PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

**STANISŁAW MARSZAŁEK, JANUSZ SZYMAŃSKI,
KAZIMIERZ DYJOR**

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER
Koordynator regionu Polski wschodniej — A. BAŁUK

OBJAŚNIENIA DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Dziadkowice (457)
(z 3 tab. i 3 tabl.)

Ministerstwo Środowiska

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

WARSZAWA 2005

Autorzy: Stanisław MARSZAŁEK, Janusz SZAMAŃSKI,
Kazimierz DYJOR

Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, Zakład w Lublinie,
ul. Budowlana 26, 20-469 Lublin

Redakcja merytoryczna: Dorota WAJCHT

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

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

ISBN 83-7372-781-7

© 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 12

A. Stratygrafia 12

1. Paleogen 13

a. Eocen+Oligocen. 13

Eocen górny+oligocen dolny 13

2. Neogen 15

a. Miocen 15

3. Czwartorzęd 16

a. Plejstocen 16

Zlodowacenia najstarsze 17

Zlodowacenie Narwi 17

Interglacjał augustowski (podlaski) 18

Zlodowacenia południowopolskie 19

Zlodowacenie Nidy 19

Stadiał dolny 19

Stadiał górny 20

Interglacjał małopolski 22

Zlodowacenie Sanu 1 22

Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi) 25

Interglacjał wielki 27

Zlodowacenia środkowopolskie 27

Zlodowacenie Odry 27

Zlodowacenie Warty 29
Interglacjał eemski 32
Zlodowacenia północnopolskie 33
b. Czwartorzęd nierozdzielony 34
c. Holocen 34
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu 35
C. Rozwój budowy geologicznej 36
IV. Podsumowanie 40
Literatura 41

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000
Tablica II — Szkic geologiczny odkryty w skali 1:100 000
Tablica III — Zestawienie profili otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

I. WSTĘP

Obszar arkusza Dziadkowice (457) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 położony jest we wschodniej Polsce, między współrzędnymi geograficznymi: 22°45’ i 23°00’ długości geograficznej wschodniej oraz 52°30’ i 52°40’ szerokości geograficznej północnej. Administracyjnie leży on w obrębie województwa podlaskiego. Północno-wschodnia część arkusza leży w powiecie bielskim (gminy: Boćki i Brańsk), pozostały obszar w powiecie siemiatyckim (gminy: Dziadkowice, Grodzisk i Siemiatycze).

Pod względem fizyczno-geograficznym badany obszar w całości leży na Nizinie Północnopodlaskiej, a dokładniej w obrębie Wysoczyzny Drohiczyńskiej (Kondracki, 2002). Jest to teren rolniczy o glebach słabo lub średnio urodzajnych. Większe obszary leśne występują w północno-zachodniej (okolice Siemion, Korycin i Dołubowa), środkowej (okolice Dziadkowic) oraz południowo-wschodniej (rejon Żurobic) części obszaru badań.

Sieć dróg jest raczej dobrze rozwinięta, większość miejscowości połączona jest drogami asfaltowymi lub drogami utwardzonymi (bruk, żwir). Duże znaczenie ma odcinek drogi krajowej nr 19 (Wiercień–Andryjanki) łączącej Lublin z Suwałkami. Większe miejscowości to: Dziadkowice, Dołubowo, Czarna Wielka, Czarna Cerkiewna, Kłopoty-Stanisławy oraz Hornowo.

Arkusz Dziadkowice (457) opracowany został w Przedsiębiorstwie Geologicznym ,,Polgeol” w Lublinie, na podstawie Projektu badań geologicznych, sporządzonego przez Małek i Wodyk (1996) i zatwierdzonego przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, decyzją numer KOK/8/98 z dnia 13.03.1998 r.

Podstawą opracowania arkusza mapy były terenowe prace geologiczno-zdjęciowe prowadzone w latach 1998–1999 przez Marszałka, Szymańskiego i Dyjora. W czasie tych prac wykonano 1384 sondy ręczne o łącznym metrażu 2787,1 m; 50 wkopów i szurfów, 231 sond mechanicznych o głębo-

kości 6,0 do 15,0 m o łącznym metrażu 2130 m oraz opisano 43 odsłonięcia. Wybrane punkty dokumentacyjne przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych)

Numer punktu		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym				
1	WH-56	Wojtki (Łąki)	134,0	15,0	2 próbki 5,2; 9,4
2	WH-55	Wojtki	137,0	15,0	
3	WH-174	Wojtki	136,6	10,0	
4	WH-181	Sielc	146,0	10,0	
5	WH-48	Sielc	142,6	15,0	
6	WH-47	Sielc	146,0	15,0	
7	WH-45	Sielc	153,0	15,0	
8	WH-44	Sielc	162,5	15,0	
9	WH-43	Smolugi	178,0	15,0	
10	WH-182	Dołubowo	175,3	10,0	
11	WH-74	Dołubowo	186,0	15,0	
12	WH-72	Targowisk	187,5	15,0	
13	WH-70	Targowisk	179,0	15,0	
14	WH-69	Czarna Wielka	169,0	5,0	
15	WH-68	Czarna Wielka	176,2	15,0	
16	WH-115	Czarna Wielka	165,0	15,0	
17	WH-117	Czarna Wielka	177,5	15,0	
18	WH-118	Czarna Wielka	169,0	15,0	
19	WH-119	Czarna Wielka	181,0	15,0	
20	WH-144	Malinowo	184,5	15,0	
21	WH-145	Kolonia Kłopoty-Bańki	186,5	15,0	
22	WH-146	Kłopoty-Bańki	180,3	15,0	
23	WH-134	Kłopoty-Stanisławy	170,0	15,0	
24	WH-133	Kłopoty-Stanisławy	165,0	9,0	Próbki 4,7; 5,0
25	WH-225	Kłopoty-Stanisławy	164,0	10,0	
26	WH-136	Kłopoty-Bujny	166,0	10,0	

W roku 1999 odwiercono na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego cztery otwory badawcze (kartograficzne): Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10), Czarna Wielka-2 (otw. 6), Dołubowo-3 (otw. 4) oraz Wojtki-4 (otw. 1) o łącznym metrażu 519,0 m. Otwory te przewierciły osady czwartorzędowe i zakończone zostały w osadach mioceńskich i eoceńsko-oligoceńskich

Dokładniejsza lokalizacja otworów kartograficznych została poprzedzona wykonaniem badań geoelektrycznych wzdłuż projektowanego przebiegu przekroju geologicznego. W czasie tych prac wykonano ciąg elektrooporowy o łącznej długości 22 km i liczbie 110 sondowań SGE (Jagodzińska,

Kalitiuk, 1999). Zasadniczym celem badań geofizycznych było uzyskanie danych o ukształtowaniu rzeźby powierzchni podczwartorzędowej i rozprzestrzenieniu poziomów litostratygraficznych czwartorzędu (głównie glin zwałowych). W oparciu o geologiczną interpretację przekroju geoelektrycznego wyznaczono bardzo urozmaicony strop utworów podczwartorzędowych z wyraźną rynną Czarnej oraz stopniowym obniżaniem się powierzchni podczwartorzędowej ku północnemu wschodowi. Bardzo pomocne dla konstrukcji przekroju geologicznego były także przesłanki geologiczne dotyczące przebiegu głównych poziomów litostratygraficznych (glin zwałowych) w utworach czwartorzędowych.

Do badań laboratoryjnych pobrano 196 próbek z rdzeni otworów kartograficznych, które poddane zostały szczegółowym analizom litologiczno-petrograficznym. Prace te prowadził Balwierz w latach 1999–2000. Wykonane zostały analizy granulometryczne, obtoczenia ziarn kwarcu, zbadano skład petrograficzny frakcji żwirowej w glinach zwałowych, zawartość $CaCO_3$ oraz skład minerałów ciężkich.

Badania paleobotaniczne osadów podłoża podczwartorzędowego wykonane w Państwowym Instytucie Geologicznym umożliwiły dokładniejsze określenie wieku osadów paleogeńsko-neogeńskich w profilach otworów: Kłopoty-Bańki-1; Czarna Wielka-2 oraz Wojtki-4 (Słodkowska, 2000). Ekspertyzy palinologiczne dla kilkunastu próbek osadów plejstoceńskich pozwoliły na udokumentowanie całego profilu interglacjału eemskiego przykrytego utworami zlodowaceń północnopolskich w stanowisku Czarna Wielka-2 (Bińka, 2000).

Opracowanie kameralne arkusza objęło analizę wszystkich materiałów geologicznych zebranych w czasie kartowania geologicznego (opisy wierceń kartograficznych, sond ręcznych i mechanicznych, profile odsłonięć, wkopów i szurfów), badań laboratoryjnych, jak i także nielicznych materiałów archiwalnych (profile 19 wierceń hydrogeologicznych, siedmiu dokumentacji surowcowych, jedna dokumentacja badań geoelektrycznych, cztery dokumentacje geologiczno-inżynierskie oraz pięć inwentaryzacji złóż surowców stałych w ujęciu gminnym).

Literatura geologiczna dotycząca obszaru badań i terenów sąsiednich jest bardzo uboga. Spośród publikacji z okresu międzywojennego, w niewielkim zakresie do terenów tych odnoszą się prace Lewińskiego i Samsonowicza (1918), Kondrackiego (1933), Halickiego (1935) oraz Zaborskiego (1927).

W okresie powojennym podsumowaniem wcześniejszych badań było ukazanie się arkusza Biała Podlaska w ramach edycji Przeglądowej mapy geologicznej Polski w skali 1:300 000 (Zwierz, 1949, 1954).

Najważniejszym i dotychczas najnowszym syntetycznym opracowaniem kartograficznym badanego obszaru jest arkusz Siedlce, Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Nowak, 1970, 1971). Z innych publikacji warto wspomnieć pracę Arenia (1967) dotyczącą paleozoiku obniżenia podlaskiego. Czwartorzęd obszarów przyległych był przedmiotem badań Bitnera (1954), Borówko-Dłużakowej (1973), Dłużakowej (1961), Mojskiego (1969), Nitychoruka (1995, 1996), Nowakowej (1969, 1972,

1977), Nowickiego (1969) i Ruszczyńskiej-Szenajch (1973, 1976, 1985). Regionalne opracowania geomorfologiczne zawierają prace Kondrackiego (1972) i Mojskiego (1972).

W latach dziewięćdziesiątych ukazało się kilka publikacji, których przedmiotem szczegółowych badań były m.in. osady lodowcowe i wodnolodowcowe strefy marginalnej w okolicy Bielska Podlaskiego (Mycielska-Dowgiałło i in., 1995; Mycielska-Dowgiałło; Pękalska, Wronko, 1995, 1996).

W czasie opracowania niniejszego arkusza wykorzystano wyniki badań na sąsiednich arkuszach Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000: Pobikry (Brzezina, Albrycht, 2000), Stacja Nurzec (Janicki, 2001) oraz Ciechanowiec (Płonczyński, 2000).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar arkusza Dziadkowice w całości leży na Wysoczyźnie Drohiczyńskiej (mezoregion Nizina Północnopodlaska). W stosunkowo bardzo urozmaiconej rzeźbie terenu, której najważniejsze rysy związane są z postojem i recesją lądolodu zlodowacenia Warty, można wyróżnić wiele form o różnej genezie. W centralnej i południowo-zachodniej części obszaru arkusza dominuje wysoczyzna morenowa o prawie płaskiej powierzchni, rozdzielona na odrębne pokrywy wąską doliną wód roztopowych o kierunku NW–SE (od okolic Żurobic po Koryciny). Wysoczyznę morenową nadbudowują różne formy geomorfologiczne powstałe w czasie postoju i recesji lądolodu zlodowacenia Warty. Równiny sandrowe wypełniają dna doliny wód roztopowych z okresu wycofywania się lądolodu warciańskiego. Formy pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego tworzące główne zręby współczesnej rzeźby terenu uzupełniają rzadziej występujące formy genezy eolicznej, rzecznej, denudacyjnej lub innej (tabl. I).

Formy lodowcowe. W y s o c z y z n a m o r e n o w a p ł a s k a jest najważniejszym i najpowszechniejszym elementem rzeźby badanego terenu. W części południowo-zachodniej (na zachód od doliny rzeki Czarnej) wznosi się do wysokości 190,0 m n.p.m. (okolice Krynek, Makarek) i stopniowo opada do wysokości około 170–175 m n.p.m. (od Wiercienia do Mierzynówki). Ma ona charakter wysoczyzny morenowej wytopiskowej (obecność kilku niewielkich wytopisk). Na wschód od doliny rzeki Czarnej zmienia się nieco charakter wysoczyzny, pozbawionej już prawie całkowicie obniżeń wytopiskowych (oprócz jednego w okolicy Wojeńca). Od naj- wyżej położonego punktu 190,8 m n.p.m. (okolice Dołubowa) promieniście obniża się powierzchnia wysoczyzny w kierunku zachodnim do wysokości 175,0 m n.p.m., a w kierunku północno-wschodnim (ku dolinie rzeki Leśnej) do poziomu 140,0–145,0 m n.p.m.

M o r e n y c z o ł o w e a k u m u l a c y j n e z okresu zlodowacenia Warty występują na wschód od Siemion (północno-zachodnia część badanego obszaru) oraz tworzą pojedyncze wzgórza

w okolicy Krynek, Kłopotów-Stanisławów, Malinowa oraz Żurobic. Według Mojskiego (1972) pagórki te należą do strefy moren czołowych Ostrożany–Kłopoty–Żurobice, która odpowiada strefie morenowej Miedzna–Nieciecz po zachodniej stronie doliny Bugu. Wzgórza morenowe okolic Siemion o wysokości względnej od 5,0 do 10,0 m, długości od 200 do 750 m tworzą wydłużone w kierunku północ–południe owalne skupienie wzdłuż doliny wód roztopowych Czarnej. Pagórki te są najczęściej owalne, niekiedy wydłużone o różnych kierunkach dłuższych osi. Pagórki strefy moren czołowych Ostrożany–Kłopoty–Żurobice słabiej zaznaczają się w rzeźbie terenu osiągając maksymalnie do około 10 m wysokości względnej (wzgórze na północny wschód od Malinowa).

N i e c k i w y t o p i s k o w e o nieregularnych kształtach i powierzchniach rzadko dochodzących do 2,0 km^2 występują w południowo-zachodniej części badanego obszaru, świadcząc o istnieniu brył martwego lodu z okresu recesji lądolodu zlodowacenia Warty. Formy te odznaczają się płaskimi, często podmokłymi dnami (równinami wytopiskowymi). W niektórych z nich dodatkowo zaznaczają się drobne zagłębienia wypełnione namułami lub namułami torfiastymi. Często niecki te łączą się z dolinami wód roztopowych, którymi były odprowadzane wody z zanikających brył martwego lodu.

Formy wodnolodowcowe (akumulacyjne i erozyjne) reprezentowane są przez równiny akumulacji wodnolodowcowej, ozy, kemy oraz doliny wód roztopowych.

R ó w n i n y w o d n o l o d o w c o w e powstały w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Warty, głównie w wyniku intensywnej działalności wód roztopowych. Największe powierzchnie pokryte osadami wodnolodowcowymi występują między: Czarną Średnią a Żurobicami oraz Korycinami a Holonkami. Obszar południowy (Czarna Średnia–Żurobice) leży na wysokości od około 160 m n.p.m. Nieco niżej znajduje się powierzchnia osadów wodnolodowcowych miedzy Korycinami a Holonkami (145,0–150,0 m n.p.m.). Niewielkie pokrywy osadów wodnolodowcowych występują także w okolicy Sielca i Żołociek, Dziadkowic, Malewic i Osmoli.

Niewielki, wydłużony pagórek o długości około 500 m, szerokości do około 150 m i orientacji dłuższej osi NW–SE opisano jako o z . Wysokość względna nie przekracza 10,0 m. Na sąsiednim arkuszu Stacja Nurzec (Janicki) ma swoją kontynuację cały szereg pagórków tego typu. Formy te powstały najprawdopodobniej w rynnie podlodowej.

