



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

SŁAWOMIR MĄDRY

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER

Koordynator regionu zachodniego Pomorza — R. DOBRACKI

OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Nadarzyce (235)

(z 4 tab. i 4 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



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

WARSZAWA 2005

Autor: Sławomir MĄDRY
Przedsiębiorstwo Usług Geologicznych „Kielkart”
ul. Starowapiennikowa 6, 25-113, Kielce

Redakcja merytoryczna: Zofia STAŃCZAK
Państwowy Instytut Geologiczny
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Leszek MARKS

ISBN 83-7372-773-6

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2005

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	10
A. Stratygrafia.	10
1. Trias.	11
a. Trias górny	11
Kajper	11
Retyk.	11
2. Jura	11
a. Jura dolna	11
3. Paleogen	11
a. Oligocen.	11
4. Neogen	12
a. Miocen	12
5. Czwartorzęd	12
a. Plejstocen	13
Zlodowacenia południowopolskie.	13
Interglacjał wielki	15
Zlodowacenia środkowopolskie	16
Zlodowacenie Odry	16
Zlodowacenie Warty	17
Stadiał dolny	17
Stadiał dolny + górny	19
Stadiał górny	19

Zlodowacenia północnopolskie	20
Zlodowacenie Wisły	20
Stadiał górny	20
b. Czwartorzęd nierozdzielony	24
c. Holocen	24
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	25
C. Rozwój budowy geologicznej	26
IV. Podsumowanie	31
L i t e r a t u r a	32

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

Tablica III — Przekrój geologiczny C–D

Tablica IV — Zestawienie otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

I. WSTĘP

Obszar arkusza Nadarzyce (235) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 został opracowany w Przedsiębiorstwie Usług Geologicznych „Kielkart” na podstawie „Projektu badań geologicznych...” B. Musiała z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach. Projekt został zatwierdzony przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa decyzją z dnia 31.12.1996 r. (KOK/59/96). W pracach terenowych oprócz autora arkusza uczestniczyli: B. Kwapisz, M. Barański i A. Gajos.

Położenie geograficzne obszaru arkusza wyznaczają współrzędne geograficzne: $16^{\circ}15'$ – $16^{\circ}30'$ długości geograficznej wschodniej i $53^{\circ}20'$ – $53^{\circ}30'$ szerokości geograficznej północnej. Ograniczona tymi współrzędnymi powierzchnia wynosi 308 km^2 .

Cały omawiany teren położony jest w obrębie dwóch mezoregionów: Pojezierza Wałęckiego i Równiny Wałęckiej (Kondracki, 2002). Administracyjnie należy on do województwa zachodniopomorskiego (powiat wałęcki — gminy: Wałcz, Mirosławiec; powiat drawski — gminy: Wierzchowo i Czaplunek; powiat szczeciniecki — gmina Borne Sulinowo). Tylko niewielki fragment na północnym wschodzie należy do gminy Jastrowie w powiecie złotowskim (województwo wielkopolskie).

Lasy pokrywają ponad 65% powierzchni obszaru arkusza Nadarzyce. Większe tereny rolnicze znajdują się w południowo-zachodniej części omawianego terenu, na zachód od rzeki Dobrzycy. Poczesne miejsce w gospodarce zajmuje eksploatacja lasów, dostarczająca surowca m.in. dla tartaku w Świerczynie. Cały omawiany teren jest słabo zurbanizowany, średnia gęstość zaludnienia wynosi poniżej 15 osób na 1 km^2 . Brak jest ośrodków miejskich i wsi będących siedzibami gmin. Sieć drogową nie jest zbyt dobrze rozwinięta. Głównym szlakiem komunikacyjnym, biegnącym z południa na północ, jest szosa Wałcz–Kołobrzeg, a południowo-zachodnie naroże, w rejonie Piecnika, przecina szosa Bydgoszcz–Szczecin. Inne drogi mają charakter lokalny.

Na obszarze arkusza Nadarzyce nie prowadzono dotychczas systematycznych, szczegółowych, geologicznych prac kartograficznych. Jedynymi dostępnymi obecnie materiałami kartograficznymi są mapy w skali 1:100 000 opracowane do Przeglądowej mapy geologicznej w skali 1:300 000,

ark. Szczecin (Galon, 1958) oraz dające pewną syntezę budowy geologicznej, zarówno osadów czwartorzędowych jak i podłoża, mapy w skali 1:50 000 opracowane dla Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, ark. Szczecinek (Maksiak, Mróz, 1976a, b).

Pierwsze badania geologiczne dotyczące Pojezierza Pomorskiego prowadzone były do 1939 r. przez badaczy niemieckich. Dotyczyły one zarówno osadów neogeńskich i paleogeńskich jak i czwartorzędowych.

Drugi etap badań został rozpoczęty po 1945 r. Zajmowano się głównie podłożem osadów czwartorzędu. Badania prowadzili pracownicy Państwowego Instytutu Geologicznego w celu rozpoznania kopalin występujących w osadach mezozoicznych, neogeńskich i paleogeńskich. W ślad za tym ukazały się publikacje: Pożaryskiego (1969), Znoski (1966), Brochwicz-Lewińskiego i innych (1982), Dadleza i Dembowskiej (1965), Dadleza (1980, 1998, 2001), Matyi (1998), a także Wagnera (1994, 1997, 1999). Dotyczyły one budowy kompleksu permo-mezozoicznego i jego podłoża. Temu zagadnieniu poświęcone są w całości Prace Państwowego Instytutu Geologicznego pod redakcją Raczyńskiej (1987).

Osady paleogenu i neogenu rozpoznane były przede wszystkim podczas prowadzenia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych za węglem brunatnym, głównie na południe i wschód od obszaru arkusza Nadarzyce. Wiodącymi są tutaj prace Ciuka (1970, 1972, 1974), określające schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu Polskiego. Występującymi na tym obszarze „łami toruńskimi“ zajmowała się Grabowska (1965) określając ich wiek na środkowoooligoceniński.

Ukazało się kilka prac dotyczących wyników badań grawimetryczno-sejsmicznych z obszaru wału kujawsko-pomorskiego i obszarów przyległych (Dąbrowska, 1988; Królikowski i in., 1988; Królikowski, Twarogowski, 1991; Graniczny i inni, 1995).

Zagadnieniami rzeźby powierzchni podczwartorzędowej zajmowali się Kopczyńska-Żandarska (1970b), Maksiak, Mróz (1978) oraz Dobracka i Piotrowski (2002), wskazując na jej poligenetyczny charakter oraz związek z głównymi rysami budowy głębokiego podłoża.

Badania osadów czwartorzędowych Pomorza Zachodniego nasiliły się w ostatnich latach. Większość z nich jednak nie dotyczy bezpośrednio obszaru arkusza. Skupiają się one na północ od omawianego terenu, w strefie objętej zasięgiem fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia (stadiał górny zlodowacenia Wisły) na obszarze lobu Parsęty.

Przebiegiem moren czołowych ostatniego zlodowacenia zajmował się Galon (1967, 1972) oraz Kłysz (1987). Stratygrafię osadów czwartorzędowych regionu Pomorza Zachodniego przedstawiają w swoich publikacjach: Mojski (1968), Kopczyńska-Żandarska (1970a) oraz Dobracki i Lewandowski (2002). Procesy deglacji lądolodu ostatniego zlodowacenia i klasyfikację form rzeźby omawiali Bratkowski (1969, 1972) i Karczewski (1963, 1971).

Najbardziej kompleksowe, dotyczące litologii, stratygrafii, a także częściowo geomorfologii środkowej części Pomorza, obejmujące również obszar arkusza Nadarzyce, leżącego na południowym przedpolu lobu Parsęty, są opracowania: Maksiała, Mroza (1978), Maksiała i innych, (1978) oraz Dobrackiej i Lewandowskiego (2002). Rekonstrukcję przebiegu procesów i zjawisk, mających wpływ na wykształcenie osadów i form strefy marginalnej fazy pomorskiej (stadiał górny, zlodowacenie Wisły) na obszarze Pojezierza Drawskiego, przedstawia praca Kłysza (1990). Wykorzystano w niej badania terenowe, przeprowadzone w 100 stanowiskach badawczych. Jedno z nich zlokalizowane zostało na obszarze arkusza, po wschodniej stronie jeziora Machliny Duże.

Celem, wykonanych przez autora mapy, prac kartograficznych było ustalenie stratygrafii osadów czwartorzędowych oraz zebranie niezbędnych danych do sporządzenia mapy geologicznej oraz szkiców: geomorfologicznego (tabl. I) i geologicznego odkrytego (tabl. II).

W ramach prac przewidzianych projektem badań, w ciągu trzech sezonów kartograficznych (lata 2000–2002), wykonano 650 sond ręcznych (1629 m) i 75 sond (głębokich) mechanicznych (800 m). Wykaz sond głębokich wykorzystanych do opracowania przekroju geologicznego A–B przedstawiono w tabeli 1. Zagęszczenie marszrut obserwacyjnych wynosiło około 4–6 km na 1 km².

W celu udokumentowania osadów czwartorzędowych i ich podłoża wykonano trzy pełnordzeniowe otwory kartograficzne: Machliny N-1 (otw. 6, głęb. 221 m), Rudki N-2 (otw. 12, głęb. 227 m) oraz Laski Waleckie N-4 (otw. 24, głęb. 160 m),

wszystkie zakończono w utworach trzeciorzędu. Ponadto przeanalizowano profile 69 otworów wiertniczych, zamieszczonych na mapie dokumentacyjnej, w tym 3 badawczych, 42 studziennych, 24 surowcowych, z których 30 przedstawiono na mapie geologicznej.

Badania geofizyczne na potrzeby zdjęcia geologicznego zlokalizowano wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B. Łącznie wykonano 106 sondowań geoelektrycznych — elektrooporowych (Jagodzińska, Kalitiuk, 2000)

Szkic geomorfologiczny wykonano w oparciu o obserwacje własne (mapa geologiczna) oraz publikacje Kłysza (1990) i Maksiała, Mroza (1978). Do wykonania szkicu geologicznego odkrytego wykorzystano profile sześciu otworów wiertniczych przebijających osady czwartorzędu. Niewielką

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych)

Numer punktu		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym			
1	Sg5	Motarzewo	138,0	15,5
2	Sg10	Nowa Wieś	131,0	14,0
3	Sg9	Iłowiec	128,5	15,5
4	Sg32	Rudki	135,0	6,5
5	Sg31	Rudki	135,0	10,0
6	Sg19	Rudki	129,0	8,5
7	Sg20	Rudki	136,0	6,5
8	Sg17	Dębołęka	134,0	6,5
9	Sg15	Dębołęka	152,0	10,0
10	Sg30	Dębołęka	139,5	14,5
11	Sg14	Laski Waleckie	143,0	10,0
12	Sg18	Laski Waleckie	155,0	10,0
13	Sg25	Laski Waleckie	170,0	10,0

liczbę punktów, ze znaną rzędną stropu utworów paleogenu i neogenu, uzupełniło bardzo przydatne półszczegółowe zdjęcie grawimetryczne (Twarogowski, Petecki, 2001). Rozszerzeniem prac terenowych były badania litologiczno-petrograficzne 160 próbek piasków, mułków i glin (Bugajska, 2001). W oparciu o te badania dokonano rozpozniomowania litostratygraficznego osadów czwartorzędowych w trzech otworach kartograficznych.

Nita (2001) wykonała badania palinologiczne osadów zastoiskowych, nawierconych na głębokości od 142,8 do 173,5 m w otworze Rudki N-2 (otw. 12). Do interpretacji danych uzyskanych w terenie wykorzystano także mapy topograficzne w skali 1:10 000. Okazały się one bardzo przydatne również przy sporządzaniu szkicu geomorfologicznego.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar arkusza Nadarzyce znajduje się, według klasyfikacji fizycznogeograficznej (Kondracki, 2002), w obrębie dwóch mezoregionów: Równiny Wałeckiej i Pojezierza Wałeckiego, wchodzących w skład makroregionu Pojezierze Południowopomorskie.

Równina Wałecka jest monotonną powierzchnią sandrową (sandr Piławy), urozmaiconą przez wypełnione jeziorami rynny subglacjalne i zagłębienia wytopiskowe. Biorą z nich początek doliny wód roztopowych, często o charakterze roztokowym. Niektóre z nich zostały wykorzystane i pogłębione przez, płynące równiną rzeki, Dobrzycę i Piławę. W północno-zachodniej części obszaru arkusza, ponad powierzchnię sandru, wznosi się kilka kemów oraz ostańców wysoczyzny morenowej (tabl. I).

Większy obszar wysoczyzny morenowej, należący do Pojezierza Wałeckiego znajduje się w południowo-zachodniej części terenu. Rzeźbę urozmaicają tu, podobnie jak na sandrze, liczne kemy, rynny polodowcowe, wytopiska oraz doliny wód roztopowych.

Najwyżej położonym punktem w obrębie arkusza jest szczyt plateau kemowego znajdujący się na północ od Lasków Wałeckich (około 180,6 m n.p.m.). Najniżej położone jest dno doliny Dobrzycy w południowo-wschodniej części (około 101 m n.p.m.).

R ó w n i n a s a n d r o w a dominuje na obszarze arkusza. W jej obrębie zaznaczają się dwa poziomy akumulacyjne (wyższy i niższy).

P o z i o m sandrowy I (wyższy), utworzony został w czasie fazy leszczyńsko-poznańskiej (stadiał górny zlodowacenia Wisły). Występuje on na północny zachód od Kłosowa, otaczając od południa pagór kemowy oraz pomiędzy doliną Dobrzycy, a północno-wschodnim krańcem wysoczyzny morenowej Pojezierza Wałeckiego. Jego powierzchnia obniża się na południowy wschód, od 140 m n.p.m. w rejonie Kłosowa do 130 m. n.p.m. koło Rudek. Według Stońskiego (2002), na południe od Karsiboru występują również (mimo braku widocznych różnic wysokości w stosunku do poziomu niższego) powierzchnie sandrowe powstałe podczas fazy leszczyńsko-poznańskiej.

P o z i o m sandrowy II (niższy) związany jest z fazą pomorską. W północnej i wschodniej części terenu arkusza tworzy on rozległą powierzchnię, łagodnie opadającą z północnego zachodu na południowy wschód, od około 150 m n.p.m. do około 110 m n.p.m. Przejście między wyżej opisanymi poziomami sandrowymi jest słabo widoczne. Wyraźna krawędź zaznacza się jedynie w rejonie Kłosowa, przy zachodniej granicy obszaru arkusza. Na powierzchni poziomym II w północno-zachodniej części terenu powstały r ó w n i n y p i a s k ó w p r z e w i a n y c h .

