstawanie przetain w płatach i bryłach martwego lodu, powstawanie brył martwego lodu</p> <p>Akumulacja osadów w rozpadlinach i rozległych przetainach</p> <p>Powstanie rozpadlin i rozległych przetain w płatach lądolodu stagnującego</p>

C z w a r t o r z ę d n e o p o l s k i e p o ł u 	Zlodowacenia średnopolodniowe	Zlodowacenie Odry	Stadial górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^3}^{O3}}{p^3}$ Mułki i piaski pyłowate zastoiskowe — $b \frac{Q_{p^3}^{O3}}{m}$ Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^3}^{O3}}{gzw}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem topniejącego lądolodu Silna erozja przez wody lodowcowe Akumulacja w peryglacialnych zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lądolodu i glacicitektoniczne przemodelowywanie podłoża			
		Interglacial wielki	Zlodowacenie Liwca		Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^{2-3}}^C}{p^2-3}$ Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^{2-3}}^C}{gzw}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem topniejącego lądolodu Erozja wód lodowcowych Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lodowcowa i glacicitektoniczne przemodelowywanie podłoża		
			Interglacial mazowiecki		Piaski miejscami z detrytusem roślin, rzeczne — $f \frac{Q_{p^{2-3}}^M}{p}$	Akumulacja dojrzałej rzeki klimatu umiarkowanego ciepłego — kontynuacja akumulacji rzeczno-peryglacialnej Ostateczne wytopienie brył martwego lodu		
	Zlodowacenia północnopolodniowe	Zlodowacenie Wiłgi			Piaski i żwiry rzeczno-peryglacialne — $f-pg \frac{Q_{p^2}^G}{p^2}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b \frac{Q_{p^2}^G}{im2}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^2}^G}{p^2}$ Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^2}^G}{gzw}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b \frac{Q_{p^2}^G}{im1}$	Akumulacja rzeczna w klimacie peryglacialnym Erozja przez wody lodowcowe Akumulacja w peryglacialnych zbiornikach zastoiskowych (recesyjnych) Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem topniejącego lądolodu Silna erozja przez wody lodowcowe Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lodowcowa i glacicitektoniczne przemodelowywanie podłoża Akumulacja w peryglacialnych zbiornikach zastoiskowych (transgresywnych)		
					Zlodowacenie Sanu	Stadial górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^2}^{S3}}{p^2}$ Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^2}^{S3}}{gzw}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem topniejącego lądolodu Erozja przez wody lodowcowe Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja
						Stadial dolny	Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^2}^{S1}}{gzw}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^2}^{S1}}{p^2}$	Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lodowcowa Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu Silna erozja przez wody lodowcowe
					Interglacial małopolski		Piaski, piaski pyłowate i mułki, miejscami z detrytusem roślin, jeziorno-rzeczne — $li-f \frac{Q_{p^2}^K}{pm}$	Akumulacja jeziora i rzeczna, przeważnie deltowa w dużym zbiorniku wodnym Erozja rzeczna i ostateczne wytopienie brył martwego lodu
		Zlodowacenie Nirdy	Stadial górny	Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^2}^{N3}}{gzw}$	Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lodowcowa			
			Stadial dolny	Piaski, miejscami piaski pyłowate, wodnolodowcowe — $fg \frac{Q_{p^2}^{N1}}{p}$ Gliny zwałowe — $g \frac{Q_{p^2}^{N1}}{gzw}$ Iły i mułki zastoiskowe — $b \frac{Q_{p^2}^{N1}}{im}$	Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem topniejącego lądolodu Erozja przez wody lodowcowe Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — egzaracja lodowcowa Akumulacja w peryglacialnych zbiornikach zastoiskowych (transgresywnych)			
	Interglacial augustowski (podlaski)			Piaski i żwiry rzeczne — $f \frac{Q_{p^{1-2}}}{p^1-2}$	Akumulacja rzeczna Silna erozja rzeczna i ostateczne wytopienie brył martwego lodu Silna denudacja			

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	Stadial górny	Gliny zwałowe oraz piaski i żwiry, miejscami z przewarstwieniami piasków, wodnomorenowe — $g_{zw} Q_{p1}^{A3}$ Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p1}^{A3}$	Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu — oscylacje czoła przedzielone okresami akumulacji wodnolodowcowej, sploty błota morenowego w czasie transgresji lądolodu — silna egzaracja i być może glacitektoniczne przemodelowywanie rynien subglacjalnych Akumulacja osadów przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu Erozja przez wody lodowcowe Silna denudacja
				Stadial dolny	?	Recesja lądolodu (?) Akumulacja lodowcowa (?) Transgresja lądolodu — silna egzaracja lodowcowa — powstanie rynien subglacjalnych w północnej części obszaru arkusza Orzysz
Trzeciorzęd	Neogen	Miocen			Piaski kwarcowe z cienkimi pokładami węgla brunatnego, miejscami piaski pyłowate i mułki — $p_Q M$	Akumulacja rzeczna, jeziorzyskowa i bagienna Erozja
					Paleogen	Oligocen
	Eocen	Piaski kwarcowe z glaukonitem, ily i piaskowce margliste — $p_Q E$	Akumulacja głębokomorska Transgresja morska			
	Paleocen	Gezy (?) — $ge P_c(?)$	Regresja morska Akumulacja głębokomorska			
Kreda	Kreda górna	Mastricht			Margle piaszczyste (?) — $me_p Cr_m$	Akumulacja głębokomorska

W okresie zlodowacenia Nidy na omawiany obszar nasunął się lądolód kolejnych dwóch stadiałów. Pozostawił on po sobie dwa poziomy glin zwałowych, a w okresie stadiału dolnego były również akumulowane utwory zastoiskowe i wodnolodowcowe.