Pojedyncze k e m y występują w okolicy Żurobic i Podlesia. Są to wzgórza o wysokości względnej do 5,0 m, owalnym, nieco wydłużonym kształcie, długości od 750 m do około 1100 m i szerokości do około 600 m. Na Mapie geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Nowak, 1970) wzgórza te przedstawiono jako wystąpienia piasków i żwirów lodowcowych.

D o l i n y w ó d r o z t o p o w y c h są ważnym i wyraźnym elementem rzeźby terenu badanego obszaru. Dolina rzeki Czarnej, która współcześnie wykorzystuje stary szlak wód roztopowych, odprowadza swoje wody w kierunku północnym, skręcając w Siemionach ku wschodowi. Natomiast w okresie recesji

lądolodu zlodowacenia Warty odpływ wód możliwy był w kierunku południowo-wschodnim. Szerokość tego szlaku wód roztopowych waha się od około 500 m w okolicy Siemion do 2–3 km w Żurobicach.

Wody roztopowe pochodzące z topniejących brył martwego lodu, leżących w rejonie Kłopotów-Stanisławów, Kłopotów-Patr, Malinowa i Mierzynówki mogły zasilić główny szlak wód roztopowych przez wąskie obniżenia i dolinki. Te mniejsze i większe dolinki funkcjonowały prawdopodobnie także podczas interglacjału eemskiego i zlodowaceń północnopolskich (udokumentowane palinologicznie osady w dolinie Czarnej) i zachowały się do czasów współczesnych, wykorzystane przez rzeki Leszczkę i Leśną.

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie powstały w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Warty. Najczęściej są to formy o niewielkich wymiarach (około 200–300 m sporadycznie 500 m), przeważnie bezodpływowe, podmokłe i zabagnione. Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono tylko większe formy w okolicy Wólki Biszewskiej, Kłopotów-Patr oraz Biszewa.

Formy pochodzenia eolicznego. Wydmy sporadycznie występują tylko w północno-wschodniej części badanego obszaru. Dwie niewielkie podłużne wydmy o długości do około 300 m, szerokości do około 70 m oraz wysokości do około 3 m wyróżniają się na płaskim tarasie nadzalewowym doliny rzeki Czarnej w Wojtkach. Duża, nieco przekształcona, zalesiona wydma paraboliczna o długości około 1000 m, szerokości do około 120 m i wysokości do około 8 m wyraźnie zaznacza się na płaskiej równinie wodnolodowcowej na północ od Kolonii Jakubowskiej (na wschód od doliny Leśnej).

Równiny piasków przewianych o niewielkiej powierzchni (mniej niż 0,5 km^2) i słabo widoczne w rzeźbie terenu występują na południe od Wojtek oraz na zachód od Starej Jasieniówki. Przeważnie są porośnięte lasami lub krzakami.

Formy rzeczne. Dna dolin rzecznych i tarasy akumulacyjne zalewowe są wyraźnym przejawem działalności wód rzecznych lub roztopowych, współcześnie wykorzystywanych przez liczne rzeki lub niewielkie cieki wodne o charakterze stałym lub epizodycznym. Taras zalewowy Leśnej (północno-wschodnia część badanego obszaru) ma największą szerokość od 2,5 do 3,0 km między Wincentowem a Kolonią Jakubowskie. Wysokość bezwzględna opada od 136,8 m do 135,0 m n.p.m. ku północy. W górnym biegu Leśna posiada dużo węższe dno, rzadko szerokość jego dochodzi do około 500 m. Podobnie wykształcony jest taras zalewowy dopływu Leśnej — Leszczki. Wysokość bezwzględna dna doliny (w jej górnym biegu) maleje od 162,0 m do 146,7 m n.p.m. Bardzo wąskie dno doliny Czarnej (w górnym odcinku) rzadko osiągające około 100 m szerokości, przeciętnie około 70–80 m, po zmianie kierunku biegu w okolicy Spieszyna rozszerza się od około 300 m (Puchały Stare) do około 500 m w Klichach. Wysokość bezwzględna dna doliny Czarnej opada od 160,0 m do 134,2 m n.p.m.

Tarasy akumulacyjne nadzalewowe rzek: Czarnej i Leśnej wyraźnie zaznaczają się w rzeźbie terenu, zwłaszcza od miejscowości Holonki aż po ujście Czarnej do Leśnej. Znacznie lepiej rozwinięty jest taras po południowej części doliny Czarnej, gdzie osiąga szerokość od około 130 m (Holonki) do około 600–700 m w Wojtkach. Wysokość bezwzględna dochodzi do 140 m n.p.m., natomiast wysokości względne ponad dno doliny rzadko przekraczają 4–5 m, najczęściej około 3 m. Po lewej stronie doliny Czarnej taras ten jest słabiej wykształcony, szerokość jego rzadko dochodzi do około 300 m (w Klichach), krawędź od strony rzeki łagodniej przechodzi w dno doliny. Wysokości bezwzględne osiąga takie jak po prawej stronie rzeki.

W okolicy wsi Wojtki taras rzeki Czarnej łączy się z tarasem nadzalewowym Leśnej. Szerokość jego (na opracowywanym obszarze) dochodzi do około 1500 m. Niekiedy rozcięty współczesnymi ciekami wodnymi może tworzyć formy „wysp". Wysokość bezwzględna opada od południa (140,0 m n.p.m.) ku północy (do 137,0 m n.p.m.). Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono także bardzo słabo wyróżniający się w terenie taras nadzalewowy rzeki Czarnej (w rejonie wsi Czarna Wielka) zbudowany z udokumentowanych palinologicznie osadów zlodowaceń północnopolskich. Jego szerokość dochodzi do około 250 m w pobliżu otworu kartograficznego Czarna Wielka-2 (otw. 6), a wysokość względna nie przekracza 2 m.

Dolinki w ogólności cieków stałych lub okresowych występują dość często na obszarze wysoczyzny morenowej lub miejscami przecinają równiny wodnolodowcowe. Są to najczęściej formy o szerokości do kilkuset metrów, głębokości rzędu kilku, kilkunastu metrów, wypełnione osadami holoceńskimi.

Formy denudacyjne. Pagórki morenowe przekształcone o wysokościach od około 3 do 5 m, długości od około 400 do 800 m, szerokości około 250 do 600 m wyróżniono w okolicy Lipin (forma o większej powierzchni i osi ułożonej w kierunku N–S), Wólki Biszewskiej oraz Aleksandrowa.

Suche doliny występują zarówno w obrębie wysoczyzny morenowej (okolice Makarek, Rybołt, Targowiska, Dołubowa), jak i równin wodnolodowcowych (rejon Kłopotów-Baniek, Malinowa, Zaręb). Są to przeważnie krótkie, płytkie, najczęściej o łagodnych, słabo zaznaczających się stokach, obniżenia wypełnione osadami deluwialnymi lub piaskami holoceńskimi.

Długie stoki. Z powierzchnią wysoczyzny morenowej ściśle związane są długie, łagodnie opadające ku obniżeniom stoki w okolicy Siekluk, Piotrowa-Trojan, Andryjanek oraz Wojeńca. Formy te osiągają nawet do 1,5 km długości. Warto także wspomnieć o owalnej formie z łagodnie opadającymi stokami wokół punktu 184,7 m n.p.m., leżącej na wschód od Czarnej Wielkiej.

Drobne zagłębienia o różnej genezie występują zarówno na powierzchni wysoczyzny morenowej, jak i na równinach akumulacji wodnolodowcowej. Są to najczęściej płytkie obniżenia o owalnym lub kolistym kształcie, wypełnione namułami holoceńskimi. Rzadko ich średni-

ca przekracza 400 m, przeważają formy o wielkości do około 200–300 m. Na szkicu geomorfologicznym zaznaczono tylko niektóre, większe zagłębienia. Dokładniejsze określenie genezy tych form uniemożliwiają procesy denudacyjne, które zatarły pierwotne ich pochodzenie.

Formy utworzone przez roślinność. R ó w n i n y t o r f o w e o powierzchni około 3 km^2 zajmują znaczny obszar w obrębie dna doliny Leśnej. Tworzą je torfy niskie, często o znacznej miąższości. Niewielkie torfowiska wyróżniono na szkicu geomorfologicznym na wschód od Żurobic oraz w okolicy Korycin.

Przeważająca część obszaru arkusza leży w dorzeczu rzeki Nurzec. Wyraźnie zaznaczający się w morfologii terenu dział wodny, przebiegający wzdłuż linii Krynki–Sobole (wzgórze 187,4 m n.p.m.) przez Kłopoty–Bujny, Kol. Łachówkę, Gryćki po wzgórze 175,4 m n.p.m., (na północny-wschód od Wiercienia) ogranicza południowy zasięg dorzecza Nurca. Główną rzeką odprowadzającą swoje wody do Nurca jest Leśna, wypływająca z podmokłości w okolicy Żurobic (162,0 m n.p.m.). W górnym biegu płynie w kierunku północno-wschodnim po drodze przyjmując wody Leszczki (inna nazwa Dębówka) i jej dopływu Praczki. W pobliżu wsi Kolonia Wygonowo Leśna opuszcza badany obszar, pojawiając się na nim ponownie w północno-wschodniej części, już jako dojrzała rzeka. Tuż poza północną granicą arkusza, Leśna przyjmuje wody rzeki Czarnej i jej dopływu — Sielczanki. Czarna ma swe źródła kilkaset metrów na południe od zabudowań wsi Czarna Wielka, po drodze zasila niewielki sztuczny zbiornik we wsi, potem leniwie płynie ku północy, wykorzystując dawną dolinę wód roztopowych. W okolicy Siemion łagodnie skręca najpierw na północny wschód, by od Starych Puchał płynąć w kierunku wschodnim. Po drodze przyjmuje wody cieków bez nazwy w okolicy Korycin, Holonek oraz południowego dopływu Sielczanki. W większości są to rzeki uregulowane, odcinki koryta najczęściej wyprostowane, umocnione faszyną lub głazami, z licznymi jazami i przepustami.

Na badanym obszarze w zasadzie brak jest większych naturalnych zbiorników wodnych, nie licząc dwóch jeziorek w okolicy Lipin oraz Żurobic. Sporadycznie spotyka się płytkie oczka wodne, zarówno na obszarze wysoczyzny morenowej, jak i równin wodnolodowcowych.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Stratygrafia osadów na badanym obszarze jest wynikiem szczegółowego zdjęcia geologicznego oraz wykonanych specjalnie dla opracowania mapy wierceń kartograficznych, sond ręcznych i mechanicznych oraz opisów odsłonięć. Wykorzystano także rezultaty badań litologiczno-petrograficznych oraz specjalistycznych (ekspertyzy palinologiczne osadów czwartorzędowych i podłoża neogeńsko-paleogeńskiego). Dokonano szczegółowej analizy wszystkich profili wierceń archiwalnych (hydrogeologicznych, surowcowych i geologiczno-inżynierskich), w szczególności na linii przekroju A–B. Przy

konstrukcji przekroju geologicznego bardzo pomocna okazała się interpretacja geologiczna wykonanych sondowań geoelektrycznych.

Na obszarze objętym arkuszem Dziadkowice nie wykonano żadnego otworu badawczego, który przewiercałby osady trzeciorzędowe i starsze. Wiercenia takie odwiercono na sąsiednich arkuszach: otwór Stadniki IG-1 (na arkuszu Pobikry), przebijający osady czwartorzędowe, paleogenu i neogenu, kredy, jury, triasu, permu, syluru, ordowiku, kambru, zakończony w prekambrze na głębokości 1560,5 m oraz otwór Brańsk-1 (na arkuszu Brańsk), którym przewiercono osady czwartorzędowe, paleogenu i neogenu, kredy, jury i zakończono w triasie na głębokości 812,0 m.

Opracowanie stratygrafii w zasadzie odnosi się głównie do osadów czwartorzędowych, w mniejszym zakresie do osadów podłoża podczwartorzędowego (tabl. II), które rozpoznano tylko w kilku profilach wierceń kartograficznych do niewielkiej, kilkumetrowej głębokości. Dla pełniejszego obrazu osadów paleogenu i neogenu nawiązano do obszarów sąsiednich, a zwłaszcza do profili wierceń Brańsk IG-1 i Szeszyły-3 (arkusz Boćki).

1. Paleogen

Na badanym obszarze stwierdzono występowanie zarówno osadów paleogenu, jak również i neogenu. Pozycję wiekową osadów zaliczonych do eocenu, oligocenu oraz miocenu oparto na wynikach analiz palinologicznych (Słodkowska, 2000).

Poznanie litologii oraz rzeźby powierzchni stropu osadów paleogenu i neogenu są rezultatem geologicznej interpretacji sondowań geoelektrycznych, wykonanych wzdłuż przekroju oraz w miejscach wierceń kartograficznych (Jagodzińska, Kalitiuk, 1999).

Osady paleogenu występują pod przykryciem młodszych utworów neogeńskich lub wprost pod osadami czwartorzędowymi w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej (Czarna Wielka-2 — otw. 6; Wojtki-4 — otw. 1). Strop utworów paleogenu sięga prawdopodobnie do poziomu 20,0–30,0 m n.p.m.

a. Eocen+Oligocen

Eocen górny+oligocen dolny

Piaski kwarcowe i mułki glaukonitowe. Osady eocenu górnego i oligocenu dolnego nawiercono w dwóch otworach kartograficznych: Czarna Wielka-2 (otw. 6) na głębokości 141,0–144,5 m (nie przewiercone) oraz Wojtki-4 (otw. 1) na głębokości 133,0–135,0 m. W profilu Czarna Wielka-2 (otw. 6) stwierdzono występowanie szarozielonkawych mułków piaszczystych, ilasto-piaszczystych z licznymi soczewkami i laminami piasków drobnoziarnistych lub pyłowatych, średnio wysortowanych, bezwapnistych, zawierających do 6% glaukonitu. W składzie frakcji minerałów ciężkich zaznacza się przewaga minerałów przezroczystych (50,8%) nad nieprzezroczystymi

(33,6%). Wśród minerałów przezroczystych zdecydowanie dominują chloryty (84,9%) nad amfibolami (2,8%), epidotem i staurolitami (Balwierz, 2000).

W pobranej z głębokości 143,5 m próbce osadów oznaczono ubogi zespół pyłkowy oraz bardzo bogaty zespół fitoplanktonowy. Wśród pyłków roślin zdecydowanie przeważały nagonasienne, reprezentowane przez *Pinuspollenites, Inaperturopollenites hiatus, Cupressacites bockwitzensis, Sciadopityspollenites, Sequoiapollenites* i inne. Okrytonasienne pojawiały się sporadycznie i nielicznie, występowały miedzy innymi *Castaneoideaepollis pusillus, Enqelhardtioipollenites punctatus, Myricipites microcoryphaeus* oraz *Platanipollenites ipelensis*. Przeważały więc gatunki częściej występujace w paleogenie. Morski fitoplankton występował obficie pod względem ilości gatunków, jak i częstości ich występowania. Słodkowska (2000) oznaczyła wiele charakterystycznych taksonów takich jak: *Paucilobimorpha incurvata, Cordosphaeridium fibrospinosum, Rhombodiunium draco, Deflandrea heterophlycta, Chiropteridium lobospinosum, Membranophoridium aspinatum, Cordosphaeridium inodes, Wetzeliella symmetrica* i innych, obecnych w całym paleogenie.

Opisany powyżej zespół palinomorf i fitoplanktonu morskiego można identyfikować z podobnymi sukcesjami z pogranicza eocenu i oligocenu, występującymi w formacji mosińskiej dolnej (Słodkowska, 2000).