W y s o c z y z n a m o r e n o w a związana jest głównie z obszarem Pojezierza Wałęckiego. Tworzy ponadto kilka otoczonych sandrem „wysp” w rejonie Machlin i Świerczyny. Przeważnie jest to wysoczyzna morenowa p ł a s k a , tylko na południowy zachód od Rudek i koło Machlin ma charakter f a l i s t y . Powierzchnia wysoczyzny morenowej Pojezierza Wałęckiego obniża się w kierunku południowo-wschodnim, od 140 m. n.p.m. (Piecnik) i 137,8 m n.p.m. (Rudki) do 115 m n.p.m. (rejon Karsiboru). Na południowy wschód od Rudek opada ona d ł u g i m s t o k i e m ku równinie sandrowej. W rejonie Golców od sandru oddziela ją rynna subglacjalna. Na południe od Karsiboru oraz w rejonie Świerczyny przejście wysoczyzny w sandr nie jest zaznaczone w morfologii terenu.

Wysoczyznę morenową nadbudowują k e m y . Na linii Dębiewice-Świerczyna oraz w południowo-wschodnim narożu obszaru arkusza stanowią one samodzielne formy morfologiczne, wznoszące się ponad otaczającą je równinę sandrową. Pomiędzy Kłosowem, Dębołęką, a Górnica znajduje się zespół kemów, tworzący tzw. morenę kemową. Otaczają one od wschodu plateau kemowe Lasków Wałęckich, o powierzchni (w granicach badanego obszaru) około 8 km². Jego falistą powierzchnię, położoną na wysokości 170–175 m n.p.m. (maks. 180,6 m n.p.m.), urozmaicają liczne z a g ł ę b i e n i a p o w s t a ł e p o m a r t w y m l o d z i e , z których biorą początek krótkie d o l i n y w ó d r o z t o p o w y c h . Podobny układ zagłębień wytopiskowych i dolin wód roztopowych jest obserwowany w obrębie moreny kemowej. Stoki większych kemów rozcinają d o l i n k i d e n u d a c y j n e (nie mieszczące się w skali szkicu).

Na obszarze arkusza licznie reprezentowane są r y n n y s u b g l a c j a l n e . Występują one zarówno na obszarach wysoczyzny morenowej jak i sandru (poziomu II). Na obszarze arkusza widoczne są dwa kierunki przebiegu rynien NE–SW i NNW–SSE. Pierwszy kierunek (NE–SW) reprezentują: rynna biegnąca od Motarzewa do Świerczyny (jeziora: Machliny Duże, Machliny Małe, Machlinko, Kaczory), rynna jeziora Busino Duże oraz rynna położona na południe od Karsiboru. W rynnach o kierunku NNW–SSE utworzyły się jeziora: Byszkowo, Psarskie, Studnica, Studniczka, Rakowe, Piecnik, Głębokie, Golce, Dobre i Zdbiczno. Taki kierunek mają również rynny zlokalizowane na południe od Rudek i na zachód od Golców. Szerokość tych form morfologicznych waha się od 0,1 do 1,5 km, a głębokość od 10 do 40 m.

T a r a s y k e m o w e towarzyszą zazwyczaj rynnoms subglacjalnym. W rejonie Byszkowa i na północny wschód od Kamiennej Góry powierzchnie tarasów układają się schodowo, na kilku poziomach hipsometrycznych.

W dnach lub przy krawędziach rynien subglacjalnych dosyć często występują moreny martwego lodu, powstałe podczas wytapiania się lodu konserwującego rynny. Są one zawsze niższe niż powierzchnia otaczającego sandru bądź wysoczyzny.

Na obszarze sandrów i wysoczyzny morenowej występuje sieć dolin wód roztopowych. Doliny te najczęściej biorą swój początek w rynnach subglacjalnych. W kilku przypadkach przecinają je, co świadczy o tym, że przepływ wód roztopowych odbywał się po zalegającym w rynnach martwym lodzie.

Niektóre z dolin wód roztopowych wykorzystały i przekształciły współczesne rzeki. Dobrzyca na odcinku pomiędzy jeziorem Machliny Duże a Nową Wsią i Piława w rejonie Nadarzyc płyną w młodych, wciętych na głębokość do 10 m w równinę sandrową dolinach, z charakterystycznymi dla rzek meandrujących starorzeczami, których ze względu na małe rozmiary nie przedstawiono na szkicu geomorfologicznym.

U wylotu doliny cieką Nieciecza do rynny jeziora Machliny Małe powstał stożek napływowy. Niewielkie stożki, nie dające się przedstawić w skali mapy, znajdują się również u wylotów krótkich wąwozów, rozcinających północną krawędź tej rynny, na zachód od Machlin.

Równiny torfowe występują w otoczeniu jezior: Busino Duże i Busino Małe.

Największymi jeziorami na badanym obszarze są: Zdbiczno (lustro wody na poziomie 101,8 m n.p.m., gł. 25 m), Busino Duże (121,6 m n.p.m.), Dobre (103,9 m n.p.m., gł. 10 m), Machliny Duże (128,9 m n.p.m.), Machliny Małe (129,3 m n.p.m.) oraz Machlinko (129,5 m n.p.m., gł. 12 m). Prawie wszystkie zbiorniki włączone są w sieć odpływu powierzchniowego.

Największą rzeką jest Piława, dopływ Gwdy, przepływająca przez północno-wschodnie naroże obszaru arkusza. Wody tej rzeki spiętrzone zaporą, na północ od Nadarzyc, utworzyły Zalewy Nadarzyckie. Dopływem Piławy jest Dobrzyca płynąca przez środek opisywanego terenu z północy na południe. Uchodzi do niej kilka drobnych cieków, w tym Świerczyniec i Świniarka, a poprzez jeziora Machliny Małe i Machliny Duże, Nieciecza. Z Jeziora Dobre wypływa Morzyca, wpada do jeziora Zdbiczno i wypływa już jako Zdbica. Poza granicą obszaru arkusza łączy się z Dobrzycą.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Obszar arkusza Nadarzyce położony jest w osiowej części wału pomorskiego. O budowie głębszego podłoża możemy wnioskować na podstawie profilu otworu Czaplunek IG-1, wykonanego 1 km na wschód od Nadarzyc (już poza granicami obszaru arkusza). W spągu tego otworu stwierdzono występowanie (Raczyńska, 1987) osadów karbonu dolnego (wizenu), wyżej zalegają utwory karbonu górnego, czerwonego spągowca, cechsztynu, triasu i jury górnej.

We wspomnianym wyżej otworze nieprzewiercone osady karbonu występują na głębokości od 5045,5 m do 6006,0 m (spąg otworu). Powyżej leżą utwory permskie, których strop znajduje się na głębokości 2635,0 m. Miąższość permu dolnego (czerwonego spągowca) wynosi 939,5 m, a permu górnego (cechsztynu) 1471,0 m. Strop utworów triasu w otworze Czaplinek IG-1 występuje na głębokości 626,5 m. Profil triasu obejmuje: pstry piaskowiec o miąższości 1381,5 m, wapień muszlowy — 161,5 m, kajper — 274,0 m i retyk — 191,5 m (Raczyńska, 1987)

1. Trias

a. Trias górny

Kajper

Utwory kajpru, najstarsze stwierdzone na obszarze arkusza, reprezentowane są przez pstry iłowce i mułowce dolomityczne, z wkładkami piaskowców i anhydrytów. W granicach terenu badań zostały one jedynie udokumentowane w otworze w Świerczynie (otw. 11), na głębokości od 725,3 m do 800,3 m (spąg otworu).

Retyk

Do retyku zostały zaliczone pstry piaskowce kwarcowe, drobnoziarniste, z wkładkami iłowców i mułowców dolomitycznych, w stropie z cienkimi wkładkami syderytów i llastych. Nawiercono je w Dębnowicach (otw. 3), Motarzewie 4 (otw. 5) (Marcinkiewicz, 1960) i w Świerczynie (otw. 11), odpowiednio na głębokościach: od 707,9 m do 805,0 m (spąg otworu), od 738,5 m do 815,5 m (spąg otworu) i od 571,8 m do 725,3 m.

2. Jura

a. Jura dolna

W granicach obszaru arkusza utwory jury dolnej (lias) występują na całej powierzchni podkenozoicznej. Nawiercono je tymi samymi otworami co osady retyku (otw.: 3, 5 i 11). W otworze 3 występują na głębokości 226,7–707,9 m; w 5 od 226,7 do 738,5 m, a w 11 od 216,0 do 571,8 m (Marcinkiewicz, 1960). Osady liasu, stwierdzone w wyżej opisanych otworach, wykształcone są w postaci słabo zwięzłych piaskowców drobnoziarnistych, szarych, kwarcowych, o spoiwie ilastym, z przewarstwieniami iłowców.

3. Paleogen

a. Oligocen

Iły i mułki, miejscami iłowce i mułowce z wkładkami piasków i węgla brunatnego. Oligocen dolny (rupel) reprezentują osady brakiczno-morskie, znane z obszaru

Pomorza pod nazwą „iłowce i mułowce”. Wykształcone są one jako brunatne lub szarozielonkawe iły i mułki, miejscami iłowce i mułowce, laminowane piaskami kwarcowo-łyszczkowymi, zawierające detrytus roślinny oraz okruchy węgla brunatnego i ksylitu. Utwory oligocenu dolnego występują na całym obszarze arkusza. Osadów oligocenu górnego (szat) nie stwierdzono tu (Dobrcka, Piotrowski, 2002). Utwory oligoceńskie, o miąższości 63,0 i 77,5 m, przewiercono otworami wiertniczymi 3 i 11. Natomiast na wychodnię oligocenu na powierzchni podczwartorzędowej, natrafił otwór 5 i otwór 12. Występuje ona tu w dnie głębokiej rynny subglacjalnej, na rzędnej około 80 m p.p.m. Nie wielką miąższość oligocenu w otworze 5, zaledwie 3,7 m, należy wiązać z subglacjalną erozją (rynna subglacjalna). Ponadto w otworze 6 (Machliny N-1) stwierdzono oligocen, pod cienką pokrywą osadów miocenijskich zalegających w dnie rynny subglacjalnej (tabl. III).

4. Neogen

a. Miocen

Osady miocenijskie zalegają na utworach oligoceńskich. Występują, poza wyżej opisaną wychodnią utworów oligoceńskich, na całej powierzchni podczwartorzędowej w granicach obszaru arkusza, na rzędnych od 90 m p.p.m. do 72 m n.p.m. (Dębiewice, otw. 3). W obrębie lądowych osadów miocenijskich na obszarze Pomorza wyróżnia się trzy cykle sedymentacyjne, rozpoczynające się warstwami piasków, a zakończone mułkami i ilami, przeważnie z cienkimi wkładkami węgla brunatnego (Maksiak i in., 1978). Na obszarze arkusza występują osady dwóch cykli młodszych, o łącznej miąższości do 96,7 m (otw. 3, Dębiewice). W okolicy Piecnika (otw. 24) mogą występować również utwory trzeciego cyklu, spotykane w rejonie Mirosławca (poza terenem arkusza) w formie izolowanych płatów. W wyżej opisanej rynnie subglacjalnej zachowały się osady zapewne tylko jednego — najstarszego cyklu sedymentacyjnego, wykształcone jako brunatne i szare piaski kwarcowe, drobno-, średnio- i gruboziarniste, miejscami ze żwirami (otw. 6) (tabl. IV). Zredukowana erozją subglacjalną miąższość osadów miocenu w otworze 6 wynosi 6,4 m. W otworze 24 pod prawie 7-metrową serią kwarcowo-łyszczkowych piasków średnio- i gruboziarnistych, w spągu ze żwirami szarych lub brunatnych, nawiercono węgiel brunatny, należący do młodszego (prawdopodobnie drugiego) cyklu sedymentacyjnego.

5. Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe pokrywają obszar całego arkusza i leżą na osadach miocenu lub oligocenu. Ich miąższość waha się od 67 m w otworze 3 do 219 m i 223 m w otworach 12 i 5 i jest zależna od ukształtowania podłoża czwartorzędu.

Po przeanalizowaniu opisu profilu otworu w Motarzewie (otw. 5) i po porównaniu go z profilem otworu kartograficznego Machliny N-1 (otw. 6) przyjęto, że miąższość osadów czwartorzędowych w otworze 5, może wynosić 223 m. Na tej głębokości zanika, posuwając się ku spągowi, wapnistość osadów, a pojawiają się ciemnobrązowe bezwapniste łożypki mikowe. We wcześniejszych publikacjach (Maksiak, Mróz, 1976a, b; Dobracka, Piotrowski, 2002) przyjmowano, że miąższość osadów czwartorzędu w tym otworze jest o około 40 m mniejsza.

Rozpoznane osady czwartorzędowe deponowane były począwszy od zlodowaceń południowopolskich poprzez interglacjał wielki, zlodowacenia środkowopolskie, zlodowacenia północnopolskie, aż do holocenu włącznie. Utwory holocenu reprezentowane głównie przez facje akumulacji rzecznej, jeziornej i organicznej osadzają się także współcześnie. Rozpoziomowania stratygraficznego osadów czwartorzędowych dokonano głównie na podstawie badań litologiczno-petrograficznych (Bugajska, 2001) oraz ich położenia hipsometrycznego. Osady czwartorzędowe nawiercone w otworach kartograficznych nie zawierały niestety materiału pozwalającego na ich identyfikację metodami biostratygraficznymi.

a. Plejstocen

Zlodowacenia południowopolskie

Bezpośrednio na utworach paleogenu i neogenu, w obniżeniu typu rynny subglacialnej zalegają piaski wodnołodowe drobno-, średnio-, i gruboziarniste, szare, z licznymi czerwonymi skaleniemi. Nawiercono je tylko jednym otworem kartograficznym Machliny N-1 (otw. 6, gł. 205,0–208,6 m), co nie pozwala na określenie ich rozprzestrzenienia. Piaski te są słabo wysortowane, zawierają 7,16% CaCO₃, a obtoczenie ziarn kwarcu jest bardzo słabe ($R = 0,95$). W składzie minerałów ciężkich występują: granaty (30,5%), amfibole (29,0%), epidot (14,6%), dysten (7,9%) i staurolit (5,1%). Wszystkie te parametry, a szczególnie słabe obtoczenie ziarn kwarcu, świadczą o krótkim transporcie materiału, który mógł odbywać się pod lodem, przy udziale wód subglacialnych.