W okresie interglacjału małopolskiego rozległy zbiornik wodny utworzył się nad obniżeniem wyegzarowanym w osadach trzeciorzędowych przez najstarszy lądolód. Były w nim składane piaski i mułki jeziorne z detrytusem roślinnym, a sedymentacja zbiornikowa była przeplatana epizodami akumulacji rzecznej. Większa dolina rzeczna kierowała swe wody do tego zbiornika z rejonu południowo-wschodniego, a mniejsza, być może, z kierunku północnego. Do zbiornika napływał częściowo, bogaty w glaukonit, materiał z rozmywanych wychodni osadów paleogeńskich.

Złożenie glin zwałowych przez kolejny lądolód zlodowacenia Sanu, w okresie jego dwóch stadiałów, zostało poprzedzone silną erozją wód lodowcowych (co spowodowało zniszczenie glin zlodowacenia Nidy na dużym obszarze) i akumulacją piaszczysto-żwirową o dużej miąższości. W okresie młodszej deglacjacji wody lodowcowe rozmywały złożone wcześniej gliny zwałowe, stąd gliny zlodowacenia Sanu zachowały się tylko w północnej części obszaru.

Lądolód zlodowacenia Wilgi glacitektonicznie przemodelował starsze osady i zakumulował gliny o większej grubości, niż wcześniejsze lądolody. Przed czołem transgredującego lądolodu, jak i w okresie deglacjacji, tworzyły się zastoiska. Miejscami wody lodowcowe silnie egzarowały, a potem akumulowały osady wodnolodowcowe o dużej miąższości. Pod koniec tego

złodowacenia, jeszcze w czasie panowania klimatu peryglacjalnego, tworzyły się lokalnie jednocykliczne osady rzeczne.

W interglacjale mazowieckim kontynuacją tej akumulacji była sedymentacja piasków rzecznych z detrytusem roślinnym. Piaski te były składane w korycie prawdopodobnie meandrującej, dojrzałej rzeki.

Transgredujący z północy kolejny łądolód złodowacenia Liwca złożył jeden poziom glin zwałowych. Łądolód ten przemodelował glacitektonicznie osady złodowaceń południowopolskich. Jego wody w okresie deglacjacji erodowały podłoże i akumulowały piaski i żwiry o znacznej miąższości.

Utwory stadiału dolnego złodowacenia Odry, znane z obszaru arkusza Mikołajki, zostały zniszczone prawdopodobnie w okresie transgresji łądolodu stadiału górnego tego złodowacenia. Najmłodszy łądolód złodowacenia Odry przemodelował glacitektonicznie swoje podłoże i złożył gliny zwałowe o największej w tym rejonie miąższości. W okresie deglacjacji zostały złożone osady zastoiskowe i wodnolodowcowe.

Łądolód złodowacenia Warty również dwukrotnie modelował glacitektonicznie swoje podłoże i pozostawił po sobie dwa poziomy glin zwałowych o zmiennej miąższości. Sedymentacja ilasto-drobnoziarnistych osadów zastoiskowych poprzedzała akumulację starszych glin zwałowych i kończyła cykl akumulacji osadów stadiału dolnego. W obu stadiałach tworzyły się gruboziarniste osady wodnolodowcowe. W rejonie Orzysza osady żwirowo-piaszczyste budują prawdopodobnie, dzisiaj kopalne, wzgórza morenowe (moreny czołowej albo martwego lodu). W okresie schyłku stadiału środkowego w północno-wschodniej części obszaru utworzyły się zbiorniki zastoiskowe, w których były składane mułki i piaski o wyjątkowo dużej miąższości.

Łądolód złodowacenia Wisły również dwukrotnie całkowicie pokrył powierzchnię arkusza Orzysz. Łądolód stadiału środkowego najmłodszego złodowacenia zaburzył glacitektonicznie utwory zastoiskowe stadiału środkowego złodowacenia Warty w rejonie Orzysza, uformował rynny subglacjalne i złożył gliny zwałowe o zmiennej grubości. Jedna z rynien, w rejonie Okartowa, została wysłana glinami tego łądolodu. W okresie deglacjacji miejscami na osadach zastoiskowych zostały zakumulowane gruboziarniste osady wodnolodowcowe, które również wypełniły, obecnie kopalną, rynnę w rejonie Chmielewa. Osady zastoiskowe tego wieku były również składane w rozległym zbiorniku w rejonie dzisiejszego jeziora Śniardwy i w rynnie w Okartowie. W okresie interstadiału złodowacenia Wisły kontynuacją sedymentacji zastoiskowej była tu akumulacja mułków i piasków jeziornych z detrytusem roślin. Przed czołem transgredującego, najmłodszego łądolodu rynny subglacjalne stadiału środkowego były wypełniane osadami piaszczysto-żwirowymi, a w rejonie Okartowa powstało lokalne zastoisko. Łądolód stadiału górnego dotarł na odległość kilku kilometrów na południe od arkusza Orzysz. W czasie jego transgresji powstawały głębokie rynny subglacjalne, miejscami