Nieco młodsze osady rozpoznano w profilu Wojtki-4 (otw. 1), gdzie na głębokości 133,0–135,0 m (7,5–9,5 m n.p.m.) reprezentowane są przez ciemnoszare mułki lub iły, z licznymi laminami piasków kwarcowych, pyłowatych, faliście warstwowanych, słabo wysortowanych, bezwapnistych.

We frakcji minerałów ciężkich zdecydowanie dominują minerały przezroczyste (77,7%) nad nieprzezroczystymi (22,3%). Podobnie jak w profilu Czarna Wielka-2 zdecydowanie przeważają chloryty (97,9%).

W wyniku analizy palinologicznej Słodkowska (2000) stwierdziła w tych osadach bogaty zespół pyłkowo-fitoplanktonowy charakterystyczny dla oligocenu dolnego. Dominuje w nim grupa pyłków roślin nagonasiennych: *Pinuspollenites, Sciadopityspollenites, Inaperturopollenites dubius, Inaperturopollenites hiatus* oraz *Sequoiapollenites.*

Zespół pyłków roślin okrytonasiennych okazał się dość zróżnicowany gatunkowo, przy niewielkich udziałach procentowych poszczególnych gatunków, takich jak: *Castaneoideaepollis pusillus, Tricoloporopollenites dolium, T. megaexactus, T. staresedloensis, Myricipides bituitus* i innych. Oznaczono także charakterystyczne dla paleogenu spory *Lycopodiaceaesporis (Camarozonosporites) heskemensis.* Wśród bardzo bogatego zespołu fitoplanktonu morskiego występują między innymi: *Chiropteridium lobospinosum, Membrahophoridium aspinatum, Rhombodinium longimanum, Rh. freienwaldenese, Cordosphaeridium fibrospinosum, Wetzeliella symmetrica, W. meckelfeldensis.*

Morskie osady eocenu górnego i oligocenu dolnego reprezentowane są głównie przez piaski kwarcowe z domieszką glaukonitu, drobnoziarniste lub średnioziarniste z przewarstwieniami mułków szarozielonkawych lub ciemnoszarych, które to zostały nawiercone w otworach kartograficznych: Czarna Wielka-2 (otw. 6) i Wojtki-4 (otw. 1). Obecność serii piaszczystych dokumentują wyniki sondowań elektrooporowych. Na sąsiednim arkuszu Brańsk, w otworze Brańsk IG-1 przewiercono osady oligocenu na głębokości 128,6–163,0 m (24,4 m n.p.m.–10 m p.p.m.), gdzie osiągają miąższość 34,4 m. Na podstawie tego profilu można w przybliżeniu określić pierwotną miąższość osadów eocenu górnego i oligocenu dolnego na badanym obszarze w przedziale 30,0–40,0 m.

2. Neogen

Osady neogenu tworzą przeważającą część powierzchni podczwartorzędowej poza północno-wschodnią częścią obszaru badań oraz wąskim obniżeniem w rejonie Czarnej i Siemion. Na obszarze objętym arkuszem Dziadkowice nie przewiercono osadów neogeńskich w żadnym otworze. Przybliżone dane na temat miąższości i litologii osadów neogenu pochodzą z geologicznej interpretacji wyników sondowań geoelektrycznych (Jagodzińska, Kalitiuk, 1999).

Strop osadów neogeńskich sięga najwyżej do 90,0 m n.p.m. w otworze Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10), stopniowo obniżając się do 20,0 m n.p.m. w części północno-wschodniej. Przybliżona miąższość może dochodzić do około 60 m, na północ i północny wschód od badanego obszaru w otworach badawczych wynosi 41,9 m (otwór Szeszyły-3 na arkuszu Boćki) i 52,6 m (otwór Brańsk IG-1 na arkuszu Brańsk).

a. Miocen

Piaski, mułki i iły. Osady miocenu reprezentowane są przez utwory śródlądowe wykształcone w postaci piasków kwarcowych, szaroniebieskawych lub szarych, poziomo warstwowanych, z cienkimi warstewkami szarozielonkawych piasków z glaukonitem lub smugami humusu. Liczne są także wkładki mułków i iłów ciemnoszarych lub czarnych, bezwapnistych. W profilu Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10) piaski mioceńskie nawiercono na wysokości 90 m n.p.m., natomiast niżej położony jest strop utworów mioceńskich w otworze Dołubowo-3 (otw. 4) — 55,1 m n.p.m.

Wśród minerałów ciężkich zdecydowanie przeważają chloryty od 24,2–58,4% w serii piaszczystej (Kłopoty-Bańki-1, otw. 10) do 94,5% w mułkach ilastych nawierconych w Dołubowie (otw. 4). W mniejszych ilościach występują biotyt (do 19,6%), pirokseny (do 18,9%) oraz amfibole (do 18,9%). Rzadsze są granaty, epidot i turmaliny (Balwierz, 2000).

Na podstawie analizy palinologicznej (Słodkowska, 2000) oraz podobieństwa wykształcenia litologicznego na obszarach sąsiednich (Nowak, 1970, 1971), wyżej opisane osady zaliczono do miocenu. Słodkowska (2000) wyróżniła wśród pyłków i spor taksony najczęściej spotykane w neogenie,

takie jak: *Alnipollenites verus* (11,8%), *Betulaepollenites betuloides* (5,9%), *Inaperturopollenites dubius, Inaperturopollenites hiatus, Sciadopityspollenites, Liquidambarpollenites, Eucommioidites pormularius.* Obecne były także gatunki spotykane w paleogenie (*Fususpollenites fusus, Tricolporopollenites dolium*).

Znaczna domieszka morskiego fitoplanktonu w postaci paleoceńskich i eoceńskich taksonów: *Chattangiella, Membranospharea, Spinidium cf. clavum, Cordosphaeridium funiculatum, Homotryblium tenuispinosum* może świadczyć o dostawie starszych morskich osadów do mioceńskiego zbiornika śródlądowego.

3. Czwartorzęd

Utwory czwartorzędowe pokrywają cały badany obszar. Miąższość ich jest mało zróżnicowana od około 100 m w strefach kulminacji powierzchni podczwartorzędowej (okolice Kłopotów-Baniek) do około 130–140 m w kopalnej rynnie Czarna Wielka–Siemiony oraz w północno-wschodniej części terenu badań. Osady czwartorzędowe zostały przewiercone w czterech otworach kartograficznych: Kłopoty-Banki-1 (otw. 10), Czarna Wielka-2 (otw. 6), Dołubowo-3 (otw. 4), Wojtki-4 (otw. 1) oraz w wierceniu hydrogeologicznym w Kłopotach-Stanisławach (otw. 13).

W profilu wiercenia Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10) na głębokości 25,8–30,9 m (167,2–162,1 m n.p.m.) w glinach zwałowych zlodowacenia Odry występują piaski kwarcowe paleogenu i neogenu jako kry w utworach czwartorzędowych. Są to piaski drobnoziarniste, jasnożółte lub jasnoszare, poziomo lub przekątnie warstwowane, z licznymi wkła- dkami piasków pyłowatych szarych lub szarozielonkawych, niekiedy z cienkimi laminami iłów szarych lub szarozielonkawych. Od osadów wyżej i niżejległych wyróżnia je charakterystyczny zespół minerałów ciężkich. Zdecydowanie przeważają minerały związane z podłożem podczwartorzędowym, takie jak: turmaliny (11–15%), rutyl (7,3–11%), staurolit (6,6–12,6%), cyrkon (2,8–5,9%), dysten (1,3–7,3%). Mniejsza jest ilość granatów (7,2–9,5%) i epidotu (1,6–4,6%) niż w osadach podścielających i przykrywających. Wiek wyżej opisanych piasków jest trudny do dokładniejszego określenia, autor opierając się o skład minerałów ciężkich, skłania się do uznania ich paleogeńsko-neogeńskiego pochodzenia.

a. Plejstocen

Osady plejstoceńskie na obszarze arkusza Dziadkowice charakteryzuje obecność licznych poziomów glin zwałowych, dobrze wyróżniających się w zasięgu pionowym, jak też i poziomym. Rozdzielają je serie osadów międzymorenowych, niekiedy okazale rozwinięte, zwłaszcza w dolnych partiach profili geologicznych. Wyróżniono tutaj osady lodowcowe sześciu zlodowaceń: najstarszego (Narwi), trzech południowopolskich (Nidy, Sanu 1, Sanu 2 (Wilgi)), dwóch środkowopolskich (Odry i Warty). Osady międzymorenowe związane są z interglacjałami: podlaskim (augustowskim), małopol-

skim, wielkim oraz eemskim. Wśród utworów powierzchniowych niewielki udział mają ekstraglacjalne osady zlodowaceń północnopolskich.

Stratygrafia osadów plejstoceńskich w znacznym stopniu opiera się na szczegółowej analizie litologiczno-facjalnej profili wierceń kartograficznych w nawiązaniu do budowy geologicznej obszarów sąsiednich. W korelacji poziomów glin zwałowych bardzo przydatne były rezultaty badań litologiczno-petrograficznych, wykonanych specjalnie dla arkusza Dziadkowice (Balwierz, 2000), jak też wcześniejszych (Gronkowska, Kenig, Rzechowski, 1968; Kenig, 1985, 1998). Szczególnie przydatna dla korelacji poziomów glin morenowych okazała się najnowsza publikacja Kenig (1998), dotycząca glin zwałowych Polski północno-wschodniej.

Należy także wspomnieć o wynikach badań geoelektrycznych (Jagodzińska, Kalitiuk, 1999), które umożliwiły dokładniejsze korelacje poziomów morenowych, zwłaszcza w ujęciu horyzontalnym.

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Utwory najstarszego zlodowacenia, znane z obszarów sąsiednich, zachowały się najczęściej tylko w obniżeniach podłoża czwartorzędu (Nowak, 1970, 1971, 1972). Natomiast na badanym obszarze stwierdzono je w profilach dwóch wierceń kartograficznych: Dołubowo-3 (otw. 4) oraz Wojtki-4 (otw. 1). Do zlodowacenia Narwi odniesiono tu osady wodnolodowcowe w profilu Wojtki-4 oraz gliny zwałowe opisane w Dołubowie.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e o miąższości 7,0 m leżą bezpośrednio na mułkach eocenu górnego i oligocenu dolnego na wysokości 9,5–16,5 m n.p.m. Są to piaski gruboziarniste ze żwirkami i otoczakami skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych (o średnicy do 6,0 cm), szare, miejscami lekko zailone, bez śladu warstwowania, wapniste (8,6–9,6% $CaCO_3$). Wśród minerałów ciężkich przeważają chloryty (od 24,8% w spągu do 57,1% w stropie warstwy) nad amfibolami (14,3–21,8%), granatami (5,7–19,8%), biotytem (5,7–12,9%) oraz epidotem (5,7–8,9%).

G l i n y z w a ł o w e . Wyróżniono je tylko w profilu Dołubowo-3 (otw. 4). Ich zasięg na linii przekroju geologicznego oparto na podstawie przesłanek geofizycznych. Są to gliny zwałowe, niekiedy piaszczysto-mułkowate, ciemnoszare, z cienkimi wkładkami piasków drobnoziarnistych, jasnoszarych (na głębokości 123,4–123,7 m oraz 125,2–125,6 m). Właściwie są trzy gliny, rozdzielone wkładkami piaszczystymi, leżące bezpośrednio na mułkach i piaskach miocenu, na głębokości 121,7–127,4 m (55,1–60,8 m n.p.m.). Najniższe, spągowe gliny charakteryzują wartości współczynników petrograficznych[1]: O/K — 1,30; K/W — 0,90 i A/B — 0,93.

Wśród żwirów przeważają wapienie paleozoiczne (36,4%) i skały krystaliczne (32,5%) nad piaskowcami (7,1%) i dolomitami (3,9%) paleozoicznymi. Udział skał lokalnych nie przekracza 16%. Wśród minerałów ciężkich najliczniejsze są granaty (31,6–33,3%), w mniejszych ilościach występują: chloryty (14–18%), amfibole (11,1–11,7%) i biotyt (4,9–10,5%). Wyraźny jest także udział minerałów pochodzących z podłoża podczwartorzędowego, takich jak: turmaliny (7,6–8,8%) i cyrkon (3,5–4,8%). Zawartość $CaCO_3$ wynosi 7,1 do 8,4%.

W oparciu o petrograficzne podstawy stratygrafii glin zwałowych Polski północno-wschodniej zawarte w pracy Kenig (1998), zaliczono wyżej opisane osady do poziomu AO–O–I–O–O (zlodowacenie Narwi).

Interglacjał augustowski (podlaski)

Osady piaszczyste o łącznej miąższości 42,6 m (16,5–59,1 m n.p.m.) rozpoznane w profilu Wojtki-4 (otw. 1) wyróżniono jako serię rzeczną (ku stropowi być może przechodzącą w rzeczno-jeziorną) najstarszego interglacjału.

Piaski rzeczne występujące w Wojtkach można korelować z podobnymi i analogicznie położonymi seriami rzecznymi lub rzeczno-jeziornymi, znanymi z wielu profilów w dorzeczu dolnej Narwi, m.in. z Tyszek, Mężenina oraz Gaworowa (Bałuk, 1991).

P i a s k i r z e c z n e występujące w profilu Wojtki-4 (otw. 1) wyraźnie dzielą się na dwie serie. W dolnej części, na głębokości 100,3–126,0 m (16,5–42,2 m n.p.m.) przeważają piaski drobnoziarniste, szare i zielonkawoszare, poziomo lub lekko faliście warstwowane, średnio dobrze wysortowane. Na głębokości 118,7–118,8 m stwierdzono nagromadzenie żwirków i otoczaków granitów i wapieni, pochodzących prawdopodobnie z rozmycia starszych osadów lodowocowych.

Zawartość $CaCO_3$ stopniowo maleje od 7,4% w spągu do 1,0% w stropie. W składzie minerałów ciężkich zaznacza się przewaga minerałów nieprzezroczystych (26,6 do 42%) nad przezroczystymi (21,7 do 32%). Zauważalny (także w opisie makroskopowym) jest wzrastający od spągu (1,1%) ku stropowi (11,1%) udział glaukonitu, pochodzącego prawdopodobnie z rozmycia skał podłoża podczwartorzędowego. Wśród minerałów przezroczystych najliczniejsze są: chloryty (21,7 do 64,3%), amfibole (10,9–23,5%), epidot (4–10%) oraz pirokseny (3,9–8,0%), przy malejącym ku górze udziale granatów (od 12–18% do około 2%).

Górna część serii interglacjalnej o miąższości 16,9 m (42,2–59,1 m n.p.m.) składa się z piasków drobnoziarnistych, szarych lub miejscami szarozielonkawych, lekko zailonych z licznymi wkładkami mułków piaszczystych, mułków ilastych (do 10 cm) oraz bardzo częstymi szczątkami roślin, drewna, lignitu. Fragmenty drewna lub lignitu posiadają bardzo wyraźne ślady obtoczenia. Miejscami widoczne jest poziome lub lekko faliste warstwowanie, czasami występują strefy o bardzo silnych zaburze-

niach (warstewki stojące w rdzeniu pionowo). Zawartość $CaCO_3$ maleje od spągu (5,9%) ku górze (do 1,9%). Podobnie jak w dolnej części serii przeważają minerały nieprzezroczyste (40 do 52%) nad przezroczystymi (23%), natomiast prawie nie występuje glaukonit (0,2 do 1,8%). W zespole minerałów przezroczystych charakterystyczny jest spadek ilości chlorytów (od 44% w spągu do 26,7% w stropie) przy równoczesnym wzroście udziału granatów (od 12% do 24%) i amfiboli (od 14% do 20% w stropie). W mniejszych ilościach występują pirokseny (4–6%), epidot (około 6%), turmaliny (2,6–8%) oraz dysten (1–3,5%).