Ponad piaskami, w otworze 6, na głębokości 204,0–205,9 m, zalega 1,9 m miąższości warstwa ciemnoszarych, skonsolidowanych, pyłowato-piaszczystych glin zwalowych. W składzie petrograficznym frakcji żwirowej skały krystaliczne stanowią 51,8%, wapienie paleozoiczne 31,3%, kwarc północny 9,6%, a piaskowce północne 2,4%. Wśród skał lokalnych występują: piaskowce (2,4%), kwarc (1,2%) i fosforyty (1,2%). Współczynniki petrograficzne¹ mają następujące

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

wartości: O/K — 0,55; K/W — 1,96; A/B — 0,49. We frakcji minerałów ciężkich dominują: amfibole (32,6%), granaty (29,4%) i epidot (20,4%). Wapnistość glin jest wysoka — około 10%. Wysoki współczynnik K/W — 1,96 (tab. 2) pozwala je korelować ze zlodowaczeniami południowopolskimi (Masłowska, 1999).

Tabela 2

Średnie współczynniki petrograficzne glin zwałowych (wg Bugajskiej, 2001)

Poziom stratygraficzny		otwór 6 (Machliny N-1)			otwór 12 (Rudki N-2)			otwór 24 (Laski Waleckie N-4)		
		O/K	K/W	A/B	O/K	K/W	A/B	O/K	K/W	A/B
Zlodowacenie Wisły	Stadiał górny	–	–	–	–	–	–	1,17	0,93	0,98
Zlodowacenie Warty	Stadiał górny	1,10	0,97	0,97	–	–	–	0,81	1,35	0,70
	Stadiał dolny	1,16	0,94	1,06	1,16	0,97	0,96	1,24	0,86	1,09
Zlodowacenie Odry		0,83	1,30	0,72	–	–	–	0,82	1,40	0,67
Zlodowacenie Sanu		0,55	1,96	0,49	–	–	–	–	–	–

Żwir i głązki rezydualne. Otworem kartograficznym Rudki N-2 (otw. 12) natrafiono prawdopodobnie na oś wyżej opisanej rynny subglacialnej (najniższy punkt stwierdzony na powierzchni podczwartorzędowej). Na głębokości 215–219 m zostały tu przewiercone trzy głązki granitowe o średnicy kilkudziesięciu centymetrów, tkwiące wśród mniejszych otoczków i żwirów grubokruchowych. Tego typu głązowisko może być rezydium, które pozostało w dnach „potoków” subglacialnych, po wypłukaniu frakcji drobniejszych.

Piaszki z wkładkami mułków wodnolodowcowo-zastoiskowe. Powyżej głązowiska i glin zwałowych, zalega (otw. 6 i 12) około 40-metrowej miąższości seria piasków drobno-, i średnioziarnistych, szarych z wkładkami mułków. Obtoczenie ziarn kwarcu jest dobre, współczynnik R waha się od 0,46 do 0,78 (śr. 0,53). Wapnistość jest niska od 0,8% do 4,6% (śr. 2,9%), a wysortowanie osadów umiarkowane lub słabe. Skład mineralny wykazuje dominującą zawartość granatów (29,5%), amfiboli (28,9%) oraz epidotu (15,8%). Drobnociarniste wykształcenie osadów sugeruje spokojny charakter sedymentacji wodnolodowcowej, mającej miejsce w rozległym obniżeniu terenu, powstałym w wyniku egzaracji lądolodu zlodowaceń południowopolskich. Istniały tu zapewne również lokalne zbiorniki wodne (zastoiska), w których odbywała się sedymentacja osadów piaszczysto-mułkowych. Osadzany materiał pochodził także ze stoków, pokrytych glinami zwałowymi, otaczających obniżenie, o czym świadczą toczne glin nawiercone w otworze 6 na głębokości od 182,7 do 196,3 m.

Interglacjał wielki

Interglacjał wielki reprezentowany jest przez mułki i ły zastoiskowo-jeziorne oraz piaski i żwiry rzeczne nawiercone w otworach 6 i 12.

Na głębokości 138,5–169,1 m (otw. 6) i 142,8–171,6 m (otw. 12) występują szare i ciemnoszare mułki i ły, miejscami przewarstwiane lub laminowane piaskami drobnoziarnistymi. W partii stropowej warstwowanie osadów jest zaburzone. Wapnistość jest wysoka i waha się od 6,2 do 8,4% (śr. 7,3%). Frakcja minerałów ciężkich ma skład granatowo-amfibolowo-epidotowy. Granaty stanowią średnio 30,5%, a epidot — 15,2% tej frakcji. Występuje zróżnicowanie zawartości amfiboli. W otworze 12 jest ich średnio 14,5% w spagu i 23,8% w stropie badanej serii. W otworze 6 wartość tego parametru, w całym profilu serii zastoiskowej jest podobna i wynosi średnio 32,1%. Mniejszy udział amfiboli, rekompensowany jest pojawieniem się głównie biotytów, co związane jest z wyraźnie większym udziałem iłów w profilu osadów. Badania palinologiczne próbek pobranych z otworów kartograficznych wykazały bardzo wysoki udział pyłków przedczwartorzędowych, zmieniający się w granicach 43–70%. Pozostałą część stanowią taksony wspólne dla czwartorzędu, paleogenu i neogenu. Ziarna pyłku są w większości zniszczone, co świadczy o ich redepozycji. Dodatkowym argumentem za redepozycją pyłku taksonów wspólnych dla czwartorzędu, paleogenu i neogenu, są skokowo zmieniające się wartości ilości pyłku ważniejszych drzew i brak jakiegokolwiek trendu. Obecność spor paleogenu i neogenu w osadach może świadczyć o tym, że już w początkowej fazie interglacjału utwory lodowcowe zlodowaceń południowopolskich były niemal całkowicie zniszczone na tym obszarze, a materiał deponowany w rozległym zbiorniku jeziornym pochodził z niszczenia okalających stoków, zbudowanych głównie z osadów neogenu.

W otworze 12 powyżej osadów jeziorno-deluwialnych, leży seria piaszczysto-żwirowa (28,6 m), której w otworze 6 hipsometrycznie odpowiadają piaski drobno-, miejscami średnioziarniste szare, miejscami przewarstwiane mułkami ciemnoszarymi i mułkami piaszczystymi, o miąższości około 44 m. Na głębokości 99,0–118,5 m i 130,0–136,2 m spotyka się w nich smugi materiału organicznego. Piaski ze zwęglonymi szczątkami organicznymi i mułki nawiercono na głębokości 113 m w otworze studziennym (otw. 8) w Nadarzycach. Osady te reprezentują interglacialne osady rzeczne rozwinięte w dwóch facjach: korytowej i pozakorytowej. Ich spąg zalega na rzędnej 4–13 m p.p.m., a powierzchnia stropu opada w kierunku południowym od około 40 (otw. 6) do 12 m n.p.m. (otw. 12). Osady rzeczne interglacjału wielkiego są szeroko rozprzestrzenione w obrębie obszaru arkusza i dobrze korelują z podobnymi utworami, znanymi z terenów sąsiednich. Na podobnych rzędnych zalegają piaszczyste osady interglacjału wielkiego, wypełniające dolinę kopalną, biegnącą od Okonka w stronę Szwecji (Maksiak, Mróz, 1978; Maksiak i in., 1978). Intreglacialne doliny kopalne z obszaru arkusza i z rejonu Szwecji należały do sieci rzecznej odwadniającej obszar położony na południe od garbu pojeziernego (Galon, 1972).

Osady piaszczysto-żwirowe charakteryzują się umiarkowanym lub słabym wysortowaniem i średnią zawartością CaCO_3 (5,6%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest dość słabe ($R = 0,70$). W składzie minerałów ciężkich występują: granaty (29,1%), amfibole (25,2%), epidot (13,7%) i biotyt (13,1%).

Utwory piaszczyste są słabo, lokalnie bardzo słabo lub umiarkowanie, wysortowane. Obtoczenie ziarn kwarcu i wapnistość są podobne do osadów piaszczysto-żwirowych. We frakcji minerałów ciężkich dominują zamiennie amfibole (21,0–46,1%, śr. 31,5%) i granaty (18,5–42,9%, śr. 33,8%). Epidot stanowi średnio 14,9%.

Zlodowacenia środkowopolskie

Zlodowacenie Odry

Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowe (dolne) stwierdzone zostały, podobnie jak starsze osady czwartorzędowe, tylko w otworach 6 i 12. Wykształcone są jako piaski średnio- i gruboziarniste z pojedynczymi ziarnami żwirów. W otworze 12 od osadów interglacialnych oddziela je bruk, składający się z otoczków o średnicy do 5 cm. Stwierdzona otworami wiertniczymi miąższość tych osadów wynosi 10,3 m (otw. 6) i 17,2 m (otw. 12). Strop kompleksu obniża się w kierunku południowym od rzędnej 50,3 m n.p.m. w otworze 6 do 32,0 m n.p.m. w otworze 12 i około 10 m n.p.m. w południowej części obszaru arkusza (przekrój geologiczny A–B). Piaski te są słabo wysortowane, zawierają 5,2% CaCO₃, obtoczenie ziarn kwarcu jest bardzo słabe ($R = 0,88$). W składzie minerałów ciężkich występują: granaty (35,7%), amfibole (27,8%) i epidot (16,8%).

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry są szeroko rozprzestrzenione na obszarze arkusza, zostały stwierdzone we wszystkich trzech otworach kartograficznych. Miąższość glin jest bardzo zmienna i waha się od 16,9 m (otw. 24) do 10 cm (otw. 12). Miejscami zostały one całkowicie zniszczone (otw. 8). Niewielka ich miąższość w otworze 12 wskazuje na wczesną erozję, związaną prawdopodobnie z przepływem wód proglacialnych. Było to miejsce obniżone, nawiązujące do znajdującej się w podłożu rynny subglacialnej z okresu zlodowaceń południowopolskich i interglacialnej doliny rzecznej. Gliny zlodowacenia Odry są piaszczysto-pyłowate, ciemnoszare bądź stalowe, wapniste (6,4–9,6%, śr. 7,9%). Granaty i amfibole w osadach z otworu 24 stanowią odpowiednio: 28,7–36,7% (śr. 31,3%) i 26,7–32,3% (śr. 30,4%) przy udziale epidotu 15,9–22,2% (śr. 18,0%). W glinach z otworu 6 wyraźnie spada zawartość granatów (26,0%) na korzyść amfiboli (45,0%). Epidot pozostaje, na tym samym poziomie (18,0%). W składzie petrograficznym glin zlodowacenia Odry skały krystaliczne występują w ilości 32,7–41,0% (śr. 36,8%), wapnienie paleozoiczne 28,0–40,3% (śr. 34,1%), kwarc północny 7,7–13,1% (śr. 10,2%), a piaskowce paleozoiczne 2,6–6,0% (śr. 4,0%). Wśród nielicznie reprezentowanych skał lokalnych (5,6–21,4%, śr. 14,5%) regularnie występują piaskowce (2,1–9,3%, śr. 4,6%). Dość częste są krzemienie, chociaż ich udział jest zmienny, od zupełnego ich braku do 11,2%. Współczynniki petrograficzne (tab. 2) są charakterystyczne dla glin zlodowacenia Odry w Polsce północno-zachodniej (Masłowska, 1999).

Na glinach zwałowych zlodowacenia Odry, w otworach kartograficznych Rudki N-2 (otw. 12) i Laski Waleckie N-4 (otw. 24) leżą piaski, mułki i iły zastoiskowe, o miąższości

1,9–8,3 m. Otwory archiwalne (studzienne) na obszarze arkusza w większości są zbyt płytkie, aby można było określić rozprzestrzenienie tego zastoiska. Na pewno nie obejmuje ono północno-wschodniej części obszaru arkusza, rejonu otworów 6 i 8. W zastoisku zlodowacenia Odry osadzały się piaski szare, drobnoziarniste, często pyłowate, przewarstwiane lub laminowane ciemnoszarymi mułkami i iłami. Wśród osadów piaszczystych licznie występują smugi materiału organicznego. Wapnistość jest niska i waha się od 1,6 do 3,9%, (śr. 2,9%). Frakcja minerałów ciężkich ma skład amfibolowo-granatowo-epidotowy. Amfibole stanowią średnio 32,0%, granaty — 25,0%, a epidot — 15,8% tej frakcji.

P i a s k i z e ż w i r a m i i p i a s k i w o d n o l o d o w c o w e (górne) zalegają powyżej osadów zastoiskowych zlodowacenia Odry. Zostały nawiercone tylko otworami kartograficznymi 12 i 24. Wykształcone są jako piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste z pojedynczymi ziarnami żwirów. W otworze 12 od osadów zastoiskowych oddziela je bruk, składający się z otoczków o średnicy do 2 cm. Strop tych utworów zalega na rzędnej około 55 m n.p.m., a stwierdzona otworami miąższość wynosi 9,0 (otw. 12) i 6,0 m (otw. 24). Piaski te są słabo wysortowane, zawierają średnio 8,1% CaCO_3 , a obtoczenie ziarn kwarcu jest bardzo słabe ($R = 0,70$). W składzie minerałów ciężkich występują: amfibole (35,2%), granaty (26,2%) i epidot (15,7%). W osadach drobnoziarnistych towarzyszy im biotyt (10,7%).

Zlodowacenie Warty

Stadiał dolny

P i a s k i z e ż w i r a m i i ż w i r y p i a s z c z y s t e w o d n o l o d o w c o w e nawiercone zostały w dwóch otworach kartograficznych 6 i 12 odpowiednio na głębokości 72,0–82,0 m i 77,2–86,0 m. W otworze 12, od osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry, oddziela je bruk, składający się z otoczków o średnicy do 5 cm. Odpowiadają im wiekowo, zapewne podobnie wykształcone osady (pospółka), stwierdzone w spągu otworu studziennego w Kamiennej Górze (otw. 2). Piaski ze żwirami i żwiry piaszczyste są słabo i bardzo słabo wysortowane, średnio zawierają 8,3% CaCO_3 . Obtoczenie ziarn kwarcu jest bardzo słabe ($R = 0,87$). W składzie minerałów ciężkich występują: amfibole (33,3%), granaty (31,7%) i epidot (17,3%).

W studni w Nadarzycach (otw. 9), pod glinami zwałowymi stadiału dolnego zlodowacenia Warty, na głębokości 54–57 m występują m u ł k i z a s t o i s k o w e .