w obrębie starszych rynien stadiału środkowego. Był to okres fazy leszczyńskiej. W recesyjnej fazie poznańskiej czoło aktywnego lądolodu uformowało się na południe i na południowy wschód od dzisiejszego jeziora Śniardwy. Tworzyły się akumulacyjne moreny czołowe, miejscami budowane z materiału drobnoziarnistego, miejscami na płatach lodu stagnującego. W rejonie niecki dzisiejszego jeziora Śniardwy tworzyły się pod lodem moreny wyciśnięcia z osadów zastoiskowych stadiału środkowego budujących dno i strefy brzegowe tej formy. W północnej części obszaru osady podłoża lądolodu były prawdopodobnie zaburzane (wyciskane), być może w wyniku serdżów lodowcowych. W okresie stagnacji wody topniejącego lądolodu składały osady wyższego poziomu sandrowego formując w strefie czołowomorenowej krótkie stożki sandrowe i dalej na południe rozległe pokrywy wyższego tarasu sandrowego. Wody lodowcowe były odprowadzane na południe między innymi szczelinami lodowymi istniejącymi wzdłuż rynny jeziora Orzysz. Na zapleczu tej strefy powstawały płyty lądolodu stagnującego, wśród którego w przetainach były składane osady przyszłych kemów, a później krążące między bryłami wody składały piaski i żwiry wodnolodowcowe; wytapiały się żwiry i piaski lodowcowe oraz gliny zwałowe. W tym czasie w niecce jeziora Śniardwy leżał płat stagnującego lądolodu o dużej grubości, a na południe od niego i od strefy czołowomorenowej rozległe płyty lodu martwego. Na północ od tej niecki czoło aktywnego lądolodu ulegało serdżom (oscylacjom), co spowodowało spiętrzenia wcześniej wyciśniętych osadów. Następnie czoło lądolodu uformowało się na północ od niecki przyszłego jeziora Śniardwy. Był to okres fazy pomorskiej. Główny odpływ wód z lądolodu odbywał się bramą lodową prawdopodobnie istniejącą w rejonie rynny późniejszego jeziora Tyrkło. W tym czasie przy krawędzi lądolodu były składane osady moren czołowych. Wody płynęły na południe po rozległej bryle martwego lodu zalegającej nieckę przyszłego jeziora Śniardwy (śladem tego przepływu jest taras kemowy występujący po wschodniej stronie jeziora) i dalej wśród brył i na bryłach martwego lodu składały osady niższego poziomu sandrowego. Tworzyła się w ten sposób powierzchnia niższego tarasu sandrowego. Między bryłami martwego lodu zalegającymi na zapleczu poznańskiej strefy czołowomorenowej na osadach wodnolodowcowych były miejscami składane błotne utwory wodnomorenowe. Gdy czoło aktywnego lądolodu uformowało się dalej na północ, od tworzącej się tam strefy czołowomorenowej płynęły wody roztopowe tworząc wzdłuż rynny jeziora Tyrkło szlak sandrowy. Wody te płynęły na południe po martwych lodach zalegających nieckę przyszłego jeziora Śniardwy. Dalej na południe wody te erodowały wcześniej utworzoną między i na bryłach martwego lodu powierzchnię sandrową. Roztokowo płynące wody roztopowe były zbierane prawdopodobnie przez formującą się na południu dolinę pra-Pisy. W tym czasie na omawianym obszarze panowała jeszcze pustynia arktyczna, w klimacie której rozwinęła się wieczna marzłoc i tworzyły się pokrywy peryglacjalne. W okresie ocieplającego się klimatu schyłku plejstocenu była rozcinana powierzchnia wyższego tarasu sandrowego. Erodowany materiał piaszczysto-żwirowy był składany w formie delt w brzeżnej strefie rozległego zbiornika jeziorno-peryglacjalnego. Powstał on

w czasie, gdy wody roztopowe w rejonie dzisiejszego jeziora Śniardwy przestały już płynąć z północy. W utworzonych dolinach były akumulowane osady rzeczno-peryglacjalne. W obszar pokryty tundrą wkraczały zbiorowiska roślinności leśnej. Powoli wytapiały się, zagrzebane w osadach, bryły martwego lodu, w tym również bryła w niecce tworzącego się jeziora Śniardwy.

Na przełomie plejstocenu i holocenu, w okresach chłodniejszych, na glinach zwałowych powstawały cienkie pokrywy zwietrzelinowe, u podnóża stoków osady deluwialne, a na powierzchniach sandrowych — pokrywy eoliczne i wydmy. Począwszy od interfazy Alleröd na obszarze na południe od jeziora Śniardwy istniało rozległe i płytkie jezioro. W nim i na bryłach martwego lodu pod wodami jeziora Śniardwy były osadzane starsze mułki, piaski i żwiry jeziorne.

Na początku holocenu, pod koniec okresu preborealnego, ostatnie bryły martwego lodu zaczęły intensywnie znikać, co przy wzroście ilości wody w zagłębieniach i odpływie powierzchniowym spowodowało jednak w okresie borealnym obniżenie zwierciadła wody w jeziorach przypuszczalnie o około 6–8 m. W tym czasie zaczęło się formować rzeczne koryto prowadzące wody ze Śniardw przez jeziora: Białoławki, Kocioł i Roś dalej na południe. W jeziorach rozpoczęła się akumulacja najmłodszych, mineralnych osadów jeziornych. W okresie atlantyckim poziom wody w jeziorach podwyższył się o około 4 m, a w okresie subborealnym obniżył o około 1–2 m i był nadal niższy od współczesnego. Ostateczne podwyższenie poziomu wody w jeziorach miało miejsce w okresie subatlantyckim (około 1000 lat temu). Wody ustabilizowały się wtedy na wysokości około 117–118 m n.p.m. Z tego okresu pochodzą osady tarasów jeziornych i towarzyszące im wały brzegowe. Po przekopaniu kanałów w XIX w. lustro wody opadło do wysokości 115,7 m n.p.m. Od początku holocenu, ale najintensywniej w okresie atlantyckim, w wielu jeziorach były składane gytie i kreda jeziorna. Płytkie zbiorniki już dawno wypełniły osady mineralne i gytie, a na nich powstały torfowiska. Wypełnienie osadami i zarastanie istniejących jeszcze zbiorników przebiega do dzisiaj. W ciągu 11 000 lat misy jezior zostały wypełnione osadami dennymi w około 30%, w tym jeziora rynnowe w 20–25%, jezioro Śniardwy w 30–35%, a jezioro Seksty w około 80% (K. Więckowski, 1966).