Zlodowacenia południowopolskie

Wyniki badań wielu autorów jednoznacznie przemawiają za wielokrotnym nasunięciem lądolodu podczas trwania zlodowaceń południowopolskich. Na południe od badanego obszaru (Podlasie południowe) Nitychoruk (1995, 1996) wyróżnia osady trzech zlodowaceń korelowanych z odpowiednimi jednostkami glacjalnymi środkowego plejstocenu. Podobna sytuacja ma miejsce na obszarze objętym arkuszem Dziadkowice (457), gdzie rozpoznano osady trzech zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi) oraz interglacjału małopolskiego.

Zlodowacenie Nidy

Stadiał dolny

Z nasunięciem lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Nidy związane są p i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e , wypełniające głęboką rynnę, wyerodowaną w podłożu czwartorzędu, a rozpoznaną wierceniem kartograficznym Czarna Wielka-2 (otw. 6) i sondowaniami elektrooporowymi. Seria żwirowo-piaszczysta o miąższości 58,9 m (21,5–80,4 m n.p.m.), bardzo silnie zawodniona, nie została poddana badaniom petrograficznym ze względu na bardzo niewielki uzysk rdzenia, natomiast w materiale osadzanym na sicie przeważała frakcja drobnych żwirków i otoczaków, głównie skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych. Obecność frakcji piaszczystej była widoczna podczas obserwacji wynoszonej z otworu płuczki. Podobne osady opisano w wierceniu hydrogeologicznym (otw. 13) w Kłopotach-Stanisławach.

P i a s k i i m u ł k i z a s t o i s k o w e . Akumulacja osadów zastoiskowych poprzedziła nasunięcie lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Nidy. Ponad glinami zwałowymi zlodowacenia Narwi w Dołubowie (otw. 4) zachowały się piaski drobnoziarniste, szare, miejscami mułkowate, o miąższości 1,2 m (60,8–62,0 m n.p.m.), które mogą być odpowiednikiem serii zastoiskowej w Wojtkach (otw. 1).

Seria zastoiskowa o miąższości 10,9 m (59,1–70,0 m n.p.m.) rozpoznana w Wojtkach (otw. 1) leży na osadach interglacjału podlaskiego. Prawdopodobnie zasięg zastoiska był większy i nie ograniczał się do północno-wschodniej części badanego obszaru. W części spągowej są to mułki, miejscami piaszczyste lub ilaste, szare, słabo wysortowane, lekko wapniste (zawartość $CaCO_3$ wynosi 1,3%)

o miąższości 2,8 m. Wyżej zalegają piaski pyłowate, szare lub szarozielonkawe, miejscami przechodzące w mułki piaszczyste. Miąższość ich wynosi 3,9 m. W części stropowej ponownie pojawiają się mułki, mułki piaszczyste lub ilaste, szare, z licznymi wkładkami piasków pyłowatych.

We frakcji minerałów ciężkich charakterystyczne jest zjawisko zmniejszania się ku górze ilości minerałów nieprzezroczystych od 44 do 35%, przy jednoczesnym wzroście liczby minerałów przezroczystych od 35 do 40%. W składzie minerałów przezroczystych zaznacza się pewna dwudzielność, w części dolnej (do głębokości 65,8 m) zdecydowanie przeważają chloryty (74,3 do 84,5%) nad amfibolami (5%) przy znikomej ilości granatów (od 0 do 9,7%). Powyżej gwałtownie spada ilość chlorytów (od 42,6 do 51,4%) przy kilkukrotnym wzroście zawartości granatów (od 16,3 do 26,4%) i amfiboli (do 20%).

G l i n y z w a ł o w e stadiału dolnego zlodowacenia Nidy przewiercono w otworach kartograficznych: Czarna Wielka-2 (otw. 6) na rzędnej 80,4–83,0 m n.p.m.; Dołubowo-3 (otw. 4) na rzędnej 62,0–73,9 m n.p.m. oraz Wojtki-4 (otw. 1), gdzie na głębokości 68,0–72,5 m (70,0–74,5 m n.p.m.) stwierdzono obecność rozmytych glin zwałowych, tkwiących wśród silnie zaglinionych piasków różnoziarnistych. Nawiercono je także w otworach hydrogeologicznych w Dziadkowicach (otw. 8 na głębokości 97,0 m n.p.m. — strop), Kłopotach-Stanisławach (otw. 13 na głębokości 92,2–81,2 m n.p.m.) oraz Czarnej Średniej (otw. 2 na poziomie 95,9 m n.p.m. — strop). Gliny te nie tworzą zwartego, ciągłego poziomu, w wielu miejscach zostały zredukowane. Są to głównie gliny zwałowe, niekiedy piaszczyto-mułkowate, ciemnoszare, twarde, masywne, z licznymi żwirkami i otoczakami skał krystalicznych i wapieni paleozoicznych.

W materiale żwirowym pochodzenia skandynawskiego nieznacznie przeważają wapienie paleozoiczne (34,1% — wartości średnie z 5 próbek) nad skałami krystalicznymi (30,5%). W niewielkich ilościach występują dolomity paleozoiczne (5%), piaskowce (3,5%) i kwarce paleozoiczne (2,4%). Udział skał lokalnych waha się od 17,6 do 30,6%, średnio 24,5%. Uśrednione wskaźniki petrograficzne są następujące: w otworze 4 (Dołubowo-3)O/K — 1,32; K/W — 0,84 i A/B — 1,10. W otworze 6 (Czarna Wielka-2) wynosza one odpowiednio: 1,76–0,61 i 1,48 (tabl. III).

Balwierz (2000) skorelował poziom glin zwałowych z Dołubowa z poziomem BI–II–0–0–0 w schemacie Kenig (1998), natomiast gliny z Czarnej Wielkiej można porównać z niższym poziomem B0–I–0–0–I zlodowacenia Nidy.

W zespole minerałów ciężkich dominują granaty (21,1–36%) nad chlorytami (18–29%), amfibolami (9–14%) i biotytem (3,8–15,6%). Wapnistość tych glin wynosi średnio 9,8%.

S t a d i a ł g ó r n y

Osady lodowcowe stadiału górnego zachowały się na znacznej części badanego obszaru. W Dołubowie (otw. 4) na głębokości 106,8–108,6 m (73,9–75,5 m n.p.m.) na glinach zwałowych stadiału dolnego występują p i a s k i p y ł o w a t e z a s t o i s k o w e, drobnoziarniste, szare lub szarozielonkawe,

z licznymi wkładkami mułków, poziomo warstwowane, średnio wysortowane, lekko wapniste (4,5%). Wśród minerałów ciężkich najliczniejsze są amfibole (21,7%) i granaty (19,6%), w mniejszych ilościach występują chloryty, epidot oraz pirokseny. Niewielki zasięg w profilu pionowym, jak i poziomym, jest wynikiem zniszczenia przez nasuwający się lądolód.

G l i n y z w a ł o w e tego stadiału rozpoznano tylko w Dołubowie, gdzie zachowały się fragmentarycznie, ograniczając swój zasięg do obszaru między Czarną Wielką a Dołubowem. Gliny te zostały zniszczone bądź częściowo zredukowane w wyniku intensywnej działalności erozyjnej wód roztopowych u schyłku stadiału. Ciemnoszare gliny zwałowe, z licznymi żwirkami i otoczakami (o średnicy do 5,0 cm), o miąższości 6,9 m zalegają na głębokości 99,9–106,8 m (75,7–82,6 m n.p.m.). We frakcji żwirowej skał skandynawskich zauważalne jest zwiększanie się ku górze udziału skał krystalicznych (od 35 do 45,7%), przy jednoczesnym spadku ilości wapieni paleozoicznych (od 27 do 20%). W mniejszym zakresie występują piaskowce i kwarce paleozoiczne. Wskaźniki petrograficzne (średnio) przyjmują wartości: O/K–0,96; K/W–1,17 i A/B–0,77, tylko w części stropowej zaznaczają się przejawy zwietrzenia (O/K–0,63; K/W–1,81 i A/B–0,51). Wyniki te dobrze korelują się z poziomem BII–III–I–I–0 zlodowacenia Nidy w schemacie Kenig (1998) dla glin zwałowych Polski północno-wschodniej. Zawartość głównych składników w zespole minerałów ciężkich, takich jak: granaty (22,3–30,3%), chloryty (22,9–35,8%), amfibole (do 13,8%) niewiele różni się od glin zwałowych stadiału dolnego. Zawartość $CaCO_3$ maleje ku górze od 13,4 do 8,9%.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e. Z wycofywaniem się lądolodu zlodowacenia Nidy (stadiału górnego) wiąże się okres wzmożonej działalności erozyjnej, a później akumulacyjnej wielkiej ilości wód roztopowych. Wtedy to zostały zniszczone i usunięte gliny zwałowe stadiału górnego w południowej (okolice Kłopotów-Stanisławów, Kłopotów-Baniek), środkowej (Czarna Wielka) i północno-wschodniej części badanego obszaru. Na mocno zredukowanych utworach lodowcowych tego stadiału leży miąższa seria piaszczysto-żwirowa o prawie ciągłym rozprzestrzenieniu. Południowy zasięg występowania osadów wodnolodowcowych kończy się w pobliżu wsi Kłopoty-Stanisławy. Strop serii wodnolodowcowej jest miejscami nierówny, położony na zmiennej wysokości od 90,0–100,0 m n.p.m. w części południowej do 70,0–80,0 m n.p.m. na północnym wschodzie badanego obszaru. Miąższość tych osadów zmienia się od kilku metrów w Kłopotach-Bańkach (otw. 10) do 10,1 m w Czarnej Wielkiej (otw. 6), miejscami może dochodzić do około 20–25 m w obniżeniach powierzchni stropu starszych utworów. Najpełniejszy profil serii piaszczysto-żwirowej rozpoznano w Czarnej Wielkiej (otw. 6). Są to głównie piaski różnoziarniste, szare, niekiedy z bardzo licznymi żwirkami i otoczakami skał krystalicznych, niekiedy przechodzące w piaski żwirkowate (zawartość frakcji 2–5 mm — do 22%), raczej słabo wysortowane. Zawartość $CaCO_3$ waha się od 11 do 23%. Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R utrzymuje się na poziomie 0,67. Zespół minerałów ciężkich tworzą głównie: granaty (od 28 do 64%), amfibole (7–15%), pirokseny (6–11%) oraz epidot (2–15%).

Interglacjał małopolski

P i a s k i r z e c z n e . Miąższą serię osadów rzecznych, miejscami rzeczno-jeziornych zalegającą między osadami lodowcowymi lub wodnolodowcowymi zlodowaceń Nidy i Sanu 1, wyróżniono w północno-wschodniej części badanego obszaru. W profilu Wojtki-4 (otw. 1) nawiercono je na głębokości 40,5–68,8m (74,5–102,0 m n.p.m.), być może także w Dołubowie (otw. 5). Duży zasięg tej serii przedstawiony na przekroju geologicznym może być wynikiem przebiegu doliny rzecznej równolegle do płaszczyzny przekroju. Dolna część serii (do wysokości 91,5 m n.p.m.) tworzą piaski bardzo drobnoziarniste (w opisie makroskopowym), miejscami przechodzące w mułki piaszczyste, szarozielonkawe, poziomo warstwowane, z cienkimi wkładkami (do 10,0 cm) piasków różnoziarnistych oraz licznymi smugami substancji humusowej lub detrytusu roślinnego (uwęglone fragmenty łodyg). Wysortowanie osadów zmienia się od dobrego do średniego. Zawartość $CaCO_3$ utrzymuje się na bardzo niskim poziomie (do 1%), a wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R nie przekracza 0,40.

Wśród minerałów ciężkich nieznacznie przeważają chloryty (37–55%) nad granatami (23–35%). W mniejszych ilościach występują amfibole (4–9%), pirokseny (1,9–7%) oraz turmaliny (3–6,4%).

Górną część serii interglacjalnej o miąższości 10,5 m tworzą piaski drobnoziarniste z licznymi wkładkami piasków średnioziarnistych, szarozielonkawe lub szare. Na głębokości 43,5–43,9 m nawiercono mułki szare z niebieskawym odcieniem podścielające warstewkę (około 5 cm) torfów ciemnobrunatnych. Nieco grubsza warstwa (30,0 cm) torfów czarnych, silnie sprasowanych, występuje na głębokości 50,7–51,0 m. Przeważnie piaski te są poziomo warstwowane, rzadziej przekątnie. W całym profilu obecne są liczne smugi lub przemazy substancji humusowej lub detrytusu roślinnego. Wysortowanie utrzymuje się na poziomie średnim. Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wzrasta od 0,40 w spągu do 0,50 w stropie. Zawartość $CaCO_3$ nie przekracza 2,5%. W zespole minerałów ciężkich w stosunku do dolnej części serii gwałtownie rośnie ilość granatów (44–55,5%) przy kilkukrotnym spadku liczby chlorytów (4–9%). Pozostałe składniki (amfibole, pirokseny, turmaliny) występują w podobnych proporcjach jak w dolnej części serii. Za rzecznym pochodzeniem tych osadów przemawia wykształcenie litologiczne, średnie wysortowanie, raczej dobre wskaźniki obtoczenia oraz niska wapnistość.

Wyniki ekspertyz palinologicznych (6 próbek) przeprowadzonych przez Bińkę (2000) nie pozwoliły na określenie wieku tych osadów, natomiast dały pewne przesłanki o panujących w czasie akumulacji warunkach środowiska (chłodny step).

Zlodowacenie Sanu 1

Nasunięcie lądolodu zlodowacenia Sanu 1 poprzedziła akumulacja osadów zastoiskowych (zwłaszcza w centralnej i południowej części badanego obszaru) i wodnolodowcowych (na północ od Targowiska). Gliny zwałowe tego wieku leżą na urozmaiconej powierzchni podścielających je pia-

sków i mułków zastoiskowych lub utworów wodnolodowcowych, na bardzo różnych wysokościach. To zróżnicowanie wysokości stropu i spągu poziomu glin jest szczególnie zauważalne w strefie wyniesionej między Kłopotami-Stanisławami a Malinowem. Być może jest to spowodowane przesunięciami wzdłuż linii uskoków w starszym podłożu, w ścisłym związku ze zjawiskami neotektonicznymi. Podobne fakty opisuje na Podlasiu Nitychoruk (1995, 1996).

P i a s k i , m u ł k i i i ł y z a s t o i s k o w e . Zróżnicowane litologicznie osady zastoiskowe zostały rozpoznane w profilach wierceń kartograficznych: Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10), Czarna Wielka-2 (otw. 6) i Dołubowo-3 (otw. 4), jak i też nielicznych otworach hydrogeologicznych (m.in. w Dziadkowicach (otw. 8) i Hornowie (otw. 12)). Spąg serii zastoiskowej leży na wysokości rzędu 90,0–100,0 m n.p.m., natomiast urozmaicona powierzchnia stropu oscyluje między 105,0 a 135,0 m n.p.m. Do rozpoznania horyzontalnego rozprzestrzenienia zostały wykorzystane wyniki geologicznej interpretacji sondowań elektrooporowych. Największą miąższość stwierdzono w Kłopotach-Bańkach — ponad 42 m, natomiast w innych miejscach wynosi przeciętnie od 10,0 do 20,0 m.

W początkowym okresie akumulacji serii zastoiskowej wypełnione zostały obniżenia (okolice Kłopotów-Stanisławów, Kłopotów-Baniek) przez utwory ilasto-mułkowate. W Kłopotach-Stanisławach (otw. 13) są to szare iły warwowe, natomiast w Kłopotach-Bańkach (otw.10) stalowoszare mułki i mułki ilaste o miąższości 8,8 m, słabo wysortowane, silnie wapniste (zawartość $CaCO_3$ wynosi od 23,0 do 26,7%). Wśród minerałów ciężkich najliczniejsze są chloryty (do 73%), w mniejszych ilościach występują granaty, amfibole, pirokseny oraz biotyt.