G l i n y z w a ł o w e stwierdzono w kilkunastu otworach wiertniczych, co świadczy o tym, że mają one szeroki zasięg występowania. Parametry zalegania i miąższość glin tego stadiału, w 14 wybranych otworach, przedstawiono w tabeli 3. Strop omawianej warstwy znajduje się przeważnie na poziomie 80–85 m n.p.m., obniżając się w kierunku SE do około 70 m n.p.m. Na tak ukształtowanej powierzchni obserwuje się dwie depresje. Strop glin wyraźnie opada ponad zagłębieniem w podłożu czwartorzędu (rynna subglacialna) maksymalnie do 60,7 m n.p.m. (otw. 12) i pod plateau kemowym Lasków Wałeckich do 66,1 m n.p.m. (otw. 24). W rejonie otworu 2 podnosi się do 110 m n.p.m., co można tłumaczyć wyciśnięciem glin. Gliny stadiału dolnego zlodowacenia Warty są piaszczy-

sto-pyłowate lub pyłowato-piaszczyste, zazwyczaj szare. Gliny z otworu 24 są w stropie zwietrzałe, co przejawia się: w barwie (czekoladowa), niskiej wapnistości (5,5–6,7%, śr. 6,1%), jak również w mniejszym udziale, w stosunku do poziomu niezwiertzałego, wapieni północnych (33,8–35,6%, śr. 34,7%) na korzyść skał krystalicznych (41,3–41,5%, śr. 41,4%). Pozostałe gliny tego poziomu w otworach 6, 12 i 24 wykazują wapnistość rzędu 8,4–10,4%, (śr. 9,5%) i przewagę we frakcji żwirowej wapieni paleozoicznych (39,9–52,2%, śr. 45,8%) nad skałami krystalicznymi (25,8–39,6%, śr. 34,2%). W materiale lokalnym (gliny zwietrzałe i niezwiertzałe) występują głównie piaskowce (0,0–9,2%, śr. 3,8%) i krzemienie (0,0–7,7%, śr. 1,9%). W zespole minerałów ciężkich dominują amfibole (26,0–49,3%, śr. 33,6%), granaty (20,4–36,0%, śr. 28,7%) i epidot (13,2–21,0%, śr. 16,4%). Wartości współczynników petrograficznych (tab. 2) korespondują z wartościami przedstawionymi przez Masłowską (1999) dla glin zlodowacenia Warty z rejonu północno-zachodniej Polski.

Tabela 3

Położenie glin zwałowych zlodowacenia Warty w otworach wiertniczych

Numer otworu	Zlodowacenie Warty					
	Stadiał górny			Stadiał dolny		
	Głębokość stropu(m)	Miąższość (m)	Rzędna stropu (m n.p.m.)	Głębokość stropu(m)	Miąższość (m)	Rzędna stropu (m n.p.m.)
1	20,0	22,0	123,0	56,0	?*	84,0
2	19,5	20,5	130,5	40,0	21,0	110,0
6	42,2	18,0	92,3	63,3	8,7	71,2
8	28,0	13,0	101,2	41,0	11,0	88,2
10	18,5	6,0	121,5	–	–	–
12	–	–	–	68,3	8,9	60,7
13	20,0	13,5	115,0	–	–	–
15	–	–	–	44,0	?	81,0
16	29,0	2,0	81,0	38,0	?	72,0
17	65,0	8,0	109,0	–	–	–
18	33,0	8,0	112,0	–	–	–
20	–	–	–	54,0	?	84,2
21	22,0	?	106,0	–	–	–
22	12,0	16,0	110,1	50,0	?	72,1
23	–	–	–	37,0	?	77,6
24	64,5	11,7	109,0	107,4	13,8	66,1
25	21,0	4,0	121,0	–	–	–
26	54,0	8,0	108,0	–	–	–
28	17,0	15,5	108,7	54,5	?	71,2
30	22,0	14,0	98,0	50,2	?	69,8
31	28,0	7,0	93,5	48,0	?	73,5

* gliny nieprzewiercone

Na glinach zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Warty, w otworach 12 i 24 zalegają osady z a s t o i s k o w e , o stwierdzonej miąższości odpowiednio 6,5 i 1,4 m. Wykształcone są jako p i a s k i szare, drobnoziarniste, przewarstwiane lub laminowane ciemnoszarymi m u ł k a m i

i mułkami piaszczystymi. W otworze 24 wśród osadów piaszczystych występują smugi materiału organicznego. Wapniistość waha się od 5,4 do 7,1%, średnio 6,5%. Frakcja minerałów ciężkich ma skład amfibolowo-granatowo-epidotowy, amfibole stanowią średnio 27,7%, granaty — 26,9%, a epidot — 16,0% tej frakcji.

Stadiał dolny + górny

Pomiędzy dwoma poziomami glin zwałowych zlodowacenia Warty (stadiały dolny i górny) występują piaszki ze żwirami i piaszki wodnolodowe, nawiercone otworami kartograficznymi 6 (gł. 60,2–63,3 m), 12 (gł. 45,0–61,8 m) i 24 (gł. 76,2–106,0 m). Stwierdzono je również w kilkunastu otworach studziennych zlokalizowanych na obszarze arkusza. Ich strop zalega na rzędnych od 75 do 105 m n.p.m. Najczęściej są to piaszki grubo- i średnioziarniste ze żwirami. W otworze 24 brak żwirów, a na głębokości 86,0–88,0 m występują przewarstwienia piasków drobnoziarnistych, pyłowatych. Osady te charakteryzują się umiarkowanym lub słabym wysortowaniem. Średnia wapniistość piasków ze żwirami wynosi 4,1%, a piasków 6,4%. Obtoczenie ziarn kwarcu jest na ogół słabe (Rśr. = 0,66), przy czym obserwuje się wzrost zawartości ziarn kanciastych w stropie, co może świadczyć o skracaniu się drogi transportu i zbliżaniu się czoła lądolodu. W składzie minerałów ciężkich występują: amfibole (28,0%), granaty (26,3%) i epidot (13,7%).

Stadiał górny

Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Warty nawiercono w kilkunastu otworach wiertniczych. Parametry zalegania i miąższość glin tego stadiału, w 17 wybranych otworach, przedstawiono w tabeli 3. Położenie stropu omawianego poziomu glin zwałowych jest podobne do ukształtowania stropu glin stadiału dolnego. Obniża się on w kierunku południowo-wschodnim od około 120 do około 90 m n.p.m. Uwidaczniają się w nim, choć już mniej wyraźne, występujące w tych samych miejscach, dwa zagłębienia związane z rynną subglacialną (ok. 80 m n.p.m.) i plateau kemowym (ok. 110 m n.p.m.). W rejonie Byskowa i Kamiennej Góry (otw. 2) strop glin zwałowych stadiału górnego jest podniesiony do rzędnej 130,5 m n.p.m., co można, tak jak w przypadku glin zwałowych stadiału dolnego, wiązać z ich wyciśnięciem. Są to gliny piaszczysto-pyłowate, przy czym w spągu cechują się niewielką średnicą ziarn i wyraźniejszym udziałem frakcji ilastych. W otworze 24 rozdzielone są około 3-metrowej miąższości pakietem piasków gliniastych i mułków. Są szare, sporadycznie ciemnożółte, w stropie, po zwietrzeniu zmieniają kolor na czerwonobrazowy (otw. 24). Charakteryzują się wapniistością od 7,4 do 11,4% (śr. 9,5%). Zawartość amfiboli we frakcji ciężkiej wynosi 29,4–39,3%, (śr. 33,5%), granatów 24,1–35,7% (śr. 30,3%) i epidotu 10,4–19,5%, (śr. 15,3%). W zespole petrograficznym na ogół nieznacznie przeważają wapienie paleozoiczne (36,4–46,6%, śr. 42,6%) nad skałami krystalicznymi (29,6–46,8%, śr. 38,5%). W materiale lokalnym regularnie spotyka się

piaskowce (0,8–5,6%, śr. 3,0%), miejscami obecne są krzemienie i fragmenty drewna. Średnie wartości współczynników petrograficznych tych osadów przedstawiono w [tabeli 2](#).

Piaski ze żwirami i żwiry piaszczyste wodnolodowcowe stwierdzono w dwóch otworach kartograficznych. W otworze 6 (gł. 30,0–42,2 m) leżą na glinach zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Warty. W otworze 12 (gł. 30,0–45,0 m) zalegają wprost na rozdzielających gliny zlodowacenia Warty wodnolodowcowych piaskach ze żwirami (stadiał dolny+górny). Spąg kompleksu wyznacza tu warstwa bruku morenowego, składającego się z otoczków o średnicy do 10 cm. W tym samym położeniu utwory wodnolodowcowe stwierdzono w otworze studziennym 20. Miejscami opisywane osady mogą występować bezpośrednio na glinach zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia Warty (otw. 15). Strop opisywanych osadów leży na rzędnej około 100–115 m n.p.m. Piaski ze żwirami i żwiry piaszczyste są słabo i bardzo słabo wysortowane, średnio zawierają 3,8% CaCO₃. Obtoczenie ziarn kwarcu jest dość słabe (R = 0,74). W składzie minerałów ciężkich występują: amfibole (28,6%), granaty (25,7%) i epidot (16,2%).

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Stadiał górny

Piaski ze żwirami i żwiry piaszczyste wodnolodowcowe najczęściej występują pod pokrywą glin zwałowych lub utworów wodnolodowcowych fazy pomorskiej. Strop tych osadów występuje na rzędnej od 105 do 135 m n.p.m. Ich miąższość nie przekracza 20 m. Jedynie pod wzgórzami w rejonie Byszkowo–Kamienna Góra–Machliny–Motarzewo podnosi się do 145 m n.p.m. (otw. 2), co może być skutkiem zaburzeń glicitektonicznych, jak to ma miejsce na obszarze arkusza Mirosławiec (Piotrowski, 2003). Na powierzchni terenu odsłaniają się one na zachód od Machlin, w krawędzi wysoczyzny morenowej (140–145 m n.p.m.). Są to najczęściej piaski grubo- i średnioziarniste ze żwirami i żwiry piaszczyste. W otworze 6, od osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Warty, oddziela je bruk, składający się z otoczków o średnicy 3–10 cm. Badania petrograficzne próbek z otworów: 6 (gł. 14,2–30,0 m), 12 (gł. 11,5–25,1 m) i 24 (gł. 64,0–64,5 m) wykazały, że utwory te są słabo lub umiarkowanie wysortowane, a średnia wapnistość wynosi 3,8%. Obtoczenie ziarn kwarcu jest słabe (R = 0,81). We frakcji minerałów ciężkich dominują zamiennie amfibole (śr. 30,3%) i granaty (śr. 31,6%), a epidot stanowi średnio 17,8%.

Gliny zwałowe reprezentujące fazę leszczyńsko-poznańską występują na obszarze wysoczyzny polodowcowej Pojezierza Wałeckiego znajdujące, się w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, na wysokości 110–140 m n.p.m. Występują też pod piaszczysto-żwirowymi osadami sandru z fazy pomorskiej (otw.: 1, 7–10, 13) i kemami (otw.: 14, 17–20, 24, 26). Pokrywają ponadto kilka otoczonych sandrem wzgórz w rejonie Byszkowo–Kamienna Góra–Machliny–Motarzewo,

gdzie mogą występować do wysokości około 155 m n.p.m. Takie położenie glin tej fazy można tłumaczyć ich nieznacznym wyciśnięciem, podczas subfazy krajeńskiej, której to zasięg wyznaczają te wzgórza. Gliny zwałowe fazy leszczyńsko-poznańskiej są brązowe, często szare w spągu, na ogół pyłowate, miejscami pyłowato-piaszczyste lub pyłowato-ilaste. Miąższość glin jest zmienna i waha się od kilkudziesięciu centymetrów do około 17,8 m (otw. 16). W południowo-zachodniej części terenu (otw. 27, 28) wśród glin występują często wkładki piasków średnio- i gruboziarnistych, przemitych lub lekko zaglinionych, co świadczyć może o oscylacjach czoła lądolodu lub o zmiennych warunkach depozycji w stopie lądolodu. Tylko jeden spośród otworów kartograficznych — Laski Wałeckie N-4 (otw. 24) natrafił na gliny pochodzące z tej fazy. Zostały one nawiercone pod osadami plateau kemowego na głębokości 63,2–64,0 m (110,3 m n.p.m.). Są to gliny ciemnoszare, z odcieniem brunatnym, pyłowate, o wysokiej wapnistości (10,2%). We frakcji żwirowej najliczniejsze są wapienie paleozoiczne (45,3%), a następnie skały krystaliczne (36,8%), kwarc północny (6,3%), piaskowce północne (4,2%) i dolomity (1,1%). W grupie skał lokalnych (6,4%) występują: wapienie (2,1%), piaskowce (2,1%), kwarc (1,1%) i zwęglone drewno (1,1%). Współczynniki petrograficzne wykazują inne wartości niż obliczone dla niżej zalegających glin zlodowacenia Warty (tab. 2). W zespole minerałów ciężkich widoczne są dwa składniki przewodnie: amfibole (35,8%) oraz granaty (30,8%). Towarzyszą im epidot (17,8%), biotyt (5,2%), turmaliny, cyrkon i dysten (po 2,1%).

P i a s k i z w k ł a d k a m i p i a s k ó w z e ż w i r a m i i p i a s k ó w p y ł o w a t y c h, l o d o w c o w e występują w rejonie Jeziorka oraz na południe od Kolna i Karsiboru, gdzie tworzą cienkie pokrywy o miąższości do 3 m. Wykształcone są jako piaski różnoziarniste, miejscami ze żwirami, często zaglinione lub pyłowate.

*

* *

Wśród osadów kemowych zostały wyróżnione: mułki i ły warwowe, piaski ze żwirami, piaski i żwiry oraz gliny zwałowe. Największą sumaryczną miąższość tych utworów stwierdzono w otworze 24 (64 m). Na zboczach i u podnóża kemów często występują głazy narzutowe. Najczęściej są to kemy fluwioglacjalne utworzone w warunkach szczelin otwartych, w schyłkowym okresie rozpadu lądolodu fazy leszczyńsko-poznańskiej. Na obszarze arkusza kemy występują w dwóch ciągach: Świerczyzna–Danowice–Machliny–Motarzewo, jako izolowane pagóry kemowe o wysokości do 153 m n.p.m., górujące nad równiną sandrową o wysokości 135–140 m n.p.m. oraz w rejonie Laski Wałeckie–Dębołęka–Rudki, gdzie tworzą rozległe plateau kemowe o wysokości 140–160 m n.p.m. z kulminacją 182,5 m n.p.m. koło Lasków Wałeckich (przy zachodniej granicy obszaru arkusza).