IV. PODSUMOWANIE

Wszystkie trzy otwory kartograficzne wykonane na arkuszu Orzysz osiągnęły strop trzeciorzędu. Na podstawie badań palinologicznych rozpoznano utwory eocenu, oligocenu i miocenu. Wnikliwe badania litologiczno-petrograficzne osadów pobranych z rdzeni wiertniczych umożliwiły rozpozniomowanie glin zwałowych i utworów je rozdzielających. W wyniku badań okazało się, że na terenie arkusza występuje prawie pełny profil glacialnych osadów plejstoceńskich — dwanaście poziomów glin zwałowych należących do ośmiu zlodowaceń oraz rozdzielające gliny osady wod-

nolodowcowe i zastoiskowe. Przewiercono także utwory prawdopodobnie interglacjału małopolskiego i mazowieckiego, a także badane palinologicznie jeziorne osady interstadialne rozdzielające stadiały zlodowacenia Wisły. Współczynniki petrograficzne glin zwałowych i procentowa zawartość występujących w nich żwirów są zgodne z danymi otrzymanymi dla odpowiednich glin z arkuszy: Piecki, Mrągowo i Mikołajki oraz są charakterystyczne nie tylko dla Mazur, ale dla całej Polski północno-wschodniej. Potwierdza to celowość wykonywanych od wielu lat badań petrograficznych glin zwałowych i stosowania ich wyników jako analizy litostratygraficznej. W rdzeniach wiertniczych otworów kartograficznych, dzięki analizie wyników badań petrograficznych, stwierdzono występowanie porwaków (kier) starszych glin zwałowych.

Badania glin zwałowych na arkuszach Piecki, Mrągowo i Mikołajki pozwoliły stwierdzić, że na całej powierzchni Mazur występuje jeden i ten sam poziom glin zwałowych o zbliżonych współczynnikach petrograficznych. Linia maksymalnego zasięgu lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły przebiega na południe od arkusza Orzysz i utożsamiana jest z fazą leszczyńską. Przebiegająca przez środek arkusza strefa czołowomorenowa odpowiada młodziej, ale tylko recesyjnej fazie poznańskiej. Strefa moren czołowych występująca w części północno-zachodniej powstała w okresie jeszcze młodziej i również recesyjnej fazy pomorskiej.

Nie rozwiązaniem nadal problemem obszaru arkusza Orzysz pozostaje przypuszczalne występowanie utworów paleoceńskich w dnie rozległej niecki w północno-zachodniej części obszaru. Wykonane na północ od tego rejonu dwa otwory kartograficzne: 1 (Chmielewo) i 7 (Okartowo) dotarły jedynie do morskich osadów eoceńskich. Nie są też pewne stratygraficzne granice poprowadzone przez miąższe osady wodnolodowcowe w profilu otworu 39 (Łysonie). Być może ostatni problem zostanie rozwiązany w wyniku badań prowadzonych na arkuszu Wydminy. W trakcie rozwiązywania jest zagadnienie morfogenezy niecki jeziora Śniardwy. Określenie tej morfogenezy i jej skomplikowany przebieg jest możliwy do odtworzenia po pełnym zebraniu materiałów geologicznych z obu arkuszy Mikołajki i Orzysz, a szczególnie po odwierceniach otworów kartograficznych i przeprowadzeniu badań geologicznych otrzymanych z nich osadów czwartorzędowych.

Zachodnia część obszaru arkusza Orzysz, w tym głównie teren jeziora Śniardwy, wchodzi w skład Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Jakakolwiek działalność gospodarcza kolidująca z wymogami ochrony środowiska naturalnego jest tu niemożliwa.

LITERATURA

- Bogacki M., 1967 — Morfologia doliny Pisy na tle poziomów sandrowych *Pr. Stud. Inst. Geogr. UW* 1.
- Bogacki M., 1976 — Współczesne sandry na przedpolu Skieidararjökull (Islandia) i plejstoceńskie sandry w Polsce północno-wschodniej. *Rozpr. UW* 93.
- Ciuk E., 1966a — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa miąższości miocenu. Inst. Geol. Warszawa.
- Ciuk E., 1966b — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania spągu miocenu. Inst. Geol. Warszawa.
- Ciuk E., 1966c — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:500 000. Mapa ukształtowania stropu miocenu. Inst. Geol. Warszawa.
- Ciuk E., 1971 — Dokumentacja wyników badań geologiczno-poszukiwawczych złóż węgla brunatnych w rejonie olsztyńskim, woj. olsztyńskie. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- Gronkowska-Krystek B., 1997 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Orzysz. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- Halicki B., 1960 — Zagadnienia interstadiału mazurskiego. Zbiór prac i komunikatów treści geologicznej. *Muz. Ziemi — Inst. Geol. Warszawa*.
- Hoffman B., 1931 — Masuren. Grundzüge einer Morphologie der masurischen Landschaft. Der Nordesten I. Breslau.
- Hurtig T., 1935 — Das Spridingsee-Gebiet und das Schippenbeiler Becken. *Schrift Phys.-Ökon. Ges. Königsb.* 68, 3/4.
- Jagodzińska B., 1992 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mikołajki i Orzysz. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- Kondracki J., 1952 — Uwagi o ewolucji morfologicznej Pojezierza Mazurskiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 65.
- Kondracki J., 1957 — Pojezierze Mazurskie jako region naturalny. *Geogr. w szkole* 5.
- Kondracki J., 1972 — Pojezierze Mazurskie. W: *Geomorfologia Polski* 2. Niż Polski. Państw. Wyd. Nauk. Warszawa.
- Kondracki J., Pietkiewicz S., 1961 — North-East Poland Guide-Book of Excursion D. VI th INQUA Congr. Państw. Wyd. Nauk. Łódź.
- Kondracki J., Pietkiewicz S., 1967 — Czwartorzęd północno-wschodniej Polski W: *Czwartorzęd Polski*. Państw. Wyd. Nauk. Warszawa.
- Körnke B., 1930 — Letztglazialer Eisabbau und Flussgeschichte im nördlichen Ostpreussen und seinen Nachbargebieten. *Z. Deutsch. Geol. Ges.* B. 82, 1.
- Korolec H., 1968 — Procesy brzegowe i zmiany linii brzegowej Jeziora Mikołajskiego. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN* 73.
- Kozłowska M., Kozłowski I., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Pisz. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Kozłowska M., Kozłowski I., 1995 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Pisz. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Kozłowska M., Kozłowski I., 1996 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Ruciane. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Kozłowska M., Kozłowski I., 1999 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Ruciane-Nida. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