W Czarnej Wielkiej (otw. 6) na głębokości 65,8–67,3 m (95,2–96,7 m n.p.m.) opisano podobne mułki. W Dołubowie (otw. 4) dolną część serii zastoiskowej tworzą mułki, mułki piaszczyste, mułki ilaste, często poziomo warstwowane, szare, szarozielonkawe. W spągu zalega metrowa warstwa ciemnobrunatnych iłów z pojedynczymi laminami silnie zlustrowanymi. Sporadycznie spotyka się żwiry skał krystalicznych, wapieni i kwarców. Zawartość $CaCO_3$ maleje od 13,4% w spągu do 6,4%. Zespół minerałów ciężkich jest zróżnicowany, w warstwie ilastej zdecydowanie dominują chloryty (94%), natomiast w mułkach zaznacza się spadek ilości chlorytów (od 92,8 w spągu do 50,3% w stropie), przy jednoczesnym wzroście udziałów biotytu, amfiboli oraz granatów.

Górną część serii zastoiskowej tworzą osady piaszczyste o miąższości 33,6 m w Kłopotach-Bańkach (otw. 10) i 10,1 m w Czarnej Wielkiej. Są to piaski drobnoziarniste, niekiedy pyłowate, szare, jasnoszare lub niebieskawoszare, poziomo warstwowane, niekiedy z wkładkami mułków szaroniebieskawych (do 1,70 m) lub iłów ciemnoszarych (do 30 cm). Wapnistość utrzymuje się na poziomie 6–12%, wzrastając tylko we wkładkach mułków (do 21%). Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R waha się w granicach 0,59–0,77. Zespół minerałów ciężkich serii piaszczystej w Kłopotach-Bańkach różni się nieco od analogicznych osadów w Czarnej Wielkiej. W Kłopotach-Bańkach wyraźnie zaznacza się jeszcze obecność chlorytów (12–43%) przy malejącym udziale w Czarnej Wielkiej (2–7%). Pozostałe minerały takie jak: amfibole, pi-

rokseny, biotyt występują w podobnych proporcjach. Charakterystyczna jest prawie dwukrotnie większa ilość granatów (do 59,6%) w Czarnej Wielkiej niż w Kłopotach-Bańkach.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (dolne). Przejawem zbliżającego się od północy lądolodu zlodowacenia Sanu 1 było powstanie miąższej i dość powszechnej, zwłaszcza na Podlasiu południowym (Nitychoruk, 1995, 1996) serii osadów wodnolodowcowych. Występują one w przedziale wysokości 90,0–115,0 m n.p.m., analogicznie jak na południe od doliny Bugu. Wypełniają one łagodne obniżenia w okolicy Targowiska, Dołubowa, zalegając na osadach zastoiskowych zlodowacenia Sanu 1 lub rzecznych interglacjału małopolskiego (Wojtki). Rzeźba powierzchni stropowej została rozpoznana dzięki wynikom sondowań elektrooporowych i ich geologicznej interpretacji. Miąższość piasków i żwirów wodnolodowcowych waha się od kilku metrów (w części północnej) do 25,0 m w okolicy Dołubowa.

Wodnolodowcowa seria piaszczysto-żwirowa (dolna) została rozpoznana w profilach wierceń: Dołubowo-3 (otw. 4, na głębokości 64,6–76,8 m) i Wojtki-4 (otw. 1, na głębokości 26,5–40,5 m) oraz w okolicy Targowiska (otw. 3) i Dołubowa (otw. 5). Są to najczęściej piaski drobno- i średnioziarniste, szare i jasnoszare, z licznymi wkładkami piasków różnoziarnistych i drobnych żwirków, w partiach spągowych bardzo wzbogacone w materiał żwirowy, głównie pochodzenia północnego. Wysortowanie zmienia się od średnio dobrego do słabego. Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R przyjmuje wartości od 0,77 (Dołubowo) do 0,62 (Wojtki). Zawartość $CaCO_3$ wynosi od 0,85 do 7,8%, rzadko osiągając poziom 17,8% (warstwa wzbogacona w otoczaki wapienne). Zawartość głównych składników zespołu minerałów ciężkich takich jak: granaty (średnio 43,5% w Wojtkach i średnio 36,3% w Dołubowie), amfibole (odpowiednio: średnio 8,2% i 16,4%), pirokseny (średnio 11,1% i 9,9%) wydaje się potwierdzać wodnolodowcową genezę badanych osadów.

G l i n y z w a ł o w e. Lądolód zlodowacenia Sanu 1 pozostawił po sobie ciągły poziom glin zwałowych o miąższości od kilku metrów do kilkunastu metrów, zalegający na zróżnicowanej hipsometrycznie powierzchni osadów zastoiskowych i wodnolodowcowych. Najniżej spąg glin występuje w Czarnej Wielkiej (otw. 6) na wysokości 106,8 m n.p.m. Natomiast najwyżej położony jest w okolicach Kłopotów-Baniek (otw. 10), sięgając do wysokości 134,4 m n.p.m. Powierzchnia stropowa generalnie podnosi się od północnego wschodu (Wojtki, otw. 1 — 120,2 m n.p.m.) w kierunku południowo-zachodnim (Kłopoty-Bańki, otw. 10 — 143,7 m n.p.m.), poza kilkunastometrowym łagodnym obniżeniem w Czarnej Wielkiej (otw. 6 — 114,0 m n.p.m.). Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 1 przewiercono we wszystkich otworach kartograficznych, jak i też opisano w szeregu wierceń archiwalnych, m.in. w Targowisku (otw. 3), Czarnej Średniej (otw. 2 na wysokości 125,9–112,9 m n.p.m.) i Dziadkowicach (otw. 8 na wysokości 135,0–113,0 m n.p.m.). Są to gliny zwałowe, czasami piaszczysto-pyłowate, szare, beżowoszare, z licznymi żwirkami skał krystalicznych i wapieni, bardzo słabo wysortowane, silnie wapniste (zawartość $CaCO_3$ od 15 do 20%). We frakcji żwirowej skał pochodzenia skandynawskiego najliczniejsze są

skały krystaliczne i wapienie paleozoiczne, występujące we wszystkich profilach w podobnych proporcjach. Wskaźniki petrograficzne mają następujące wartości średnie w poszczególnych profilach:

— w otworze 10 (Kłopoty-Bańki-1) w części górnej wynoszą: O/K — 1,72; K/W — 0,62 i A/B — 1,52, a w części dolnej odpowiednio: 2,17–0,49 i 1,85 (poziom zwietrzenia);

— w otworze 6 (Czarna Wielka-2) — 1,57–0,70–1,37;

— w otworze 4 (Dołubowo-3) — 1,57–0,66–1,42, a w Wojtkach (otw. 1) — 1,31–0,84 i 1,07.

Wyniki te dobrze korelują ze współczynnikami petrograficznymi glin zwałowych zlodowacenia Sanu 1 Polski północno-wschodniej (Kenig, 1998).

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (górne) pochodzące z okresu recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 1, wypełniają płytkie obniżenia (np. w Czarnej Wielkiej, Dołubowie (otw. 5)) lub tworzą niewielkie „pagórki" na powierzchni poziomu glacjalnego. Są to najczęściej piaski drobnoziarniste, wzbogacone we frakcję żwirową w części spągowej, o miąższości do kilku metrów.

Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi)

Wśród osadów zaliczanych do zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) na obszarze objętym arkuszem wyróżniono ciągły poziom morenowy, miejscami podścielony utworami zastoiskowymi lub wodnolodowcowymi i przykryty (zwłaszcza w części południowej) piaskami i żwirami, naniesionymi przez wody roztopowe ustępującego lądolodu.

P i a s k i , m u ł k i i i ł y z a s t o i s k o w e o miąższości od 1,8 do 15,0 m wypełniają obniżenia w starszych glinach zwałowych (np. okolice na południe od otworu 13). W Dołubowie (otw. 4) na wysokości 121,0–122,8 m n.p.m. występują piaski bardzo drobnoziarniste i mułki piaszczyste szare lub beżowoszare, poziomo warstwowane, w spągu średnio dobrze wysortowane, wyżej słabo, wapniste (6–12% $CaCO_3$). Wśród minerałów ciężkich od spągu wzrasta ilość granatów (od 7,8 do 30,6%) przy równoczesnym spadku zawartości chlorytów (od 27 do 15%). Pozostałe minerały to amfibole (16%), pirokseny (do 9%), turmaliny i epidot.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (dolne) pochodzące z okresu nasuwania się lądolodu zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi), tworzące wypełnienie niewielkiego obniżenia, opisano w profilu wiercenia hydrogeologicznego w Kłopotach-Stanisławach (otw. 13). Są to piaski, piaski ze żwirami lub żwiry o miąższości 6,0 m.

G l i n y z w a ł o w e . Lądolód zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) pozostawił ciągły poziom glin zwałowych na całym badanym obszarze, stwierdzony w profilach otworów kartograficznych (otw.: 1, 4, 6 i 10), jak i też nielicznych otworach hydrogeologicznych (m.in. w Czarnej Średniej (otw. 2), Targowisku (otw. 3), Dziadkowicach (otw. 8) i Dołubowie (otw. 5). Spąg glin w części północno-wschodniej i centralnej leży na wysokości od 122,2 m n.p.m. (Wojtki) do 126,8 m n.p.m. w Targowisku, obniżając się w Czarnej Wielkiej (otw. 6) do wysokości 115,3 m n.p.m. Na południe od obniżenia

Czarnej Wielkiej powierzchnia spągowa znacznie się podnosi do 144,0 m n.p.m. w Kłopotach-Bańkach (otw. 10), by ponownie się obniżyć w Kłopotach-Stanisławach do poziomu około 125 m n.p.m. Charakterystyczne jest także znacznie wyższe (do wysokości nawet około 160 m n.p.m.) położenie powierzchni stropowej poziomu morenowego na południe od wyraźnego stoku obniżenia w Czarnej Wielkiej, w którym stop glin obniża się do wysokości 121,6 m n.p.m. Na północ od tego obniżenia, po podniesieniu się do 135,0 m n.p.m. w Targowisku, łagodnie opada w kierunku północno-wschodnim do 127,3 m n.p.m. w Wojtkach. Zauważalne jest także duże zróżnicowanie rzeźby tej powierzchni w części południowej (wyniesionej), a bardzo spokojny, łagodny styl budowy w części północnej. Miąższość stopniowo wzrasta od około 5 m (w części północno-wschodniej) do 25,0 m na południu. Są to najczęściej gliny zwałowe, czasami piaszczyste, ciemnoszare, bardzo słabo wysortowane, raczej silnie wapniste (od kilku do 20% $CaCO_3$), niekiedy z cienkimi wkładkami piasków różnoziarnistych (do 30 cm). Średnie wskaźniki petrograficzne O/K–K/W i A/B dla poziomu wyższego wynoszą:

— w otworze 10, Kłopoty-Bańki-1 (na głębokości 34,2–47,5 m) — 2,13–0,52 i 1,66;

— w otworze 6, Czarna Wielka-2 (na głębokości 38,2–39,5 m) — 2,11–0,50 i 1,83;

— w otworze 1, Wojtki-4 (na głębokości 18,0–20,3) — 2,20–0,48 i 1,93.

Natomiast dla poziomu niższego:

— w otworze 10, Kłopoty-Bańki-1 (na głębokości 47,5–49,0 m) — 1,18–0,9 i 1,03;

— w otworze 6, Czarna Wielka-2 (na głębokości 40,9–47,2 m) — 1,57–0,66 i 1,42;

— w otworze 4, Dołubowo-3 — 1,69–0,63 i 1,50.

Wartości te bardzo dobrze korelują się ze współczynnikami petrograficznymi poziomów: niższego i wyższego zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) w Polsce północno-wschodniej (Kenig, 1998). Uśrednione zawartości podstawowych składników zespołu minerałów ciężkich przedstawia tabela 2:

Otwór	Amfibole	Pirokseny	Biotyt	Chloryt	Granat	Turmaliny	Epidot
Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10)	14,56	16,44	6,17	7,41	33,75	7,89	4,80
Czarna Wielka-2 (otw. 6)	13,61	7,35	4,69	11,76	33,50	7,39	5,97
Dołubowo-3 (otw. 4)	13,82	4,62	5,80	20,81	40,04	3,58	4,34
Wiejki-4 (otw. 1)	17,27	12,76	10,29	10,45	24,99	4,34	8,23

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (górne), pochodzące z okresu recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) wypełniają często dość głębokie rynny lub doliny wód roztopowych, wyerodowane w stropie poziomu morenowego, głównie w południowej części badanego obszaru. Najczęściej są to piaski drobnoziarniste, w spągu wzbogacone we frakcję żwirową (otw. 13). Miąższość ich może dochodzić do 22,0 m w wąskiej rynnie w okolicy Malinowa. Poziomy i horyzontalny zasięg tych osadów został wyinterpretowany na podstawie wyników badań elektrooporowych.

Interglacjał wielki

Z okresu interglacjału wielkiego pochodzą piaski i żwiry rzeczne, wypełniające obniżenie, wyerodowane w stropie glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) w rejonie Czarnej Wielkiej. W profilu Czarna Wielka-2 (otw. 6) na głębokości 30,6–38,2 m (124,3–131,9 m n.p.m.) występują piaski różnoziarniste, szare, z licznymi żwirkami skał krystalicznych, wapieni paleozoicznych (do głębokości 34,8 m), ku górze przechodzące w piaski średnioziarniste i drobnoziarniste szare, z licznymi wkładkami mułków piaszczystych i smugami substancji humusowej. Wysortowanie ich wzrasta od słabego do średniego. Obtoczenie ziarn kwarcu rośnie ku górze (R — od 0,90 do 0,56). Natomiast zawartość $CaCO_3$ maleje ku stropowi warstwy od 15% do prawie 5%. W zespole minerałów ciężkich najliczniejsze są granaty (od 39,8% w spągu, do 54,2% w stropie), którym towarzyszą: amfibole (9,9–13,4%), chloryty (spadek ilości ku stropowi od 11,9 do 5%), pirokseny, biotyt oraz turmaliny.

Raczej słabe, chociaż rosnące ku górze, obtoczenie ziarn kwarcu, wysoka wapnistość, sugerowałyby wodnolodowcową genezę wyżej opisanych osadów, jednak skład minerałów ciężkich bardziej oddaje cechy rzeczne. Być może są to osady rzeki ekstraglacjalnej z okresu zimnego piętra Liwca, podobne do stanowisk opisanych przez Nitychoruka (1995, 1996) na południowym Podlasiu.

Zlodowacenia środkowopolskie

Na obszarze objętym arkuszem Dziadkowice zlodowacenia środkowopolskie pozostawiły zróżnicowany kompleks osadów o miąższości od 15,0 do 55,0 m. W ich obrębie wyróżniono dwa poziomy glin zwałowych, które wraz z osadami międzymorenowymi należą do zlodowaceń Odry i Warty. Osady obu zlodowaceń pokrywają cały badany obszar. Dzisiejsza rzeźba powierzchni terenu jest w głównej mierze rezultatem nasunięcia i następnie wycofania się lądolodu zlodowacenia Warty.

Zlodowacenie Odry

Nasunięcie się lądolodu zlodowacenia Odry zostało poprzedzone akumulacja osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych. Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) z okresu anaglacjalnego zachowały się w obniżeniu Czarnej, pokrywając starsze piaski i żwiry rzeczne interglacjału wielkiego. W profilu otworu 6 (Czarna Wielka-2) są to piaski drobno- i średnioziarniste, szare, w części dolnej silnie wzbogacone w materiał żwirowy skał krystalicznych, rzadziej wapieni paleozoicznych. W dolnej (żwirowo-piaszczystej) części są bardzo słabo wysortowane, ku górze ich wysortowanie ulega znacznej poprawie (do średnio dobrego). Wskaźniki obtoczenia ziarn kwarcu R — 0,75–0,82 przemawiają za wodnolodowcową genezą tych piasków. Zawartość $CaCO_3$ maleje od 17% (w spągu) do 5,8% (w stropie). Wśród minerałów ciężkich zdecydowanie dominują granaty (42,9–50,8%), którym współtowarzyszą: amfibole (do 13%), pirokseny (do 6%), biotyt (do 8%) oraz chloryty i turmaliny.