M u ł k i i ły (w a r w o w e) k e m ó w i p l a t e a u k e m o w y c h spotykane są w obrębie plateau kemowego Lasków Wałeckich (otw.: 17, 19, 20, 26). Stwierdzone też zostały w krawędziach

kemu znajdującego się w południowo-wschodnim narożu obszaru arkusza. Do obserwacji bezpośredniej dostępne są w odsłonięciu, po północnej stronie zatorfionego wytopiska (2 km na północ od Lasków Wałęckich). Na zaglinionych, niewarstwowanych żwirach leży tu 3-metrowej miąższości seria iłó w i mułków warwowych. Szare laminy (letnie) mają grubość do 8 cm, a brązowe (zimowe) do 0,5 cm. Całość osadów zastoiskowych jest zaburzona grawitacyjnie.

Piaski ze żwirami oraz piaski i żwiry kemów i plateau kemowych są najczęściej spotykanymi osadami, z których zbudowane są pagórki i plateau kemowe. Są to najczęściej piaski różnoziarniste lub drobnoziarniste, lekko pyłowate, z pojedynczymi ziarnami żwirów drobnookruchowych. Miejscami występują żwiry piaszczyste lub zaglinione. Charakteryzują się one słabym i bardzo słabym wysortowaniem oraz obtoczeniem ziarn kwarcu ($R = 0,74-1,06$). Wapnistość maleje wraz z głębokością od 6,4% do 1,6%. W spektrum minerałów ciężkich dominują granaty (śr. 36,1%), amfibole (śr. 29,6%) i epidot (śr. 13,9%). Miąższość piaszczysto-żwirowych osadów kemowych jest uwarunkowana wysokością form morfologicznych.

Gliny zwałowe kemów i plateau kemowych występują w postaci soczew wśród osadów piaszczysto-żwirowych lub zalegają na powierzchni terenu. Okrywają najczęściej zbocza kemów, przechodząc bez wyraźnej granicy w gliny budujące wysoczyznę morenową. Na wierzchołku plateau kemowego Lasków Wałęckich tworzą odizolowane płyty. Gliny tu zalegające głębiej, wśród osadów piaszczysto-żwirowych, są szare, natomiast występujące na powierzchni — brązowe lub brunatne. Maksymalnie mogą osiągać 8 m miąższości (otw. 24). Litologicznie są bardzo zmienne, spotyka się gliny: ilaste, ilasto-pyłowate, pyłowate i piaszczysto-pyłowate. Wapnistość ich, podobnie jak osadów piaszczysto-żwirowych, spada wraz z głębokością od 9,2% do 4,2%. Gliny zwałowe występujące na powierzchni są w stropie odwapnione. W glinach niezwiętrzałych, nie występujących na powierzchni terenu przeważają wapnienie paleozoiczne (43,4–59,7%, śr. 50,1%) nad skałami krystalicznymi (27,3–37,4%, śr. 32,2%). Miejscami występują dolomity (do 2,6%). Wśród skał lokalnych dominują piaskowce (1,0–5,3%, śr. 2,5%). Współczynniki petrograficzne są następujące: O/K — 1,43; K/W — 0,77; A/B — 1,24. We frakcji minerałów ciężkich wyróżniają się amfibole (śr. 31,0%), granaty (śr. 26,7%) i epidot (śr. 15,8%).

Piaski ze żwirami i piaski tarasów kemowych występują zazwyczaj na zboczach rynien subglacialnych i zagłębieniach wytopiskowych. Są to najczęściej piaski różnoziarniste lub drobnoziarniste, lekko pyłowate, z pojedynczymi ziarnami żwirów drobnookruchowych. W rejonie Byszkowa zawierają gniazda i soczewy piaszczysto-żwirowe. Na powierzchni i u podnóża tarasów kemowych spotykane są często głazy narzutowe.

Iły zastoiskowe występują na obszarze arkusza na północ od Golców, w dolinie Dobrzycy. Leżą na glinach zwałowych fazy leszczyńsko-poznańskiej i są przykryte cienką pokrywą piasków wód roztopowych. Są to ily i mułki ilaste, brunatne, głębiej szare, laminowane piaskami drobnoziarnistymi ciemnożółtymi.

Przy krawędziach rynien subglacjalnych jak również w ich dnach występują pagórki lub wały zbudowane z piasków ze żwirami, piasków i glin zwałowych moren martwego lodu. Formy te są z reguły niższe od powierzchni otaczającego sandru bądź wysoczyzny i osiągają do 15 m wysokości względnej. Beładna struktura osadów piaszczysto-żwirowych, niekiedy gliniastych, wkładki miękkich, plastycznych glin oraz liczne głązy narzutowe świadczą o tym, że są to twory ablacyjne, powstałe podczas wytapiania się brył martwego lodu, konserwującego rynny subglacjalne. Z podobnie wykształconych osadów (piaski, piaski gliniaste i gliny) zbudowane są moreny martwego lodu otaczające wytopiska, w rejonie Byszkowa i Kamiennej Góry (Lewandowski, Chybiorz, 2003).

Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe. Na obszarze arkusza tworzą poziom sandrowy I (wyższy). Miejscami mogą występować również pod utworami wodnolodowcowymi przynależnymi do fazy pomorskiej. Wykształcone są one jako piaski od drobno- do gruboziarnistych, żółte i szarżółte, najczęściej z domieszką żwirów. Ich miąższość, zmienna, zależna od ukształtowania powierzchni podścielającej, zbudowanej głównie z glin zwałowych, waha się od 1 do 10 m (lokalnie ponad 10 m). Brak jest odsłoneń tych utworów na obszarze arkusza.

Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe (poziomu sandrowego II — niższego) związane są z odpływem wód lodowcowych w czasie fazy pomorskiej stadiału górnego zlodowacenia Wisły. Tworzą płaską powierzchnię sandrową, nachyloną od 150 do 110 m n.p.m w kierunku wschodnim i południowo-wschodnim. Równina sandrowa zbudowana jest z piasków różnoziarnistych, głównie średnioziarnistych, żółtych i szarżółtych, najczęściej z domieszką żwirów. W spągu serii występuje bruk morenowy. W obrębie arkusza nie ma odsłoneń, w których w utworach tych można by obserwować struktury sedymentacyjne. W podłożu sandru pomorskiego znajdują się gliny zwałowe oraz piaski wodnolodowcowe fazy leszczyńsko-poznańskiej. Miąższość osadów wodnolodowcowych jest zmienna, zależna od ukształtowania podłoża. Maksymalnie wynosi około 15 m (otw. 6). Osady te są umiarkowanie (w spągu) lub słabo wysortowane, słabowapniste (ok. 1,5%), w stropie odwapnione. Obtoczenie ziarn kwarcu jest słabe ($R_{sr} = 0,86$). We frakcji ciężkiej dominują granaty (37,1%). W dolnej i środkowej części amfibole występują w ilości średnio 27%. W stropie ich zawartość gwałtownie spada do 9,5%, na korzyść minerałów odpornych: staurolitu, cyrkonu i dystentu.

Piaski ze żwirami i piaski (wodnolodowcowe) rynien subglacjalnych i dolin wód roztopowych są podobnie wykształcone do osadów wodnolodowcowych z fazy pomorskiej, jednak miejscami występują wśród nich przewarstwienia brunatnych lub ciemnoszarych piasków pyłowatych. Osady te wypełniają dna rynien polodowcowych i doliny wód roztopowych, osiągając miąższość do kilku metrów. Deponowane są przez wody wypływające z topniejących brył martwego lodu, w późnym glacie.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Na muły piaszczyste deluwialne wypełniają zagłębienia wytopiskowe oraz dolinki denudacyjne rozcinające stoki wysoczyzn morenowych i kemów. Są to piaski różnoziarniste z domieszką frakcji pyłowatej, o miąższości 2–3 m.

Piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach występują w formie kilku płatów, na sandrze z fazy pomorskiej, w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Miąższość piasków waha się w granicach od 1–2 m w słabo widocznych polach, do 5 m w niewysokich wydmach parabolicznych. Powstały one przypuszczalnie na przełomie plejstocenu i holocenu. Są to głównie piaski drobnoziarniste, żółte, bez frakcji pyłowej.

c. Holocen

Piaski rzeczne den dolinnych i tarasów zalewowych 0,0–2,0 m n.p. rzeki wypełniają dna: Piławy, Dobrzyce, Zdbicy oraz kilku mniejszych dolin rzecznych, warstwą o miąższości do około 5 m. W skarpach głęboko wciętych w ten taras koryt rzecznych i sondach kartograficznych prezentują się jako piaski różnoziarniste, ze żwirami drobnookruchowymi, szare. Miejscami występują w nich smugi materii organicznej.

Piaski, mułki i łył jeziorne występują w obramowaniu jezior: Busino Duże, Dobrze i Zdbiczno. W sondach kartograficznych są to ciemnoszare osady piaszczyste, laminowane mułkami i łyłami. Zawierają one znaczne ilości szczątków roślinnych.

Wystąpienia kredy jeziornej notowane były w rejonie jeziora Zdbiczno, gdzie była ona przedmiotem eksploatacji.

Pod torfami, w rynnach polodowcowych, często zalegają gytie. W rejonie Dębnewic są to gytie detrytyczno-wapienne, o miąższości do 7 m. Na zachód od Świerczyny występują gytie: glonowe, detrytyczne, wapienne i ilaste o dużej miąższości, przekraczającej miejscami 8 m. W rejonie Rudki i Karsiboru stwierdzano gytie detrytyczne, o miąższości do 1,5 m. W południowo-wschodniej części obszaru arkusza, w otoczeniu jeziora Zdbiczno pod torfami znajdują się gytie organiczne i ilaste (4 m miąższości), a na południe od jeziora Golce — wapienne (2 m).

W dnach obniżeń o genezie wytopiskowej, gdzie płytko występują wody gruntowe lub gdzie okresowo stagnują wody, co związane jest z bliskością słabo przepuszczalnego podłoża (gliny zwałowe), niekiedy występują namuły piaszczysto-humusowe. Wykształcone są jako piaski szare, drobno- i średnioziarniste, pyłowate, z dużą ilością rozproszonej substancji organicznej. Miąższość ich jest niewielka i nie przekracza 2 m.

Namuły piaszczyste leżą na piaskach wodnolodowcowych, w dnach dolin okresowo płynących cieków. Są to piaski szare, różnoziarniste. Ich miąższość rzadko przekracza 2,5 m.

M a d y występują w dolinie Dobrzyicy na południe od Golców. Są to mułki ciemnobrunatne, miejscami ciemnoszare (mady organiczne). Miąższość ich wynosi od kilkudziesięciu centymetrów do 1,5 m. W spągu zalegają piaski rzeczne lub torfy.

T o r f y na terenie arkusza Nadarzyce tworzą torfowiska niskie. Występują na różnych genetycznie osadach: namulach piaszczystych, gytiach, osadach jeziornych, piaskach rzecznych tarasów zalewowych, piaskach wodnolodowcowych, glinach zwałowych oraz osadach kemów. Głównymi obszarami występowania torfów są dna rynien polodowcowych we wschodniej części obszaru arkusza. Spotkać je można również w dolinach rzecznych, gdzie najczęściej wypełniają starorzecza oraz w licznych zagłębieniach wytopiskowych. Miąższość torfów waha się najczęściej od 0,5 do 3,0 m. W rynnach polodowcowych i zagłębieniach wytopiskowych mogą osiągać 6 m. Typowy profil torfów rozpoczyna się torfami sfagnowymi i welniankowymi, w stropie z reguły notuje się występowanie torfów trzciniowo-turzycowych i drzewnych.

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Nadarzyce w całości położony jest w obrębie wału pomorskiego. Na omawianym terenie wyróżnia się dwa bloki tektoniczne: Czaplinka na północy i Piły na południu (Dobrcka, Piotrowski, 2002; Dadlez, 1980; Raczyńska (1987). Rozdzielone są one strefą dyslokacyjną Drawska (tabl. II). Blok Czaplinka należy do najsilniej wydźwigniętego odcinka wału pomorskiego. Blok Piły jest obniżony w stosunku do bloku Czaplinka i ma charakter przejściowy do obszaru niecki szczecińskiej. Uskoki strefy dyslokacyjnej Drawska są normalne, generalnie o rozciągłości w kierunku WNW–ESE, która jest zgodna z głównymi kierunkami strukturalnymi bloku Czaplinka. W zachodniej części obszaru arkusza, w obrębie bloku Czaplinka zaznacza się tektonika salinarna, znajduje się tu zachodnie zakończenie poduszki solnej Prądów (Dadlez, 1980).

Na powierzchni podkenozoicznej występują jedynie utwory jury dolnej. Strop utworów mezozoicznych, rozpoznany głębokimi otworami wiertniczymi w północnej części obszaru arkusza, zdaje się mieć monotony, wyrównany układ i znajduje się na wysokości od 78,5 m p.p.m. w otworze 11 do 87,7 m p.p.m. w otworach 3 i 5. Również w otworze Czaplinek IG-1, strop jury dolnej znajduje się na podobnej rzędnej (84 m p.p.m.).

Rzeźba podłoża czwartorzędu została opracowana w oparciu o zebrane materiały wiertnicze, kartograficzne (Kopczyńska-Żandarska, 1970b; Maksiak, Mróz, 1976a, b) i geofizyczne (Graniczny i inni, 1995). Wykorzystano również wykonane na potrzeby zdjęcia geologicznego otwory kartograficzne oraz interpretację półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego (Twarogowski, Petecki, 2001), obrazującą strefy przypuszczalnego wyniesienia powierzchni podczwartorzędowej oraz strefy zwiększonej miąższości osadów czwartorzędowych. Lokalne pasmowe anomalie grawimetryczne układające się południkowo w centralnej części obszaru arkusza, pozwoliły ustalić przebieg obniżenia typu rynny subglacjalnej, stwierdzonego otworami kartograficznymi 6 i 12 (Machliny N-1 i Rudki N-2).

Prawie cała powierzchnia podczwartorzędowa zbudowana jest z utworów miocenu, jedynie w dnie głębokiej rynny subglacialnej, w północnej części obszaru arkusza, występują osady oligocenu.