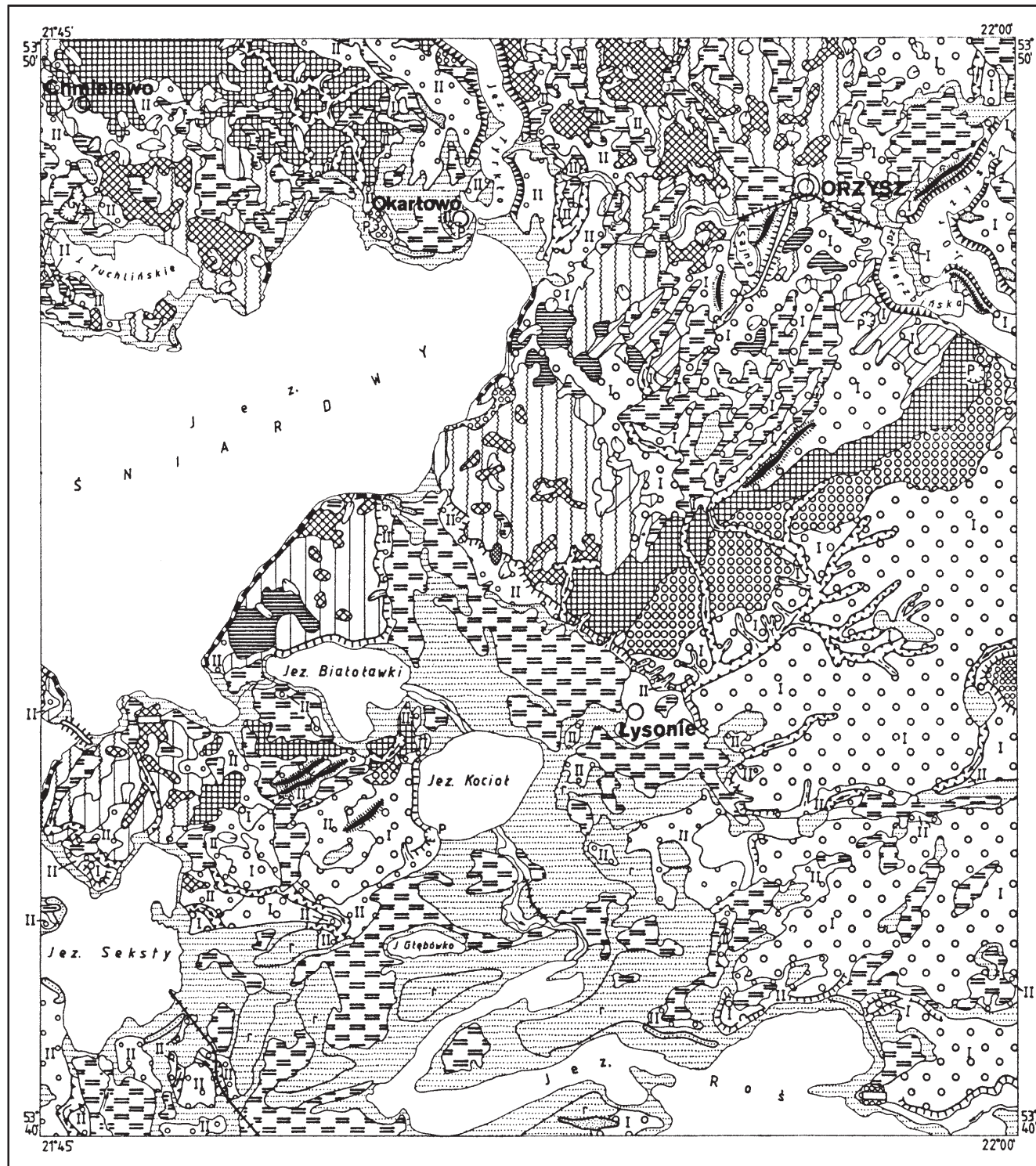
- Krause P.G., 1929 — Über Pseudoterrassen und Geländestufen im norddeutschen Glazialdiluvium. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.* **50**, 1.
- Laskowski K., Lewińska A., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Ryn. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Laskowski K., Lewińska A., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Ryn. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1992 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mrągowo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mikołajki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1995 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piecki. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1996a — Plejstocen Pojezierza Mrągowskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1996b — Stratygrafia plejstocenu centralnej części Pojezierza Mazurskiego. W: Stratygrafia plejstocenu Polski. Mat. II Konf. Grabanów 18–20 września 1995. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1997a — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Mrągowo. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1997b — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Geol. Quarter.* **41**, 3.
- Lisicki S., 1998 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Piecki. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Lisicki S., 1999 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Mikołajki. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Nowicki A.J., 1965 — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce 1:50 000. Mapa miąższości nadkładu miocenu. Inst. Geol. Warszawa.
- Rzechowski J., Gronkowska B., Kenig K., Sobczuk S., 1975 — Litostratygrafia osadów glacialnych z profilów wierceń na Pojezierzu Mazurskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Słodkowska B., 1997 — Wyniki analiz palinologicznych próbek osadów trzeciorzędowych przeprowadzonych na ark. Orzysz w profilach; Chmielewo 5, Okartowo 6 i Łysonie 7. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Słowański W., 1970 — Czwartorzęd i jego podłoże w południowej części obszaru jezior mazurskich i terenów przyległych. *Kwart. Geol.* **14**, 4.
- Słowański W., 1971a — Czwartorzęd i jego podłoże w nowych wierceniach między Szczytnem a Orzyszem. *Prz. Geol.* **2**.
- Słowański W., 1971b — Objasnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Pisz. Inst. Geol. Warszawa.
- Słowański W., 1972 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Pisz, wyd. A i B. Inst. Geol. Warszawa.
- Słowański W., 1981 — Czwartorzęd na Mazurach. *Biul. Inst. Geol.* 321.
- Stasiak J., 1969 — Wpływ warunków wodnych na roślinność późnego glacjału i holocenu północno-wschodniej Polski. *Prz. Geogr.* **41**, 1.
- Szostak M., 1967 — Pochodzenie jeziora Śniardwy i jego zasoby wodne. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN* 58.
- Szumański A., Laskowski K., 1993a — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Miłki. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Szumański A., Laskowski K., 1993b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Miłki. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Więcowski K., 1966 — Osady denne Jeziora Mikołajskiego. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN* 57.