M u ł k i i i ł y z a s t o i s k o w e występują tylko w postaci niewielkich pokryw na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) (otw. 1) lub osadach wodnolodowcowych (w obniżeniu Czarnej — okolice otw. 6). W samym profilu Czarna Wielka-2 ich nie stwierdzono, najprawdopodobniej zostały rozcięte i usunięte we wczesnym okresie interglacjału eemskiego. Być może zachowały się w zboczach tarasu erozyjnego doliny rzeki płynącej w okresie interglacjalnym. W Dołubowie i Wojtkach (na wysokości około 120 m n.p.m.) stwierdzono występowanie mułków piaszczystych ilastych, szarych, szarozielonkawych, miejscami ciemnoszarych, poziomo warstwowanych, czasami przechodzących w iły warwowe, ciemnoszare. Wysortowanie ich utrzymuje się na poziomie raczej słabym. Zawartość $CaCO_3$ nie przekracza 11%. W zespole minerałów ciężkich przeważają granaty (31–39%) nad amfibolami (16–19%) i chlorytami (13–19%). W mniejszych ilościach towarzyszą im: epidot, pirokseny i biotyt. Miąższość osadów zastoiskowych rzadko przekracza 2,0–3,0 m, może być większa w obniżeniu Czarnej Wielkiej (do 12,0 m).

G l i n y z w a ł o w e zlodowacenia Odry występują w większości otworów kartograficznych (poza otworem 6) i archiwalnych, a także odsłaniają się na powierzchni terenu w Wojtkach (otw. 1). Pokrywają prawie cały badany obszar (oprócz okolic otworu 6) poziomem morenowym o zmiennej miąższości od kilku metrów do prawie 40 m w okolicy Dołubowa (na północ od otworu 5). Powierzchnia spągowa tego poziomu, wyraźnie wyższa (150,0–170,0 m n.p.m.) w części południowej (okolice Kłopotów-Stanisławów i Kłopotów-Baniek) stopniowo opada w kierunku północno-wschodnim (około 130 m n.p.m.). Strop glin zwałowych, w zasadzie powtarza główne rysy rzeźby powierzchni podścielającej, sięgając do 179,5 m n.p.m. (otw. 10) w Kłopotach-Bańkach, by łagodnie opaść do poziomu 163,7 m (otw. 4) w Dołubowie. Od Dołubowa (na północ od otworu 5) zaznacza się wyraźny spadek do około 135 m n.p.m. w Sielcu (punkt dok. 6).

W Dołubowie (otw. 4) są to gliny zwałowe stalowoszare, szarozielonkawe, niekiedy brązowe, bardzo źle wysortowane, wapniste (11–23,9% $CaCO_3$), o miąższości do 29,9 m (133,8–163,7 m n.p.m.). W materiale żwirowym przeważają wapienie paleozoiczne (46,9% — wartość średnia z 15 próbek) nad skałami krystalicznymi (29,4%) i dolomitami paleozoicznymi (10%). Udział skał lokalnych utrzymuje się na poziomie 7,5 do 10,8%.

Wskaźniki petrograficzne obliczone dla 15 próbek pozwoliły na wydzielenie kilku podpoziomów (lub typów) z charakterystycznymi dla nich wartościami. Autor opracowania specjalnego Balwierz (2000) wyróżnił cztery podstawowe podpoziomy o następujących wartościach średnich współczynników petrograficznych (O/K–K/W i A/B):

w podpoziomie A — 2,28–0,46 i 1,98;

w podpoziomie B — 1,93–0,54 i 1,75;

w podpoziomie C — 1,72–0,61 i 1,52;

w podpoziomie D — 1,56–0,67 i 1,35.

W profilu Dołubowo-3 (otw. 4) wyraźnie zaznaczają się powtarzające się sekwencje: od głębokości 48,7 do około 42,0 m — sekwencja podpoziomów C–B–D–A, od 42,0 do 36,0 m — B–A–A. Od głębokości 36,0 do 28,0 m ponownie pojawia się sekwencja C–B–D–A, przykryta od 28,0 do 18,8 m odwróconą sekwencją A–D–B–C.

Powtarzanie wyraźnie zaznaczających się sekwencji wskaźników petrograficznych oraz ich odwrócenie może sugerować fakt nasunięcia lub nawet sfałdowania tych glin zwałowych przez przesuwający się lądolód zlodowacenia Warty.

W profilu Kłopoty-Bańki-1 (otw. 10) seria morenowa o miąższości 21,3 m (160,2–181,5 m n.p.m.) zawiera oprócz glin zwałowych, często piaszczystych, szarych lub ciemnoszarych, w części dolnej krę piasków paleogeńskich (o miąższości 5,1 m), a w części środkowej piaski drobnoziarniste szarobeżowe, słabo wysortowane, bardzo słabo obtoczone (wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R — 0,83–0,92), wapniste (6–13%), pochodzenia wodnolodowcowego.

Na powierzchni terenu odsłaniają się gliny zwałowe tego zlodowacenia w Wojtkach. Są to także gliny ciemnoszare, bardzo źle wysortowane, wapniste, z podobnym zespołem minerałów ciężkich, o miąższości do 11,0 m.

Współczynniki petrograficzne O/K–K/W–A/B dla wyżej opisanych glin zwałowych kształtują się następująco:

— w otworze 1 (Wojtki-4 średnia z czterech próbek) — 1,79–0,58–1,62;

— w otworze 4 (Dołubowo-3) w podpoziomie A (średnia z pięciu próbek) — 2,28–0,46–1,98;

— w podpoziomie B (średnia z czterech próbek) — 1,93–0,54–1,75;

— w podpoziomie C (średnia z trzech próbek) — 1,72–0,61–1,52;

— w podpoziomie D (średnia z trzech próbek) —1,56–0,67–1,39.

Natomiast w otworze 10 (Kłopoty-Bańki-1) w podpoziomie A (z głębokości 11,5–13,5) — 2,44–0,43–2,09;

— w podpoziomie B (z głębokości 13,5–18,8) —1,91–0,56–1,62;

— w podpoziomie D (z głębokości 31,2–32,8) —1,67–0,67–1,26.

Wartości te dobrze korelują się z odpowiednimi współczynnikami petrograficznymi glin zwałowych zlodowacenia Odry w schemacie Kenig (1998) dla Polski północno-wschodniej.

U schyłku zlodowacenia Odry poziom morenowy został w niektórych miejscach zniszczony częściowo lub całkowicie przez wody roztopowe. Z tego okresu mogą pochodzić p i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (górne) nawiercone w Targowisku (otw. 3).

Zlodowacenie Warty

Osady ostatniego na badanym obszarze zlodowacenia mają największy udział w budowie powierzchni terenu. W początkowym okresie, jeszcze przed nasunięciem się lądolodu, w niektórych obniżeniach (np. okolice otworu 5) miała miejsce akumulacja osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (dolne) o niewielkiej miąższości (do 3,0 m) występują pod przykryciem glin zwałowych m.in. w okolicy Malinowa (punkt dok. 20), Dołubowa (otw. 5) i Sielca (punkt dok. 6).

P i a s k i , m u ł k i i i ł y z a s t o i s k o w e o miąższości do kilku metrów, leżące między glinami zlodowacenia Odry i Warty, miejscami odsłaniają się na powierzchni (okolice Dziadkowic i Wincentowa). W sondzie mechanicznej (punkt dok. 9) na głębokości 7,6–10,1 m stwierdzono występowanie iłów ciemnoszarych z cienkimi laminami piasków drobnoziarnistych. W Wincentowie pod niewielkim przykryciem glin zwałowych lub na powierzchni terenu, w kilku sondach opisano piaski drobnoziarniste, szare, lekko zailone, ku spągowi przechodzące w mułki ilaste, miejscami z detrytusem roślinnym oraz iły szare lub stalowoszare, o miąższości do 4,0–5,0 m.

G l i n y z w a ł o w e pokrywają prawie cały badany obszar, poza obniżeniami: Czarnej Wielkiej i Leśnej. Nie stwierdzono ich w profilach: Czarnej Wielkiej-2 (otw. 6) oraz Wojtki-4 (otw. 1). Powierzchnia spągu tych glin jest bardzo zróżnicowana, w części południowej (Kłopoty-Stanisławy) leży na wysokości około 155 m n.p.m., gwałtownie podnosząc się w Kłopotach-Bańkach (otw.10) do 180,0 m n.p.m., by potem opaść ku obniżeniu Czarnej Wielkiej do 150,0 m n.p.m. Na północny wschód od tego obniżenia ponownie podnosi się aż do kulminacji w Dołubowie (punkt 9 — około 175 m n.p.m.), by znowu obniżyć się do poziomu 140,0 m w Sielcu. Miąższość poziomu morenowego waha się od kilku metrów (na południu) do 24,0 m między Targowiskiem a Dołubowem.

W Kłopotach-Bańkach (otw. 10) są to gliny zwałowe, piaszczyste, miejscami ilasto-piaszczyste, w spągu ciemnoszare, wyżej brązowo-szare i brązowe, bardzo źle wysortowane, silnie wapniste, o miąższości ponad 11 m. W Dołubowie poziom morenowy jest podobnie wykształcony, większa jest tylko miąższość (18,8 m).

W materiale żwirowym skał skandynawskich przeważają wapienie paleozoiczne (od 46,6% w Kłopotach-Bańkach do 50,9% w Dołubowie) nad skałami krystalicznymi (odpowiednio: 33,5% i 30,4%), którym towarzyszą dolomity (10 do 13%) i piaskowce paleozoiczne. Udział skał lokalnych nie przekracza 2,6%. Wśród minerałów ciężkich przeważają granaty (do 44,5%) nad amfibolami (14–19%), piroksenami (3–10%) oraz chlorytami (6–21%). Analiza współczynników petrograficznych obliczonych dla 13 próbek pozwala na wydzielenie dwóch poziomów: dolnego i górnego glin zwałowych zlodowacenia Warty. Wartości współczynników petrograficznych (O/K–K/W i A/B) kształtują się następująco: w otworze 10 (Kłopoty-Bańki-1), w poziomie górnym na głębokości 1,2–8,1 m — 2,01–0,52 i 1,76, a w poziomie dolnym, na głębokości 8,1–11,5 m — 1,64–0,65 i 1,43. Natomiast w otworze 4 (Dołubowo-3), w poziomie górnym na głębokości 1,0–12,6 m — 2,05–0,51 i 1,80, a w poziomie dolnym na głębokości 12,6–18,8 m — 1,36–0,81 i 1,11.

Współczynniki te pozwalają na korelację opisanych glin z odpowiednimi poziomami morenowymi zlodowacenia Warty w Polsce północno-wschodniej (Kenig, 1998).

Z glinami zwałowymi genetycznie związane są piaski i żwiry lodowcowe, tworzące najczęściej pokrywy w strefie występowania moren czołowych (okolice Siemion), jak i też często w kulminacjach pagórków wysoczyzny morenowej. W dużym, nieczynnym wyrobisku w Aleksandrowie, w profilu ściany wyróżniono: od góry — piaski różnoziarniste, rdzawo-brunatne, silnie zaglinione, z licznymi żwirami i głazikami skał północnych, niżej leży 1,5-metrowa warstwa żwirów piaszczystych, miejscami silnie zaburzona, z dużymi porwakami o średnicy do 10,0 cm, zbudowanych z bardzo drobnoziarnistych piasków rdzawo-żółtych. Niżej zalegają ponownie piaski różnoziarniste z licznymi żwirkami skał krystalicznych i głazikami o miąższości 4,5 m. W dnie wyrobiska wykonano sondę mechaniczną, w profilu której w dalszym ciągu przeważają utwory piaszczysto-żwirowe (do 10,0 m miąższości).

Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe moren czołowych tworzą wzgórza morenowe, tworzące ciąg morenowy Ostrożany–Kłopoty–Żurobice, opisany przez Mojskiego (1972) oraz kilkanaście różnej wielkości wzniesień i wzgórz w okolicy Siemion. W czasie prac terenowych opisano wiele profili czynnych lub nieczynnych wyrobisk, m.in. na północny wschód od Malinowa, gdzie w profilu eksploatowanej ściany występują piaski różnoziarniste, do 2,0 m, lekko zailone, niżej do głębokości 15,0 m piaski żwirowate, żwirki i żwiry szare i ciemnoszare, z nieregularnie rozrzuconymi głazami skał krystalicznych (o średnicy do 1,5 m). Część wzgórz morenowych okolic Siemion jest także przedmiotem dość intensywnej eksploatacji. W większości wyrobisk, w profilach ścian przeważają piaski grubo- lub różnoziarniste, z bardzo licznymi żwirkami, otoczakami i głazami, niekiedy warstowane poziomo lub skośnie, w części stropowej (do 1,5 m) pyłowate. Materiał głazowy bezładnie rozrzucony w ścianie odsłonięcia, po pewnym czasie opada na dno, tworząc często nagromadzenia w spągu wyrobiska. Gliny mogą występować w formie przewarstwień lub nieregularnych pokryw na lub w osadach żwirowo-piaszczystych. Miąższość osadów moren czołowych może dochodzić nawet do 20,0–25,0 m (okolice Siemion).

Piaski i żwiry ozów tworzą wydłużony pagórek (około 600 m długości i około 120 m szerokości) na wschód od leśniczówki w Żurobicach. Najprawdopodobniej forma ta należy do ciągu ozów, opisanego na obszarze arkusza Stacja Nurzec (Janicki, 2001). W niewielkim wyrobisku, w profilu ściany wschodniej występują piaski różnoziarniste, żwirowate, jasnoszare, skośnie warstwowane w kierunku północnym, pod kątem około 30°, i miąższości do 4,5 m. W dnie wyrobiska sondą mechaniczną stwierdzono 0,9-metrową wkładkę glin zwałowych, a pod nią 3,6 m piasków różnoziarnistych jasnobrązowych, podścielonych nie przewierconymi ciemnoszarymi glinami zwałowymi.

Piaski i mułki kemów tworzą pojedyncze wzgórza o wysokości względnej do około 5 m, owalnym kształcie w okolicy Żurobic i Podlesia. Ich wewnętrzna budowa została rozpoznana kil-

koma sondami mechanicznymi do głębokości 10,0 m. W części stropowej (do 3,0 m) są to najczęściej piaski drobnoziarniste, brązowe, czasami z cienkimi wkładkami piasków gliniastych lub glin. Poniżej przeważają piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, miejscami przechodzące w mułki beżowoszare, nie przewiercone do głębokości 10,0 m.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (górne) pokrywają rozległe obszary, tworząc najczęściej wypełnienia dolin wód roztopowych ustępującego lądolodu zlodowacenia Warty. Najważniejszym szlakiem odpływu wód roztopowych było obniżenie wzdłuż dzisiejszej rzeki Czarnej. Osady wodnolodowcowe z okresu recesyjnego tworzą płaskie, czasami dość rozległe pokrywy między Korycinami a Holonkami, Sielcem i Zołoćkami oraz w górnym dorzeczu Leśnej (Jasieniówka, Malewice, Hornowo). Najczęściej są to piaski różnoziarniste, z domieszką frakcji żwirowej, ku górze przechodzące w piaski drobnoziarniste. W odsłonięciu w Andryjankach do głębokości 4,9 m zalegają piaski grubo- i średnioziarniste ze żwirkami skał północnych, niżej (w sondzie mechanicznej) do głębokości 12,4 m piaski drobnoziarniste, miejscami lekko zailone, z pojedynczymi żwirkami, podścielone ciemnoszarymi glinami zwałowymi. Miąższość osadów wodnolodowcowych może dochodzić do 15,0 m, często nie przekracza jednak 2,0 m.