Powierzchnia podczwartorzędowa obszaru arkusza Nadarzyce ma zdecydowanie inną morfologię niż ta prezentowana do niedawna w opublikowanych pracach. Nowych danych o ukształtowaniu stropu podłoża czwartorzędu dostarczyły otwory odwiercone w ramach prac kartograficznych na obszarze arkusza Nadarzyce. Po raz pierwszy zostały one przedstawione w materiałach IX konferencji poświęconej strygrafii plejstocenu Polski w Bornem Sulinowie (Dobrcka, Piotrowski, 2002). Powierzchnia ta ma charakter poligenetyczny, nosząc ślady procesów: egzaracyjnych, denudacyjnych i erozyjnych. Nie można również wykluczyć wpływu zjawisk neotektonicznych. Deniwelacje stropu podłoża czwartorzędu są znaczne i wahają się od 90 m p.p.m. do 72 m n.p.m. — przekraczają więc 160 m. Zasadniczy poziom tego podłoża układa się na wysokości 30–40 m. n.p.m., jedynie w rejonie Machlin i Dębnewic podnosi się do około 70 m n.p.m. Na uformowanie tych wyniesień podłoża miała zapewne wpływ glacitektonika, przejawiająca się wyciskaniem osadów neogenu w wyniku nacisku łądolodu. W ukształtowaniu powierzchni podczwartorzędowej swój udział ma także neotektonika salinarna, o czym świadczą, zlokalizowane w rejonach Górnicy i Nadarzyc, wyniesienia stropu neogenu, znajdujące się ponad poduszkami solnymi Wałcza i Prądów (Dadlez, 1980). Centralną część obszaru arkusza przecina przebiegające południkowo głębokie obniżenie (rynną subglacialną z okresu zlodowaceń południowopolskich), które w rejonie Golców skręca na południowy wschód, dochodząc do granicy obszaru arkusza. Na tym odcinku, Golce — granica obszaru arkusza, jego przebieg pokrywa się ze strefą dyslokacyjną Drawska. Ponadto można stwierdzić, że podłożo czwartorzędu wzdłuż wymienionej strefy, jest generalnie niżej położone. Strop neogenu występuje tu na wysokości od 70 m p.p.m. do 10 m n.p.m.

Wyraźny jest wpływ ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej na rozmieszczenie form morfologicznych współczesnej rzeźby terenu. Wszystkie większe kemy znajdują się w miejscach wyniesień podłoża. Przebiegi dolin rzecznych i dolin wód roztopowych, prawie zawsze, pokrywają się ze spadkiem powierzchni podczwartorzędowej. Widać to na przykładzie węzła hydrograficznego, do którego spływają wszystkie wody powierzchniowe z północnej i zachodniej części obszaru arkusza. Znajduje się on w rejonie otworu 12. W wierceniach tym udokumentowano najniższe położenie powierzchni podłoża czwartorzędu (90 m p.p.m.).

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Na powierzchni obszaru arkusza odsłaniają się jedynie osady czwartorzędowe, starsze stwierdzono jedynie otworami wiertniczymi. Najstarszymi rozpoznanymi utworami są osady kajpru oraz retyku, osadzone w śródlądowym, a później brakicznym zbiorniku sedymentacyjnym (tab. 4). Jura dolna to okres sedymentacji śródlądowej. Tworzą się wówczas miększe kompleksy osadów piaszczystych. Są to

C	z w l i e j s s t o o r c e n ę d	P	Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Stadiał dolny + górnym	Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe — $\begin{matrix} fg \\ pż \end{matrix} Q_{p^3}^{W1+3}$	Akumulacja wodnolodowcowa						
						Stadiał dolny	Piaski, mułki i mułki piaszczyste zastoiskowe — $\begin{matrix} b \\ pm \end{matrix} Q_{p^3}^{W1}$ Gliny zwałowe — $\begin{matrix} g \\ gzw \end{matrix} Q_{p^3}^{W1}$ Mułki zastoiskowe — $\begin{matrix} b \\ m \end{matrix} Q_{p^3}^{W1}$ Piaski ze żwirami i żwiry piaszczyste wodnolodowcowe — $\begin{matrix} fg \\ pż \end{matrix} Q_{p^3}^{W1}$	Akumulacja zastoiskowa Wycofanie się lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu Akumulacja wodnolodowcowa i zastoiskowa						
						Interglacjał lubawski		Denudacja	Erozja i akumulacja rzeczna					
						Zlodowacenie Odry	Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe — $\begin{matrix} fg \\ pż2 \end{matrix} Q_{p^3}^O$ Piaski, mułki i ility zastoiskowe — $\begin{matrix} b \\ pm \end{matrix} Q_{p^3}^O$ Gliny zwałowe — $\begin{matrix} g \\ gzw \end{matrix} Q_{p^3}^O$ Piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe — $\begin{matrix} fg \\ pż1 \end{matrix} Q_{p^3}^O$	Akumulacja wodnolodowcowa Akumulacja zastoiskowa Wycofanie się lądolodu Akumulacja lodowcowa Transgresja lądolodu Akumulacja wodnolodowcowa						
						Interglacjał wielki	Piaski i żwiry rzeczne — $\begin{matrix} f \\ pż \end{matrix} Q_{p^{2-3}}$ Mułki i ility zastoiskowo-jeziorne — $\begin{matrix} b-li \\ mi \end{matrix} Q_{p^{2-3}}$	Intensywna denudacja osadów neogennych i czwartorzędowych	Akumulacja rzeczna					
						Zlodowacenia południowopolskie	Piaski z wkładkami mułków wodnolodowcowo-zastoiskowe — $\begin{matrix} fg-b \\ p \end{matrix} Q_{p^2}$ Żwiry i głązy rezydualne — $\begin{matrix} r \\ żgl \end{matrix} Q_{p^2}$ Gliny zwałowe — $\begin{matrix} g \\ gzw \end{matrix} Q_{p^2}$ Piaski wodnolodowcowe — $\begin{matrix} fg \\ p \end{matrix} Q_{p^2}$		Akumulacja zastoiskowa Akumulacja wodnolodowcowa i zastoiskowa					
						Interglacjał augustowski		Erozja i akumulacja rzeczna, na wysoczyznach denudacja osadów glacialnych	Wycofanie się lądolodu					
						Zlodowacenia najstarsze			Akumulacja lodowcowa i egzaracja podłoża Transgresja lądolodu Akumulacja wodnolodowcowa					
						Plejstocen dolny (Preglacjał)			Akumulacja wodnolodowcowa i zastoiskowa					
						N	e	o	g	e	n			Erozja i denudacja na lądzie
												Miocen	Piaski, mułki i ility z wkładkami węgla brunatnego — $\begin{matrix} p \\ p \end{matrix} M$	Akumulacja lądowa: jeziorna i bagienna
						P	a	l	e	o	g			Regresja morska Akumulacja morska Transgresja morska
Eocen														
Paleocen			Procesy erozji i denudacji na lądzie, niszczenie skał kredowych i jurajskich											

K r e d a				Regresja morska
	J u r a	Jura środkowa + górna		Akumulacja morska z krótkotrwałymi okresami regresji Transgresja morska
	J u r a	Jura dolna	Piaskowce i iłowce — pcJ_1	Akumulacja w warunkach śródlądowych
T r i a s		Trias górny	Piaskowce z wkładkami iłowców i mułowców oraz syderytów ilastych — pcT_{re}	Regresja morska Akumulacja w zbiorniku brakicznym Transgresja morska
		Trias środkowy	Iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców i anhydritów — icT_k	Akumulacja śródlądowa

najmłodsze osady mezozoiczne zachowane w tej części wału pomorskiego. W czasie jury środkowej i górnej oraz kredy trwa akumulacja morska, przerywana krótkotrwałymi okresami regresji.

Pod koniec kredy górnej morze wycofuje się z obszaru wału pomorskiego, a na przełomie kredy i paleogenu dochodzi do wypiętrzenia obszaru i inwersji wału środkowopolskiego, w wyniku ruchów fazy laramijskiej. Rozpoczyna się wówczas powolne niszczenie i erozja, w warunkach lądowych, osadów kredowych oraz w różnym stopniu jurajskich, trwające na obszarze arkusza do momentu transgresji oligoceńskiej. W oligocenie górnym morze wycofuje się, co jest związane z nasileniem się ruchów górotwórczych fazy sawskiej. Następujący po zaniku morza oligoceńskiego okres mioceni cechuje się deponowaniem w warunkach lądowych osadów mułkowo-ilasto-piaszczystych z wkładkami węgla brunatnego.

W pliocenie panują warunki lądowe, przeważają procesy erozji i denudacji, które doprowadzają do usunięcia znacznej ilości osadów mioceni. Świadczy o tym fragmentaryczne występowanie trzeciego, najmłodszego cyklu osadów miocenu, zachowanego w formie izolowanego płata w rejonie Mirosławca (Maksiak, Mróz, 1978). Niewykluczone, że część obniżenia stropu miocenu pochodzi z tego okresu i wiąże się z erozyjną działalnością rzek płynących na południe w stronę obszarów sedymentacji iłów pstrych serii poznańskiej.

Nie stwierdzono, na omawianym terenie, występowania serii preglacjalnych i osadów glacialnych najstarszych zlodowaceń. Należy jednak przypuszczać, że podczas zlodowacenia Narwi cały obszar arkusza mógł zostać pokryty masami lodowymi. Osady tego zlodowacenia zostały zapewne usunięte podczas interglacjału augustowskiego. Łądolody zlodowaceń południowopolskich głęboko egzarują podłoże, wykorzystując zapewne istniejące doliny rzeczne. Jest sprawą otwartą, któremu ze zlodowaceń południowopolskich (Nida czy San?) należy przypisać najstarszy stwierdzony poziom glin zwałowych. Jednak biorąc pod uwagę ciągłe przejście wyżej leżących osadów wodnolodowcowych w interglacjalną serię zastoiskową, należy przypuszczać, że są to gliny zlodowacenia Sanu.

Z początkiem interglacjału wielkiego, w wyniku podniesienia się bazy erozyjnej, następuje zatamowanie odpływu wód. W centralnej części obszaru arkusza powstaje zastoisko. Akumulowany w nim materiał pochodzi głównie z niszczenia osadów neogenu, z których zbudowane były otaczające zbiornik stoki. Utwory lodowcowe zlodowaceń południowopolskich były już wtedy niemal całkowicie zniszczone. W optimum klimatycznym procesy denudacyjne ulegają spowolnieniu, a przez opisywany obszar płyną rzeki, odwadniające obszar położony na południe od garbu pojeziernego.

Łądolód zlodowacenia Odry, oprócz osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych, pozostawia po sobie ciągły poziom glin zwałowych, miejscami zniszczony w wyniku erozyjnej działalności wód lodowcowych lub zachowany w formie szczątkowej (otw. 12). W granicach obszaru arkusza utwory interglacjału lubawskiego nie zostały stwierdzone.

Osady wodnolodowcowe pochodzące z okresu transgresji łądolodu zlodowacenia Warty pokryły tylko najniższe położone obszary. Łądolód ten zostawił dwa poziomy glin zwałowych, rozdzielone utworami wodnolodowcowymi. Wysokie położenie glin zlodowacenia Warty w rejonie Kamiennej Góry (otw. 2) świadczy o ich wyciśnięciu. Były one zapewne wciskane w szczeliny, a później w przetainy w martwym lodzie, tworzące się w miejscach wyniesień powierzchni podczwartorzędowej. Podczas recesji łądolodu powstał sandr obejmujący prawdopodobnie niemal cały omawiany teren. Na obszarze arkusza nie stwierdzono osadów interglacjału emskiego.

Łądolody stadiałów dolnego i środkowego zlodowacenia Wisły nie wkraczają na badany obszar. Transgresja w stadiałach górnym pozostawia po sobie ciągłą pokrywą piasków i żwirów wodnolodowcowych, osadzonych na częściowo zerodowanym sandrze zlodowacenia Warty. Następnie cały obszar arkusza zostaje pokryty łądolodem fazy leszczyńsko-poznańskiej. Nasuwający się łądolód zaburza glacitektonicznie zdeponowane przed jego czołem, w rejonie Byszkowa, Kamiennej Góry i Machlin osady wodnolodowcowe. Podczas topnienia łądolodu, pod nim oraz w jego wnętrzu, powstaje sieć tunełów intra- i subglacjalnych. Płynące nimi wody wycinają głębokie rynny subglacjalne. Deglacjacja łądolodu tej fazy ma charakter arealny. W szczeliny w martwym lodzie w rejonie Kamiennej Góry i Machlin wciskane są gliny zwałowe. W stale powiększających się przetainach, które powstawały w wąskiej, marginalnej strefie łądolodu, deponowane są różnorodne osady: piaski, żwiry, mułki i ropy warwowe oraz gliny zwałowe. Dają one początek dwóm ciągom kemów, występującym na omawianym terenie.

W końcowym etapie rozpadu łądolodu, na jego przedpolu, pozostają bryły martwego lodu. Większe z nich zalegają w rynnach subglacjalnych. W wyniku wytapiania brył, zachodzącego równocześnie z akumulacją sandru fazy leszczyńsko-poznańskiej, powstają moreny martwego lodu. Podczas fazy pomorskiej formy te, wraz z nie do końca wytopionymi bryłami martwego lodu, otacza i częściowo „zagrzebuje” tworzący się sandr Piławy. Wody roztopowe wypływające spod brył martwego lodu kształtują doliny roztopowe. Ostateczne wytopienie się martwych lodów u schyłku plejstocenu pro-

wadzi do powstania jezior, pomiędzy którymi formuje się sieć rzeczna, wykorzystująca system dolin wód roztopowych. Jednocześnie, na niewielką skalę, zachodzą procesy eoliczne, prowadzące do powstania wydm i pokryw piasków przewianych. Część jezior, już we wczesnym holocenie (Dobraczka, Lewandowski, 2002), ulega drenażowi i szybko zarasta. Powstają liczne torfowiska, w których torfy zalegają na miejscami miększych pokładach gytii. Akumulacja mad w dolinie Dobrzyicy, które miejscami przykrywają torfy, wskazuje na uruchomienie procesów stokowych, być może związanych z antropogenicznym wylesieniem terenu we wczesnym średniowieczu (Klimek, 2002).

IV. PODSUMOWANIE

W wyniku badań prowadzonych na obszarze arkusza Nadarzyce, sporządzono powierzchniową mapę geologiczną wraz z przekrojami oraz szkicami: geomorfologicznym i geologicznym odkrytym.