- Winter H., 1997 — Opracowanie palinologiczne dotyczące próbek z wiercenia Okartowo (ark. Orzysz). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Zieliński T., 1992 — Moreny czołowe Polski północno-wschodniej — osady i warunki sedymentacji. UŚ. Katowice.
- Zieliński T., 1993 — Sandry Polski północno-wschodniej — osady i warunki sedymentacji. UŚ. Katowice.
- Zwierz S., 1948 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Olsztyn, wyd. A. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Zwierz S., 1951 — Materiały Archiwum Wierceń. T. III, ark. Olsztyn. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Zwierz S., 1953 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Olsztyn, wyd. B. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Zwierz S., 1955 — Materiały Archiwum Wierceń. T. III, ark. Olsztyn. Mapy rozmieszczenia wierceń. Inst. Geol. Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Orzysz (181)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



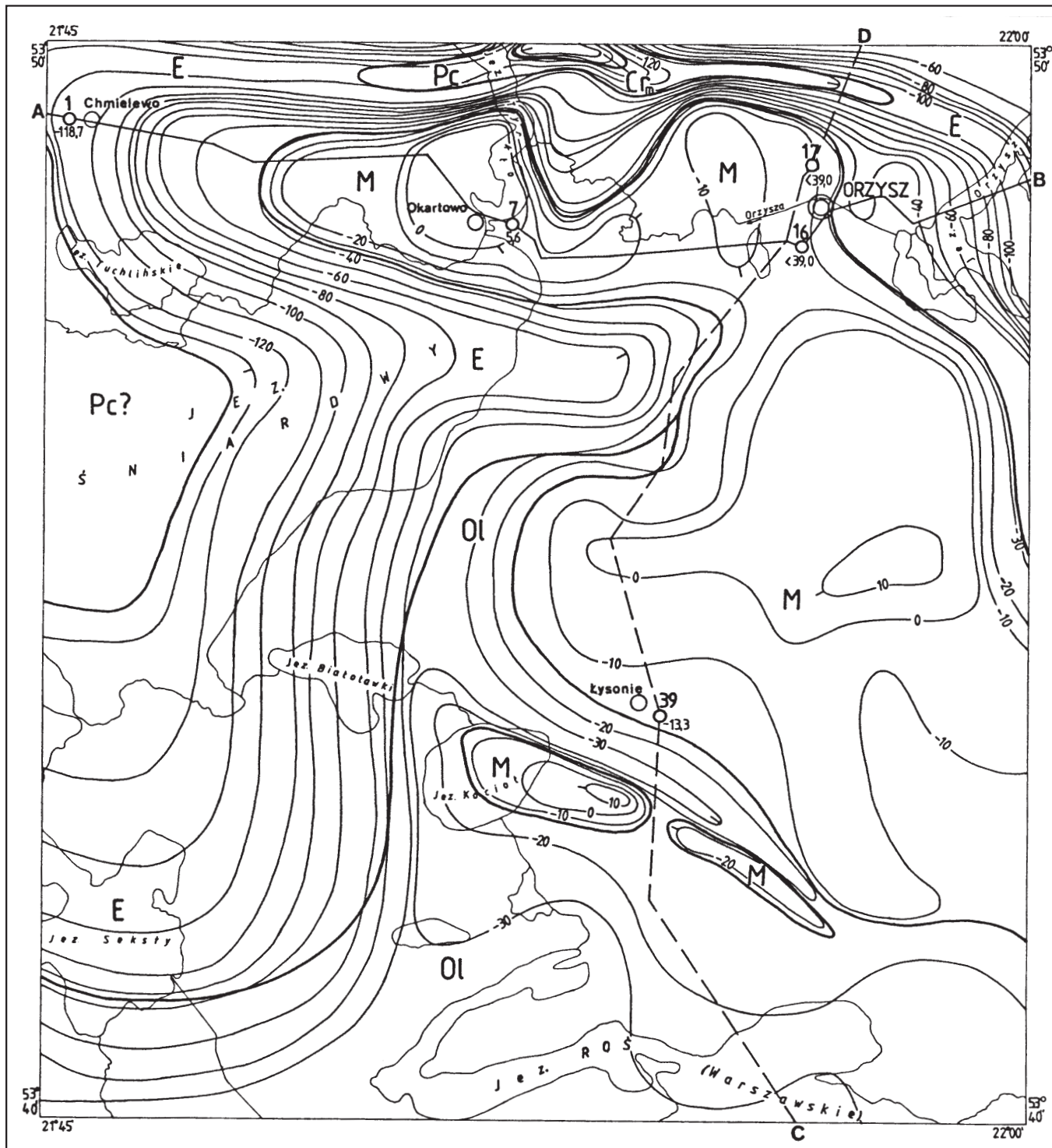
- | | | | |
|--|---|---|---------------------------------------|
| Formy lodowcowe | | Formy eoliczne | |
| | Wysoczyzna morenowa płaska | | Wydmy |
| | Wysoczyzna morenowa falista | Formy rzeczne | |
| | Moreny czołowe przeważnie akumulacyjne | | Dna dolin rzecznych i równiny deltowe |
| | Moreny wycięcia, miejscami spiętrzone | | Dolinki i młode rozcięcia erozyjne |
| Formy utworzone w strefie martwego lodu | | Formy jeziorne | |
| | Moreny martwego lodu | | Wały brzegowe |
| Formy wodnolodowcowe | | | Tarasy jeziorne |
| | Stożki sandrowe | | Równiny jeziorne |
| | Tarasy i szlaki sandrowe wyższe | | Klif |
| | Tarasy i szlaki sandrowe niższe | Formy utworzone przez roślinność | |
| | Tarasy sandrowe z pokrywą wodnomorenową (pokrywy wodnomorenowe) | | Równiny torfowe |
| | Formy akumulacji szczelinowej | Formy antropogeniczne | |
| | Kemy | | Groble i nasypy |
| | Tarasy i plateau kemowe | | Kanały |
| | Rynny subglacialne | | Piaskownie |
| | Doliny wód roztopowych | | Wyrobyiska po gytach wapiennych |
| | Krawędzie wysoczyzny oraz tarasów i plateau kemowych | | Wysypiska odpadów komunalnych |
| | Zagłębienia powstałe po martwym lodzie | | Grodziska |