P i a s k i , m u ł k i i g l i n y w y t o p i s k o w e wypełniają nieckowate obniżenia w okolicy Mierzynówki, Biszewa, Krynek-Soboli, Kłopotów-Patr, Lipin, Holonek oraz na wschód od Dziadkowic, gdzie w okresie po wycofaniu się lądolodu przez długi czas zalegały bryły martwego lodu. W wielu sondach mechanicznych stwierdzono występowanie wzajemnie przewarstwiających się piasków drobno- i bardzo drobnoziarnistych, mułków piaszczystych bądź glin, o barwach niebieskoszarych lub ciemnoszarych. Miąższość ich raczej nie przekracza 4,0 m.

Interglacjał eemski

W początkowym okresie interglacjału eemskiego w obrębie dolin wód roztopowych ze schyłku zlodowacenia Warty zachodziły intensywne procesy erozji wgłębnej. Przykładem głębokiego rozcięcia starszych osadów (do poziomu osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry) jest dolina rzeki Czarnej.

W profilu otworu 6 (Czarna Wielka-2) na głębokości 15,4–27,0 m (135,5–147,1 m n.p.m.) rozpoznano p i a s k i i m u ł k i r z e c z n e , tworzące cztery pełne cykle sedymentacyjne (piaski–mułki). Utwory piaszczyste to przeważnie piaski drobnoziarniste, miejscami pyłowate, szare lub szarozielonkawe, silnie wzbogacone w pokruszony detryt fauny ślimaków i uwęglone szczątki roślin, raczej słabo wysortowane, lekko wapniste. Wśród minerałów ciężkich najliczniejsze są: granaty (22–39%) i amfibole (11–20%) oraz chloryty (12–18%).

Utwory pyłowate to głównie mułki, mułki piaszczyste, szare i szarozielonkawe, słabo wysortowane, niekiedy silnie wapniste (do 44,5%), z detrytem skorupek ślimaków i smugami substancji humusowej. Łączna miąższość całej serii rzecznej nie przekracza 11,6 m.

Dla trzech próbek Bińka (2000) wykonał ekspertyzy palinologiczne, które pozwoliły na zaliczenie wyżej opisanych osadów do interglacjału eemskiego. W części spągowej (22,9 m) zaznacza się wyraźnie poziom świerkowo-jodłowy z niewielkim udziałem olchy, grabu i sosny. W próbkach ze stropu serii (17,4 m i 17,8 m) lasy sosnowo-brzozowe stopniowo ustępują zbiorowiskom otwartym z trawami i turzycami. W profilu tym osady interglacjału eemskiego łagodnie przechodzą w piaski i mułki rzeczne okresu chłodnego zlodowaceń północnopolskich.

Zlodowacenia północnopolskie

W czasie zlodowaceń północnopolskich cały badany obszar leżał poza ich zasięgiem. W warunkach klimatu peryglacjalnego dochodziło tu do erozji wgłębnej w dolinach dzisiejszych rzek: Czarnej, Leśnej, Leszczki i innych, a następnie akumulacji rzecznej. Osadzone w nich piaski i mułki osiągają maksymalnie kilkanaście metrów miąższości i tworzą płaskie, niekiedy rozległe powierzchnie tarasu nadzalewowego.

Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0–5,0 m n.p.rzeki. W dolnym odcinku Czarnej, od Holonek do Wojtków, w rzeźbie terenu wyróżnia się taras nadzalewowy o wysokości 3,0–5,0 m ponad współczesne dno, zbudowany z piasków drobnoziarnistych, szarych lub szarozielonkawych oraz mułków i mułków piaszczystych o miąższości do 10,0 m, rozpoznanych w szeregu sond mechanicznych w Klichach, Wojtkach i Solnikach.

W profilu Czarna Wielka-2 (otw. 6) na głębokości 0,3–15,4 m (147,1–162,2 m n.p.m.) występują piaski średnio- i drobnoziarniste, niekiedy mułkowate, szare lub beżowoszare, z wkładkami mułków piaszczystych (do 1,0 m miąższości) ciemnoszarych. W części dolnej spotyka się cienkie wkładki drobnych żwirków lub torfów brązowych (na głębokości 14,2 m). Od głębokości 10,4 m piaski te są poziomo lub przekątnie warstwowane. Generalnie utwory te charakteryzują się średnim lub słabym wysortowaniem, dobrym obtoczeniem (R — 0,57) oraz niską wapnistością (do 1% zawartości $CaCO_3$). W zmiennych proporcjach występują podstawowe składniki zespołu minerałów ciężkich, takie jak: granaty (od 16 do 69%), amfibole (4–18%), pirokseny (2–9%).

Ze spągu serii osadów rzecznych pobrano dwie próbki do analizy palinologicznej. Bińka (2000) zaliczył te osady do okresu chłodnego zlodowaceń północnopolskich. Wśród pyłków dominują trawy i turzyce, którym towarzyszą liczne rośliny heliofilne, takie jak: *Selaginella selaginoides, Selaginella helvetica, Botrychium, Rubiaceae, Rosaceae* i inne.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski pyłowate zwietrzelinowe (eluwialne) tworzą różnej wielkości pokrywy na płaskich kulminacjach wysoczyzny morenowej w okolicy Piotrowa-Trojan i Osmoli. Osady te powstały w warunkach klimatu peryglacjalnego, od czasu wycofania się lądolodu ostatniego na tym terenie zlodowacenia. Pokrywy eluwialne o miąższości nie przekraczającej 2,0 m tworzą piaski różnoziarniste, miejscami ze żwirami i głazikami, pyłowate bądź zaglinione, bezwapniste, o barwie szarożółtawej, szarobrunatnej lub brązowej, ku dołowi stopniowo przechodzące w gliny zwałowe. Utwory te są produktem intensywnych procesów wietrzeniowych i glebotwórczych.

Piaski eoliczne oraz piaski eoliczne w wydmach związane są głównie z obszarami pokrytymi piaskami wodnolodowcowymi (okolice Kolonii Jakubowskie, Jasieniówki) lub tarasem nadzalewowym doliny Czarnej (niewielkie wydmy na zachód od wsi Wojtki). Miąższość pokryw piasków eolicznych nie przekracza 3,0 m, natomiast w wydmach może przekraczać nawet 5,0 m. Formy te zbudowane są z jasnożółtych lub żółtych piasków drobno- lub średnioziarnistych o składzie granulometrycznym bardzo zbliżonym do materiału wyjściowego (piaski wodnolodowcowe lub rzeczne), dobrze wysortowanych i obtoczonych.

Piaski, mułki i gliny deluwialne występują na omawianym obszarze na zboczach, w górnych odcinkach dolin rzecznych oraz w suchych dolinkach, najczęściej na wysoczyźnie morenowej. Miąższość ich jest niewielka, rzadko przekracza 2,0–3,0 m. Najczęściej są to piaski drobnoziarniste, miejscami silnie gliniaste, szare lub rdzawoszare, z licznymi wkładkami mułków piaszczystych i glin. Warstwowanie jest najczęściej zgodne z nachyleniem zbocza lub dolinki, u wylotu natomiast, poziome. Utwory te powstały w wyniku spłukiwania zwietrzeliny glin zwałowych lub piasków lodowcowych.

c. Holocen

Piaski i mułki rzeczne oraz iły (mady) tarasów zalewowych. Tarasy zalewowe wyróżniono zarówno w szerokiej dolinie Leśnej, jak i też jej dopływów: Czarnej i Leszczce. Tarasy te zbudowane są w głównej mierze z piasków drobno- i średnioziarnistych, często pyłowatych, szarych, ciemnoszarych lub szarobeżowych, ze smugami substancji humusowej lub detrytu roślinnego, lokalnie przechodzących w ciemnobrązowe iły (mady). W spągu utwory piaszczyste mogą bez wyraźnych zmian przechodzić w starsze od holocenu osady rzeczne. Miąższość raczej nie przekracza 5,0 m.

Piaski humusowe i namuły den dolinnych oraz zagłębień okresowo przepływowych. Są to osady bardzo powszechnie spotykane we wszystkich bocznych dolinkach rzek na całym obszarze arkusza, akumulowane przez wody płynące ciągłe lub okresowe. Miąższość ich rzadko przekracza 2,0 m. Najczęściej są to szare lub ciemnoszare piaski drobnoziarniste, pyłowate, z bardzo licznymi smugami substancji humusowej.

N a m u ł y z a g ł ę b i e ń b e z o d p ł y w o w y c h . Są to osady piaszczysto-pyłowate, najczęściej ciemnoszare, z wkładkami lub smugami substancji humusowej, wypełniające liczne bezodpływowe zagłębienia zarówno na wysoczyźnie morenowej, jak i też na równinach wodnolodowcowych. Miąższość ich w zasadzie nie przekracza 3,0 m, najczęściej wynosi 1,5–2,0 m.

N a m u ł y t o r f i a s t e . Późnoholoceńskie osady mineralno-organiczne — mułki z wkładkami piasków i torfów, czarne lub ciemnobrunatne, wypełniają często płytkie zagłębienia w obrębie tarasu zalewowego, gdzie rzadko osiągają 1,5–2,0 m. Często towarzyszą torfom, jednakże wyznaczenie granic w profilu poziomym i pionowym jest trudne ze względu na bardzo dużą zmienność.

T o r f y n i s k i e . Torfy niskie tworzą rozległe torfowisko w dolinie Leśnej oraz występują także w postaci niewielkich płatów w dolinie Leszczki (okolice Malewic). Warto także wspomnieć o wąskim, wydłużonym torfowisku w Żurobicach (na wysoczyźnie morenowej). Najczęściej są to torfy drzewne, drzewno-trzcinowe, trzcinowe i turzycowe, wzajemnie przeławicające się. Miąższość ich może przekraczać 2,0 m (nie przewiercone w dolinie Leśnej).

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Cały badany obszar leży w obrębie obniżenia podlaskiego, które od północy ogranicza wyniesienie mazursko-suwalskie, a od południa blok łukowsko-wisznicki, wchodzące w skład platformy wschodnioeuropejskiej.

Podłoże krystaliczne zostało rozpoznane w otworze strukturalnym Stadniki IG-1 (około 2 km na zachód od granicy arkusza) na głębokości 1542,0 m, przykryte osadami kenozoiku, mezozoiku (kreda, jura i trias) oraz paleozoiku (perm, sylur, ordowik i kambr). Na powierzchni stropu krystaliniku w centralnej części badanego obszaru odsłania się wąska strefa o przebiegu NE–SW zbudowana z granitoidów, otoczona od północnego zachodu i południowego wschodu przez wychodnie nie rozdzielonych migmatytów. Strefa uskokowa o przebiegu NW–SE oddziela ją od gnejsów karelskich, występujących w północnej części. Główne jednostki strukturalne, jak i też podrzędne kompleksy skalne podłoża krystalicznego pocięte są uskokami, przy równoczesnym ich sfałdowaniu (Rühle, 1974).

Wprost na krystaliniku spoczywa miąższy kompleks utworów paleozoicznych i mezozoicznych. Profile tych kompleksów nie są pełne, często występują luki stratygraficzne (Kubicki, Ryka, 1982). Budowa strukturalna pokrywy osadowej, cechująca się podobnym stylem tektonicznym, trwającym od kambru aż po kenozoik, jest wynikiem długotrwałych i powolnych ruchów pionowych. Pokrywa mezozoiczna tworzy płaską monoklinę, bardzo słabo nachyloną w kierunku zachodnim i północno-zachodnim. Przejawami orogenezy alpejskiej są kontynuacje starych dyslokacji i powstawanie nowych.

Na omawianym obszarze nie stwierdzono osadów paleocenu. Utwory eocenu i oligocenu, początkowo związane z basenem borealnym platformy wschodnioeuropejskiej, później (w oligocenie) przechodzą

w fację płytkomorską. Na powierzchni stropowej eocenu-oligocenu akumulowały śródlądowe osady mioceńskie, które miejscami uległy całkowitemu zniszczeniu w strefie głębokich rozcięć erozyjnych (rynna Czarnej Wielkiej). Zjawiska neotektoniczne, występujące na przełomie neogenu i czwartorzędu, przyczyniły się do rozwoju erozji w strefach odmłodzenia dawnych linii uskoków.

Dokładna analiza topo- i fotolineamentów (Doktór, Graniczny, 1995; Bażyński, Doktór, Graniczny, 1984) oraz zdjęć satelitarnych (Bażyński, Daniel-Danielska, 1982) potwierdza wyraźny związek planu tektonicznego starszego podłoża z układem kopalnych rynien, jak i współczesnej sieci rzecznej. Przykładem jest przebieg zarówno kopalnej rynny Czarnej Wielkiej, jak i współcześnie płynącej rzeki Czarnej wzdłuż głównego foto- i topolineamentu (oraz strefy uskokowej w skałach podłoża) o kierunku NW–SE, skręcającym w Siemionach na wschód.

Powierzchnia podczwartorzędowa, na badanym obszarze, ma dość urozmaicona rzeźbę w południowo-zachodniej części (tabl. II). Najwyżej położone kulminacje (okolice Kłopotów-Baniek) sięgają prawie 90 m n.p.m. W wąskiej rynnie Czarnej Wielkiej, rozcinającej osady mioceńskie, obniża się do poziomu 20,0 m n.p.m. Rynna ta łączy się z szerokim obniżeniem (do 10,0 m n.p.m.) w północno-wschodniej części obszaru badań. Dobrze rozpoznana rzeźba stropu podłoża podczwartorzędowego wzdłuż linii przekroju geologicznego jest wynikiem wykonanych sondowań elektrooporowych oraz ich geologicznej interpretacji. Na pozostałym obszarze (ubogim w głębsze wiercenia) przebieg izohips powierzchni podczwartorzędowej jest wynikiem interpolacji danych z obszarów sąsiednich.

Obecność kier osadów paleogenu i neogenu (Kłopoty-Bańki) oraz nasunięć i sfałdowanych poziomów morenowych w glinach zwałowych zlodowacenia Odry jest przejawem zaburzeń glacitektonicznych. Często w profilach osadów (zwłaszcza w glinach zwałowych i mułkach zastoiskowych) widoczne są ślady wyraźnych zlustrowań lub pionowych przesunięć.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Najstarszymi utworami odsłaniającymi się na powierzchni podczwartorzędowej są osady starszego paleogenu (eocenu górnego i oligocenu dolnego) zalegające na marglach i kredzie piszącej mastrychtu górnego (tab. 3). Przez cały paleocen i część eocenu, na badanym obszarze, miały miejsce intensywne procesy erozji i denudacji. Transgresja morska w górnym eocenie przejawiała się osadzaniem piasków kwarcowych i mułków glaukonitowych. W oligocenie dolnym występują osady płytkiego morza. W miocenie trwała akumulacja piasków, mułków i iłów w zbiorniku śródlądowym.

Erozja i denudacja, zachodząca w najwyższym neogenie i wczesnym plejstocenie, najbardziej rozwinęła się wzdłuż odmłodzonych w czasie orogenezy alpejskiej stref uskoków (o przebiegu NW–SE, rzadziej NE–SW), doprowadzając do powstania głęboko wciętych rynien (np. pradolina Czarnej).