Na podstawie badań litologiczno-petrograficznych, wśród utworów czwartorzędowych wyróżniono osady zlodowaceń: południowopolskich (prawdopodobnie Sanu), środkowopolskich (Odry i Warty) oraz północnopolskich (Wisły — stadiał górny).

Analiza profili wierceń, badania geoelektryczne oraz analiza półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego pozwoliły na opracowanie szkicu ukształtowania stropu podłoża czwartorzędu, odmiennego od prezentowanych do tej pory w literaturze. Stwierdzono występowanie głębokiej rynny subglacialnej z okresu zlodowaceń południowopolskich. Zdaniem autora powstała ona w miejscu preglacialnej, a być może nawet plioceńskiej, doliny rzecznej.

Dzięki dwóm otworom kartograficznym Machliny N-1 (otw. 6) i Rudki N-2 (otw. 12), rozpoznano profil osadów, wypełniających wyżej opisywaną rynnę. Na ich podstawie opisano m.in. osady zastoiskowe i rzeczne z okresu interglacjału wielkiego.

Mimo miększej pokrywy osadów czwartorzędowych, widoczny jest wyraźny wpływ ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej na rozmieszczenie form morfologicznych współczesnej rzeźby terenu.

Obszar arkusza, pod względem surowcowym, jest bogaty w piaski wodnolodowcowe, nagromadzone w kemach i sandrach. Występowanie w profilu osadów czwartorzędu miększych i szeroko rozprzestrzenionych piaszczystych i piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych, przedzielonych na ogół ciągłymi poziomami glin zwałowych, daje podstawy do udokumentowania wydajnych ujęć wód podziemnych. Warunki budowlane poza rynnami polodowcowymi, dolinami rzek i stromymi stokami kemów są dobre. Na obszarach równin sandrowych dominują grunty piaszczyste, średniozagęszczone i zagęszczone. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza występują grunty spoiste, półzwarte i twar doplastyczne, związane z glinami zwałowymi wysoczyzny morenowej i kemów.

Dalszych badań wymaga datowanie osadów zlodowaceń południowopolskich oraz uściślenie granicy stratygraficznej między zlodowaceniami południowopolskimi a interglacją wielkim. Brak udokumentowanych paleobotanicznie stanowisk interglacialnych uniemożliwia precyzyjne rozdzielanie poziomów lodowcowych kolejnych zlodowaceń.

W przyszłości podczas różnego rodzaju prac geologicznych należy zwrócić baczniejszą uwagę na osady organiczne, które w przypadku zalegania pod najmłodszymi poziomami glin zwałowych (gliny zlodowacenia Warty i stadiału górnego zlodowacenia Wisły), pozwoliłyby być może na udokumentowanie, nie stwierdzonych w czasie prac kartograficznych, osadów interglacjalnych lubawskiego i eemskiego.

Opracowano w
Przedsiębiorstwie Usług Geologicznych
„KIELKART” w Kielcach

Oddział Pomorski
Państwowego Instytutu Geologicznego
Szczecin

Kielce, 2003 r.

LITERATURA

- Bartkowski T., 1969 — Deglacjacja strefowa deglacjacją normalną na obszarach niżowych (na wybranych przykładach z Polski Zachodniej i Północnej). *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach. Ser. A*, **23**.
- Bartkowski T., 1972 — Strefa marginalna stadiału pomorskiego w aspekcie deglacjacji strefowej (na wybranych przykładach z pojezierzy Drawskiego i Miastkowskiego na Pomorzu). *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach. Ser. A*, **25**.
- Bugajska J., 2001 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Nadarzyce (235). Arch. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Nizżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4.
- Ciuk E., 1972 — Utwory paleogeńskie w rejonie szczecińskim. *Prz. Geol.*, **20**, 11.
- Ciuk E., 1974 — Schematy litostratygraficzne paleogenu Polski poza Karpatami i Zapadliskiem przedkarpackim. *Biul. Inst. Geol.*, 281.
- Dadlez R., 1980 — Tektonika wału pomorskiego. *Kwart. Geol.*, **24**, 4.
- Dadlez R. (red.), 1998 — Mapa tektoniczna kompleksu czechosłowacko-mezozoicznego na Nizżu Polskim 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., 2001 — Przekroje geologiczne przez bruzdę śródpolską 1:200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Dembowska J., 1965 — Budowa geologiczna parantyklinorium pomorskiego. *Pr. Inst. Geol.*, **40**.
- Dąbrowska B., 1988 — Mapa grawimetryczno-sejsmicznych elementów strukturalnych kompleksu czechosłowacko-mezozoicznego na obszarze wału pomorsko-kujawskiego i obszarów przyległych. Ark. Szczecinek 1:200 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dobracka E., Lewandowski J., 2002 — Strefa marginalna fazy pomorskiej lobu Parsęty (Pomorze Środkowe). W: Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty. 9. Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Borne Sulinowo. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.

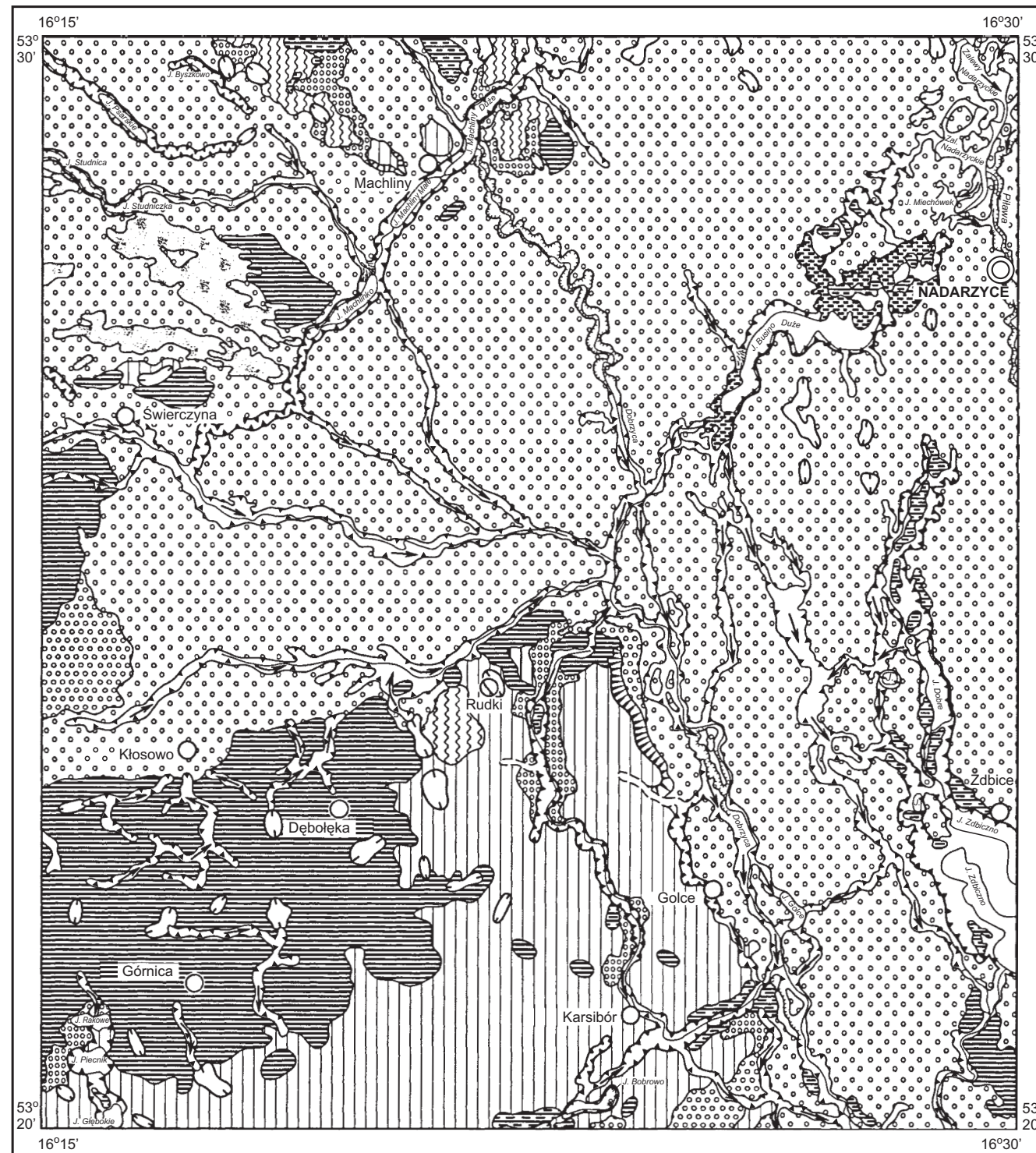
- Dobracka E., Piotrowski A., 2002 — Budowa geologiczna i rzeźba powierzchni podczwartorzędowej. W: Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty. 9. Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Borne Sulinowo. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.
- Dobracki R., Lewandowski J., 2002 — Plejstocen Pojezierza Drawskiego i Szczecineckiego. W: Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty. 9. Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Borne Sulinowo. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.
- Galon R., 1958 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Szczecin. Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., 1967 — Czwartorzęd Polski Północnej. W: Czwartorzęd Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Galon R., 1972 — Pojezierze Pomorskie i przyległe wysoczyzny jeziorne. W: Geomorfologia Polski. 2. Niż Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Grabowska J., 1965 — O środkowooligocęńskim wieku iłów toruńskich na podstawie analizy sporo- i pyłkowej. *Kwart. Geol.*, 9, 4.
- Graniczny M., Doktor S., Kucharski R., 1995 — Sprawozdanie z opracowania mapy liniowych elementów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jagodzińska B., Kalituk R., 2000 — Dokumentacja badań geoelektrycznych, temat: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000 arkusz Nadarzyce. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Karczewski A., 1963 — Morfologia, struktura i tekstura moreny dennej na obszarze Polski Zachodniej. *Pr. Kom. Geogr.-Geol. Wydz. Mat.-Przyr. PTPN*, 4, 2.
- Karczewski A., 1971 — Zmienność litologiczna i strukturalna kemów Pomorza Zachodniego a zagadnienia ich klasyfikacji. *Pr. Kom. Geogr.-Geol. Wydz. Mat.-Przyr. PTPN*, 11, 3.
- Klimk K., 2002 — Transformacja odwodnienia strefy Jeziora Pile. W: Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty. 9. Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Borne Sulinowo. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.
- Kłysz P., 1987 — Wał morenowy Broczyna na Pojezierzu Drawskim. *Spraw. Wydz. Mat.-Przyr., PTPN*, 103.
- Kłysz P., 1990 — Mechanizm kształtowania się strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze Pojezierza Drawskiego. *UAM Ser. Geogr.*, 47.
- Kondracki J., 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kopczyńska-Żandarska K., 1970a — Stratygrafia starszego i środkowego plejstocenu północno-zachodniego Pomorza na tle rozwoju paleogeomorfologicznego. *Stud. Geol. Pol.*, 33.
- Kopczyńska-Żandarska K., 1970b — Ukształtowanie i geneza powierzchni podłoża osadów czwartorzędu północno-zachodniego Pomorza. *Acta Geol. Pol.*, 203.
- Królikowski C. (red.), 1988 — Rozkład gęstości utworów kenozoicznych i permsko-mezozoicznych w północno-zachodniej Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, 124.
- Królikowski C., Twarogowski J., 1991 — Mapa rozkładu gęstości skał występujących nad poziomem morza w Polsce. *Kwart. Geol.*, 35, 3.
- Lewandowski J., Heliasz Z., Chybiorz R., 2003 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Łubowo (197). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Maksiaś S., Mróz W., 1976a — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, wyd. A, ark. Szczecinek. Inst. Geol., Warszawa.

- Maksiak S., Mróz W., 1976b — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, wyd. B, ark. Szczecinek. Inst. Geol., Warszawa.
- Maksiak S., Mróz W., 1978 — Czwartorzęd środkowej części Pojezierza Pomorskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 300.
- Maksiak S., Mróz W., Nosek M., 1978 — Objasnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, ark. Szczecinek. Inst. Geol. Warszawa.
- Marcinkiewicz T., 1960 — Opracowanie paleobotaniczne próbek z wiercenia Świerczyna Drawska i Motarzewo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Masłowska M., 1999 — Charakterystyka litologiczna glin zwałowych regionu północno-zachodniej Polski. *Prz. Geol.*, **47**, 10.
- Matyja H., 1998 — Architektura depozycyjna basenu dewońskiego na obszarze pomorsko-kujawskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**.
- Mojski J. E., 1968 — Zarys stratygrafii zlodowacenia północnopolskiego (bałtyckiego) w północnej i środkowej części Polski. *Pr. Geogr. Inst. Geogr., PAN*, 74.
- Nita M., 2001 — Wyniki analizy pyłkowej czwartorzędowych osadów organicznych z arkusza Szczecinek i Nadarzyce. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piotrowski A., 2003 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Mirosławiec (234). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Pożaryski W., 1969 — Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. *Prz. Geol.*, **17**, 2.
- Pożaryski W., Brochwicz-Lewiński W., Tomczyk H., 1982 — Tektonika i ewolucja paleotektoniczna paleozoiku podpermskiego między Koszalinem i Toruniem (Pomorze). *Prz. Geol.*, **30**, 12.
- Raczyńska A. (red.), 1987 — Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 119.
- Stoiński A., 2002 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wałcz (273). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Twarogowski J., Petekci Z., 2001 — Analiza półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego dla tematu Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Nadarzyce (235). Arch. Oddz. Pom. Państw. Inst. Geol., Szczecin.
- Wagner R., 1994 — Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niziu Polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 146.
- Wagner R., 1997 — Perm górny (cechsztyń). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 153.
- Wagner R., 1999 — Paleozoik zachodniego Pomorza. *Przew. 70. Zjazdu Naukowego Pol. Tow. Geol.*, Szczecin.
- Znosko J., 1966 — Jednostki tektoniczne Polski i ich stanowisko w tektonice Europy. *Kwart. Geol.*, **10**, 3.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nadarzyce (235)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska
- Wysoczyzna morenowa falista

Formy utworzone w strefie martwego lodu

- Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe:
a. poziom I, b. poziom II
- Kemy, plateau kemowe
- Tarasy kemowe
- Rynny subglacialne
- Rynny wykorzystane przez rzeki
i częściowo przez nie przekształcone
- Doliny wód roztopowych
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Krawędzie i stoki:
a – w dolinach rzecznych, b – wysoczyzny