Opracował: S. LISICKI

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Orzysz (181)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



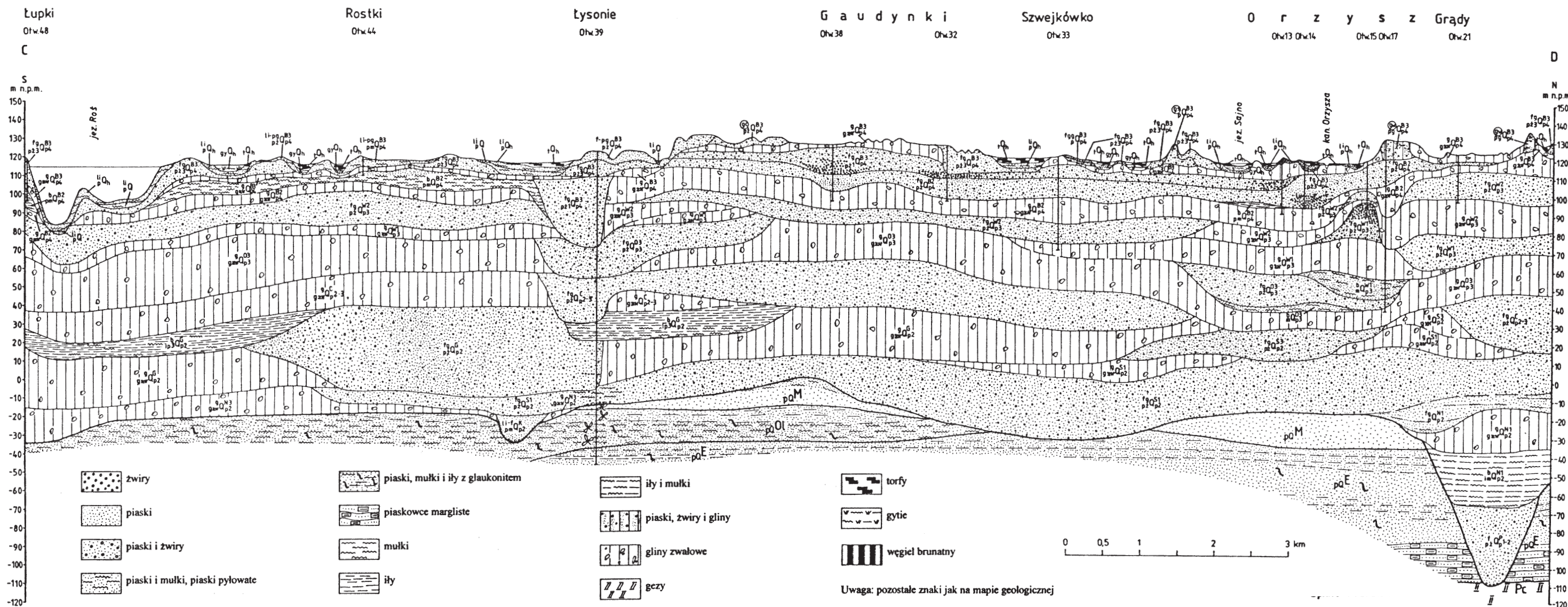
TRZECIORYZĘD	KREDA	KREDA GÓRNA	NEOGEN	M	Piaski kwarcowe z cienkimi pokładami węgla brunatnego, miejscami piaski pyłowate i mułki	MIOCEN
			PALEOGEN	OI	Piaski kwarcowo-glaukonitowe, mułki i ropy	OLIGOCEN
				E	Piaski kwarcowo-glaukonitowe, ropy i piaskowce margliste	EOCEN
				Pc	Gezy (?)	PALEOCEN (?)
			Cr _m	Margle piaszczyste (?)	MASTRYCHT	