Formy denudacyjne

- Dolinki denudacyjne
- Stożki napływowe
- Długie stoki

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Opracował: S. MĄDRY

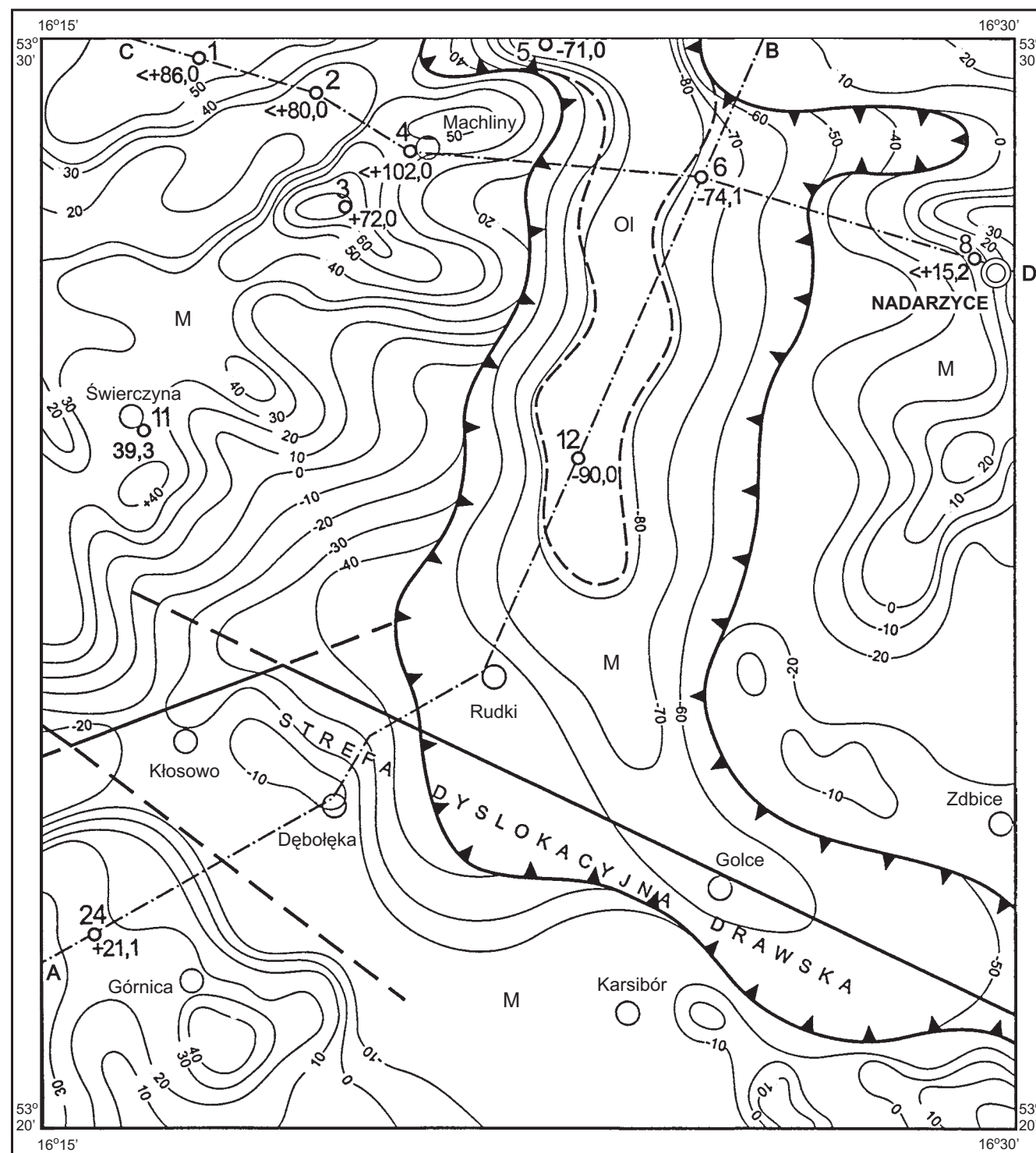
Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nadarzyce (235)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

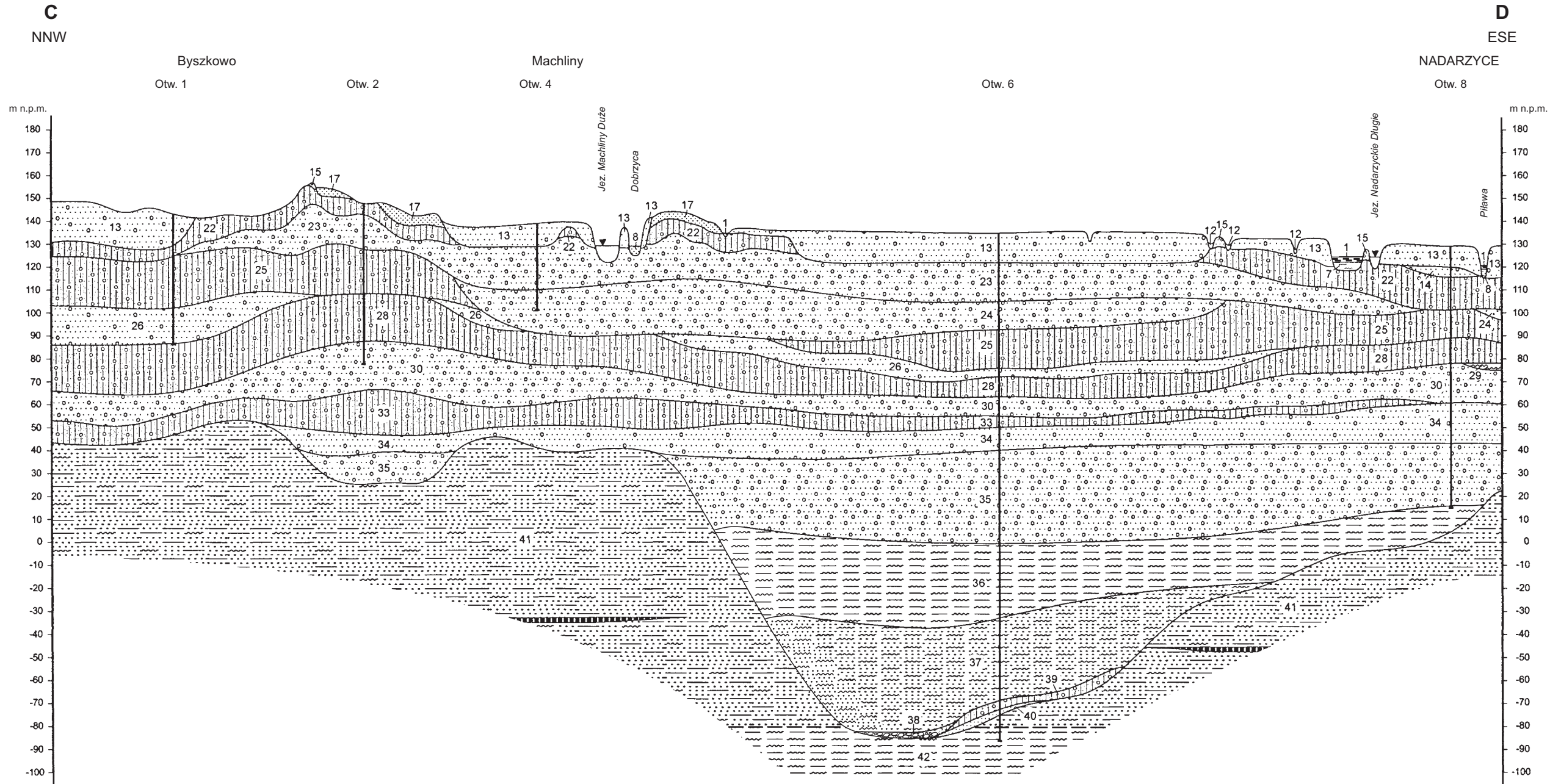
Skala 1:100 000

- | | | | |
|-----------|----------|----|---|
| NEOGEN | MIOCEN | M | Piaski, mułki i ropy z wkładkami węgla brunatnego |
| PALEOGEN | OLIGOCEN | OI | Iły i mułki, miejscami ropy i mułowce, z wkładkami piasków i węgla brunatnego |
| - | | | Granice geologiczne |
| -20- | | | Izohipsy stropu utworów podzwartorzędowych w metrach |
| ▲ | | | Granice obszaru występowania obniżenia o charakterze erozyjno-egzaracyjnym w podłożu czwartorzędowym |
| - - - a | | | Uskok: a. pewne, b. przypuszczalne |
| - - - b | | | |
| 12 | | | Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej oraz rzędną stropu powierzchni podzwartorzędowej lub zakończenia otworu w m n.p.m. |
| -90 | | | |
| A - - - B | | | Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej |
| C - - - D | | | Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście |

Opracował: S. MĄDRY



PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 — t _{Qh} | 17 — tk _{pz} ^{B3} _{Qp4} | 29 — b _m ^{W1} _{Qp3} | 38 — ż _{gl} ^r _{Qp2} |
| 7 — li _p _{Qh} | 22 — g _{zW} ^g _{Qp4} ^{B3} | 30 — fg _{pz} ^{W1} _{Qp3} | 39 — g _{zW} ^g _{Qp2} |
| 8 — f _p _{Qh} | 23 — fg _{pz} ^{B3} _{Qp4} | 33 — g _{zW} ^g _{Qp3} ^O | 40 — fg _p _{Qp2} |
| 12 — rs _{pz} ^{B3} _{Qp4} | 24 — fg _{pz} ^{W3} _{Qp3} | 34 — fg _{pz1} ^O _{Qp3} | 41 — p _M |
| 13 — fg _{pz2} ^{B3} _{Qp4} | 25 — g _{zW} ^{W3} _{Qp3} | 35 — f _{pz} _{Qp2-3} | 42 — i _{Ol} |
| 14 — fg _{pz1} ^{B3} _{Qp4} | 26 — fg _{pz} ^{W1+3} _{Qp3} | 36 — b-li _{mi} _{Qp2-3} | |
| 15 — gm _{pz} ^{B3} _{Qp4} | 28 — g _{zW} ^{W1} _{Qp3} | 37 — fg-b _p _{Qp2} | |

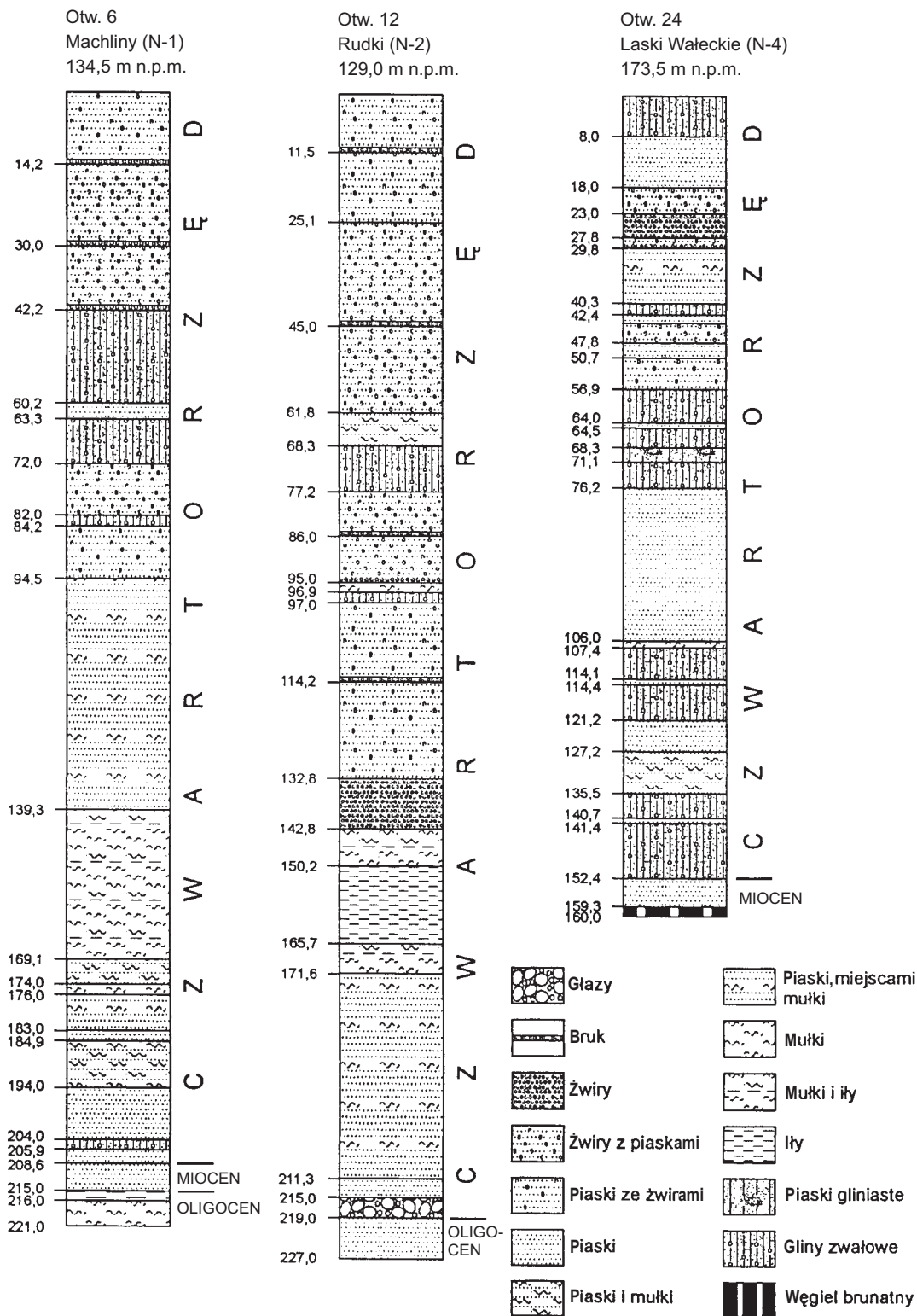
ZNANKI PETROGRAFICZNE

- | | | | | | |
|--|--------------------|--|---------------------|--|-----------------|
| | Glazy i glazowiska | | Piaski i mułki | | Gliny zwalowe |
| | Piaski i żwiry | | Piaski, mułki i ily | | Torfy |
| | Piaski ze żwirami | | Mułki | | Węgiel brunatny |
| | Piaski | | Mułki i ily | | |

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

Opracował: S. MAJRY

ZESTAWIENIE OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)



U w a g a : liczba oznacza głębokość
występowania osadów w metrach

Opracował: S. MAJDURY