- Granice geologiczne
- Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m
- Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (liczba oznacza wysokość stropu powierzchni podczwartorzędowej w m n.p.m.)
- Linia przekroju na mapie geologicznej
- Linia przekroju załączonego w tekście

Opracował: S LISICKI

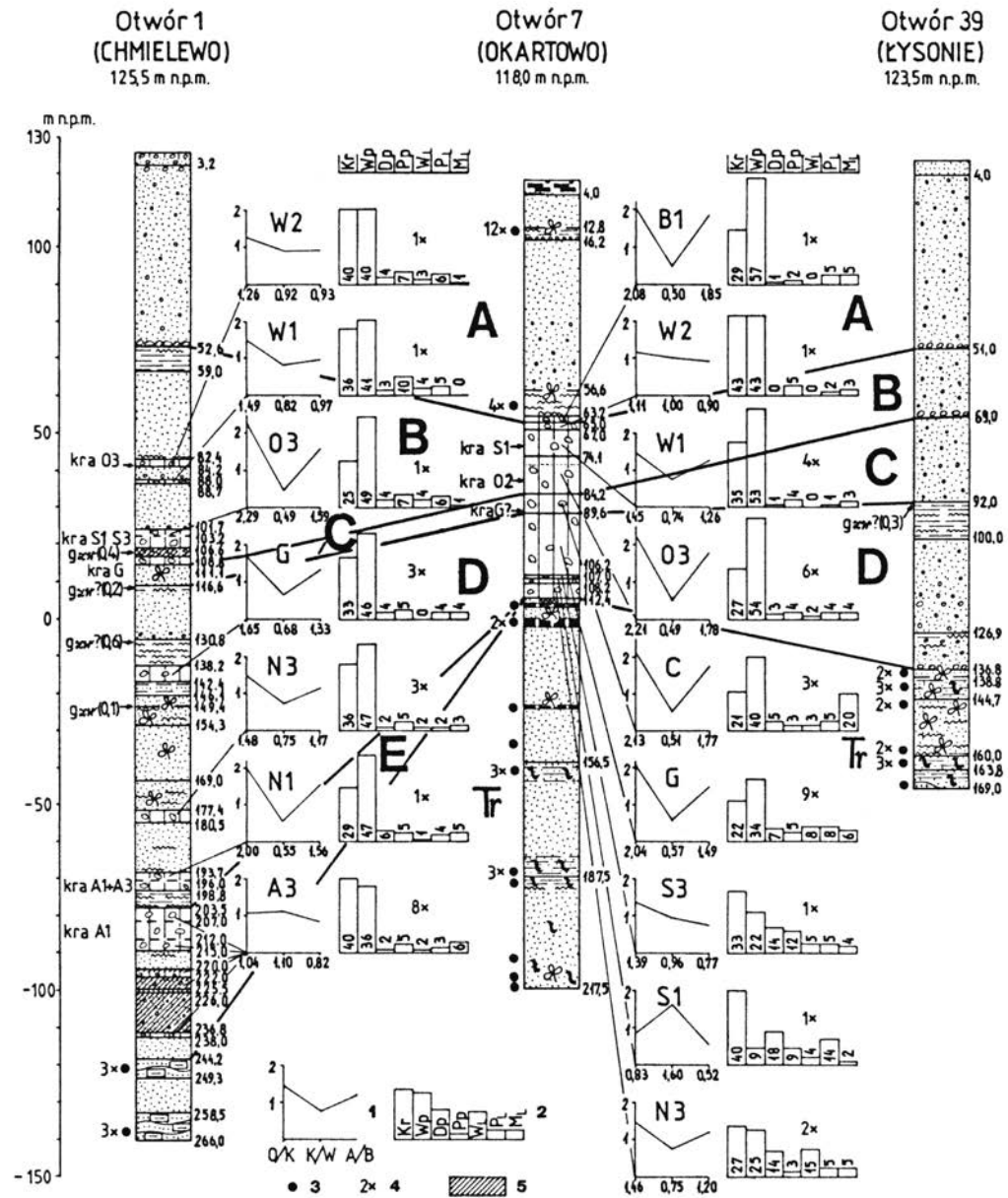
Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Orzysz (181)

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



Opracował: S. LISICKI

**WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNYCH GLIN ZWAŁOWYCH
Z OTWORÓW KARTOGRAFICZNYCH**



Oznaczenia stratygraficzne:

- A - Zlodowacenia północnopolskie
- B - Zlodowacenia środkowopolskie
- C - Interglacjał wielki
- D - Zlodowacenia południowopolskie
- E - Zlodowacenia najstarsze
- Tr - Trzeciorzęd

Gliny zwałowe:

- B1 - stadiu średniego zlodowacenia bałtyckiego
- W2 - stadiu średniego zlodowacenia Warty
- W1 - stadiu dolnego zlodowacenia Warty
- O3 - stadiu górnego zlodowacenia Odry
- C - zlodowacenia Liwca
- G - zlodowacenia Wilgi
- S3 - stadiu górnego zlodowacenia Sanu
- S1 - stadiu dolnego zlodowacenia Sanu
- N3 - stadiu górnego zlodowacenia Nidy
- N1 - stadiu dolnego zlodowacenia Nidy
- A3 - stadiu górnego zlodowacenia Narwi

- 1 Współczynniki petrograficzne glin zwałowych
- 2 Procentowa zawartość żwirów w glinach zwałowych
- 3 Ekspertyzy palinologiczne
- 4 Liczba próbek
- 5 Piaski, żwiry i mułki zwałowe lub wodnomorenowe (w tym również gliny)

U w a g a : pozostałe znaki jak na tablicy III i mapie geologicznej

Opracował: S. LISICKI
(głównie na podstawie B. Gronkowskiej-Krystek, 1997)