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia					Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Poddział	Piętro	Podpiętro		
Czwartorzęd	Holocen				Torfy niskie — $_{tn}Q_h$	Akumulacja organiczna
					Namuły torfiaste — $_{nt}Q_h$	Akumulacja organiczno-mineralna w podmokłych obniżeniach bezodpływowych
					Namuły zagłębień bezodpływowych — $_{n}Q_h$	
					Piaski humusowe i namuły den dolinnych oraz zagłębień okresowo przepływowych — $_{ph}Q_h$	Akumulacja tarasów zalewowych oraz obniżeń osadami mineralno-organicznymi
					Piaski i mułki rzeczne oraz iły (mady) tarasów zalewowych — $^{f}_{pm}Q^{(t)}_h$	
					Piaski, mułki i gliny deluwialne — $^{d}_{pmg}Q$	Zmywanie i spełzywanie osadów ze zboczy i akumulacja w obniżeniach
					Piaski eoliczne — $^{e}_{p}Q$	Rozwiewanie luźnych osadów piaszczystych
					Piaski eoliczne w wydmach — $^{e}_{p}Q^{(w)}$	Akumulacja eoliczna — powstawanie wydm
					Piaski pyłowate zwietrzelinowe (eluwialne) — $^{z}_{ppy}Q$	Wietrzenie i rozmywanie
	Plejstocen	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły		Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0–5,0 m n.p. rzeki — $^{f}_{pm}Q^{B(t)}_{p^4}$	Erozja i akumulacja rzeczna
		Interglacjał eemski			Piaski i mułki rzeczne — $^{f}_{pm}Q_{p^{3-4}}$	Erozja i akumulacja rzeczna
		Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty		Piaski, mułki i gliny wytopiskowe — $^{b}_{pmg}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja w sąsiedztwie brył i płatów martwego lodu lub nieckach wytopiskowych
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $^{fg}_{pż2}Q^{W}_{p^3}$	Erozja i formowanie się dolin wód roztopowych Akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu
					Piaski i żwiry kemów — $^{(k)}_{pż}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja w przetainach
					Piaski i żwiry ozów— $^{(o)}_{pż}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja w rynnach subglacjalnych
					Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe, moren czołowych — $^{(gc)}_{pż}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja grawitacyjna i przez wody lodowcowe
					Piaski i żwiry lodowcowe — $^{g}_{pż}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja lodowcowa
					Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie
					Piaski, mułki i iły zastoiskowe — $^{b}_{pmi}Q^{W}_{p^3}$	Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lądolodu
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $^{fg}_{pż1}Q^{W}_{p^3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa przed transgredującym lądolodem
			Zlodowacenie Odry		Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $^{fg}_{pż2}Q^{O}_{p^3}$	Erozyjno-akumulacyjna działalność wód roztopowych w czasie wycofywania się lądolodu
					Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{O}_{p^3}$	Akumulacja lodowcowa
					Mułki i iły zastoiskowe — $^{b}_{mi}Q^{O}_{p^3}$	Akumulacja w zastoisku przed nasuwającym się lądolodem
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $^{fg}_{pż1}Q^{O}_{p^3}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas nasuwania się czoła lądolodu
		Interglacjał wielki			Piaski i żwiry rzeczne — $^{f}_{pż}Q_{p^{2-3}}$	Erozja i akumulacja rzeczna

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi)		Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $^{fg}_{pż2}Q^{G}_{p_2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lądolodu
					Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{G}_{p_2}$	Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu i jego późniejsze wytopienie
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $^{fg}_{pż1}Q^{G}_{p_2}$	Akumulacja wodnolodowcowa przed nasunięciem lądolodu
					Piaski, mułki i iły zastoiskowe — $^{b}_{pmi}Q^{G}_{p_2}$	Akumulacja zastoiskowa na przedpolu lądolodu
			Zlodowacenie Sanu 1		Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $^{fg}_{pż2}Q^{S}_{p_2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu
					Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{S}_{p_2}$	Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu i jego wytopienie
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $^{fg}_{pż1}Q^{S}_{p_2}$	Akumulacja wodnolodowcowa przed nasunięciem lądolodu
					Piaski, mułki i iły zastoiskowe — $^{b}_{pmi}Q^{S}_{p_2}$	Akumulacja zastoiskowa na przedpolu lądolodu
			Interglacjał małopolski		Piaski rzeczne — $^{f}_{p}Q^{K}_{p_2}$	Erozja a następnie akumulacja osadów rzecznych w obrębie dolin rzecznych
			Zlodowacenie Nidy	Stadiał górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $^{fg}_{pż}Q^{N3}_{p_2}$	Erozja i akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu
					Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{N3}_{p_2}$	Akumulacja lodowcowa
					Piaski pyłowate zastoiskowe — $^{b}_{ppy}Q^{S3}_{p_2}$	Akumulacja zastoiskowa na przedpolu lądolodu
				Stadiał dolny	Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{N1}_{p_2}$	Akumulacja lodowcowa
					Piaski i mułki zastoiskowe — $^{b}_{pm}Q^{N1}_{p_2}$	Akumulacja zastoiskowa na przedpolu lądolodu
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $^{fg}_{pż}Q^{N1}_{p_2}$	Akumulacja wodnolodowcowa na przedpolu lądolodu
		Inyterglacjał augustowski (podlaski)			Piaski rzeczne — $^{f}_{p}Q_{p1-2}$	Erozja wgłębna i akumulacja rzeczna
		Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi		Gliny zwałowe — $^{g}_{gzw}Q^{A}_{p_1}$	Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu i jego wytopienie
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $^{fg}_{pż}Q^{A}_{p_1}$	Akumulacja wodnolodowcowa
					Piaski kwarcowe paleogenu i neogenu jako kry w utworach czwartorzędowych — $^{}_{Pg+Ng}Q$	
Neogen	Miocen				Piaski, mułki i iły — $^{}_{pmi}M$	Akumulacja w zbiornikach śródlądowych
Paleogen	Eocen+ +oligocen	Eocen górny + + oligocen dolny			Piaski kwarcowe i mułki glaukonitowe — $^{}_{pQ}E_3 + Ol_1$	Akumulacja morska

Podczas zlodowaceń najstarszych (Narwi) prawdopodobnie cały obszar został pokryty osadami lodowcowymi nasuwającego się od północnego wschodu lądolodu. Gliny zwałowe tego zlodowacenia zachowały się w okolicy Dołubowa.

W okresie erozji i denudacji, zachodzącej w interglacjale podlaskim, zostały prawie całkowicie usunięte osady zlodowaceń Narwi, miejscami erozja rozcięła podłoże podczwartorzędowe (północno-wschodnia część omawianego obszaru arkusza). Potem nastąpił okres akumulacji osadów rzecznych i rzeczno-rozlewiskowych o znacznej miąższości (do 50,0 m).

Z transgresją lądolodu pierwszego zlodowacenia południowopolskiego (zlodowacenie Nidy) związane są osady wodnolodowcowe, zastoiskowe, przykryte dwudzielnym poziomem morenowym. Z okresu recesji lądolodu tego zlodowacenia pochodzi dość miąższa seria osadów wodnolodowcowych, występująca na prawie całym obszarze.

Interglacjał małopolski był początkowo okresem wzmożonych procesów erozji, które miejscami usunęły starsze utwory zlodowacenia Nidy, następnie miała miejsce akumulacja osadów rzecznych w północno-wschodniej części omawianego obszaru.

Wkroczenie lądolodu następnego zlodowacenia (zlodowacenie Sanu 1) zostało poprzedzone powstaniem miąższych serii zastoiskowych i wodnolodowcowych, które zostały potem przykryte ciągłym poziomem glin zwałowych.

Procesy erozji, które miały miejsce w okresie interglacjału ferdynandowskiego częściowo usunęły cienkie pokrywy wodnolodowcowe powstałe w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 1. Nie znaleziono na badanym obszarze osadów z tego okresu.

Zbliżanie się lądolodu zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) poprzedziła akumulacja utworów zastoiskowych i wodnolodowcowych (głównie w obniżeniach starszych osadów). Sam lądolód pozostawił ciągły, ale zróżnicowany miąższościowo poziom glin zwałowych, przykrywający cały obszar objęty arkuszem. Okres wycofywania się lądolodu zaznaczył się (zwłaszcza w części południowej) powstaniem grubszych serii osadów wodnolodowcowych.

Ciepły okres interglacjału wielkiego przejawiał się początkowo erozją (płytkie obniżenie okolicy Czarnej), a następnie akumulacją osadów rzecznych.

Zlodowacenie Odry, poprzedzone akumulacją osadów zastoiskowych i wodnolodowcowych (najczęściej w obniżeniach) pozostawiło miąższy poziom glin zwałowych, miejscami zaburzonych glacitektonicznie (okolice Dołubowa) lub z krami trzeciorzędowymi (Kłopoty-Bańki).

Z kolejnego, ciepłego okresu (interglacjał lubelski) nie zachowały się żadne osady.

Lądolód zlodowacenia Warty był ostatnim, który wkroczył na badany obszar. Jego nasunięcie było poprzedzone akumulacją osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych. Pozostawił po sobie ciągły poziom glin zwałowych. W czasie postoju (faza recesji) mogły powstać wzgórza moren czołowych ciągu Ostrożany–Kłopoty–Żurobice oraz w Siemionach. W wyniku procesów akumulacyjnych zachodzących w czasie deglacjacji arealnej powstały formy kemowe oraz różnej wielkości niecki wytopiskowe. Działalność wód roztopowych ustępującego lądolodu przejawiła się powstaniem doliny, wypełnionej następnie osadami wodnolodowcowymi.

W interglacjale eemskim nastąpiło nasilenie procesów erozji (rozcięcie starszych osadów Czarnej Wielkiej), a następnie akumulacji osadów rzecznych w dolinach: Czarnej, Leśnej oraz innych mniejszych rzek.

W warunkach klimatu peryglacjalnego, w okresie zlodowaceń północnopolskich w dolinach osadzały się serie rzeczne, tworzące taras nadzalewowy.

Procesy eoliczne, tworzenie się pokryw eluwialnych oraz wypełnianie się suchych dolin osadami deluwialnymi miały swój początek u schyłku plejstocenu.

W holocenie dna dolin wypełniały osady, tworzące taras zalewowy, natomiast w bocznych dolinkach trwała akumulacja piasków humusowych. Zagłębienia bezodpływowe wypełniały osady mineralne, mineralno-organiczne lub organiczne. W płytkich obniżeniach tarasu zalewowego Leśnej miała miejsce akumulacja torfów.

IV. PODSUMOWANIE

Kompleksowe prace geologiczne (szczegółowe zdjęcie geologiczne, badania geofizyczne, wiercenia, badania litologiczno-petrograficzne i specjalistyczne) prowadzone w latach 1999–2000 wniosły szereg nowych danych, które pozwoliły na opracowanie arkusza Dziadkowice.

Do najważniejszych rezultatów tych prac należą:

— przedstawienie szczegółowego zdjęcia powierzchniowego, opartego na wynikach kartowania terenowego i badań laboratoryjnych;

— paleontologiczne udokumentowanie wieku osadów podłoża podczwartorzędowego, wyznaczenie głębokości stropu utworów paleogenu i neogenu wzdłuż przekroju geologicznego oraz wyznaczenie zasięgu ich występowania;

— opracowanie profilu litologiczno-stratygraficznego osadów czwartorzędowych, w którym wydzielono serie lodowcowe zlodowaceń: najstarszego — Narwi, południowopolskich — Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi), środkowopolskich — Odry i Warty oraz interglacjałów — podlaskiego, małopolskiego, wielkiego oraz eemskiego;

— rozpoznanie głównych form rzeźby polodowcowej, głównie z okresu zlodowacenia Warty.

Do zagadnień wymagających dalszych badań, można zaliczyć:

— rozpoznanie podłoża podczwartorzędowego w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza;

— szersze poznanie i paleontologiczne udokumentowanie osadów interglacjałów: podlaskiego, małopolskiego i wielkiego.

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Geologicznym
POLGEOL SA, w Warszawie
Zakład w Lublinie

Zakład Kartografii Geologicznej
Państwowego Instytutu Geologicznego
w Warszawie

Lublin, 2002 r.

LITERATURA

Areń B., 1967 — Paleozoik obniżenia podlaskiego. *Kwart. Geol*., **11**, 3.

Kubicki S., Ryka W., 1992 — Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej 1:500 000. Inst. Geol., Warszawa.

Balwierz J., 2000 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów kenozoicznych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50000, arkusz Dziadkowice (457). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Bałuk A., 1991 — Czwartorzęd dorzecza dolnej Narwi (północno-wschodnie Mazowsze). *Pr. Państw. Inst. Geol.,* **30**.

Bażyński J., Daniel-Danielska B., 1982 — Mapa geologiczna interpretacji zdjęć satelitarnych. W: Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej 1:500 000. Inst. Geol., Warszawa.

Bażyński J., Doktór S., Graniczny M., 1984 — Mapa fotogeologiczna Polski 1:1 000 000. Inst. Geol., Warszawa.

Biernat S., 1981 — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Siedlce. Inst. Geol., Warszawa.

Bińka K., 2000 — Analiza prób palinologicznych z arkusza Dziadkowice (457) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Bitner K., 1954 — Interglacjał w Otapach (Sprawozdanie z wykonanych prac w okolicach Brańska). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Borówko-Dłużakowa Z., 1973 — Opracowanie stratygraficzne interglacjału mazowieckiego ze Śledzianowa. (wyniki analizy pyłkowej) — ark. Drohiczyn, pow. Siemiatycze. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Brzezina R., Albrycht A., Dyjor K., 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Pobikry (456). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Brzezina R., Albrycht A., Dyjor K., 2000 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Pobikry (456). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Dłużak Z., 1961 — Profil z torfem interglacjalnym z okolic Śledzianowa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Doktór S., Graniczny M., 1995 — Mapa liniowych elementów strukturalnych na podstawie analizy teledetekcyjno-geofizycznej w skali 1:200 000, ark. Siedlce. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Gronkowska B., Kenig K., Rzechowski J., 1968 — Petrografia glin zwałowych Podlasia i Mazowsza. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Halicki B., 1935 — Materiały do znajomości budowy geologicznej podłoża Polski północno-wschodniej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.,* **11**.

Jagodzińska B., Kalitiuk R., 1999 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Dziadkowice (457). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Janicki T., 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Stacja Nurzec (496). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Janicki T., 2001 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Stacja Nurzec (496) i Klukowicze (497). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Kenig K., 1985 — Profil glin morenowych w Wólce Pietkowskiej (Nizina Podlaska) w świetle analiz litologicznych i mikroskopii elektronowej. *Prz. Geol*., **33**, 11.

Kenig K., 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.,* 380.

K o n d r a c k i J . , 1933 — Tarasy dolnego Bugu. *Prz. Geogr*., 13.

K o n d r a c k i J . , 1972 — Polska północno-wschodnia. Wyd. Nauk., PWN, Warszawa.

K o n d r a c k i J . , 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk., PWN, Warszawa.

L e w i ń s k i J . , S a m s o n o w i c z J . , 1918 — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Niżu Północno-Europejskiego. *Pr. Tow. Nauk. Warsz.,* **31**.

M a ł e k M . , W o d y k K . , 1996 — Projekt prac geologicznych dla opracowania arkuszy: Pobikry (456) i Dziadkowice (457) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

M o j s k i J . E . , 1969 — Kemy jako wskaźniki deglacjacji obszaru północno-wschodniej Polski podczas zlodowacenia środkowopolskiego. *Fol. Quatern*., **30**.

M o j s k i J . E . , 1972 — Nizina Podlaska. Geomorfologia Polski. 2. Wyd. Nauk., PWN, Warszawa.

M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E . , K r u p i ń s k i K . M . , P ę k a l s k a A . , W o r o n k o B . , 1995 — Stratigraphical position of kame deposits the North of Bielsk Podlaski, based on ^{14}C and TL datings and and palynological analysis. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc*., **43,** 1.

M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E . , P ę k a l s k a A . , W o r o n k o B . , 1995 — The Evolution of a marginal form and of kames in the region Bielsk Podlaski. Sedimentological analysis of deposits. Quaestrones Geogr. Special Issue, 4. Warszawa.

M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E . , P ę k a l s k a A . , W o r o n k o B . , 1996 — Wybrane cechy wskaźnikowe osadów glacjalnych i fluwioglacjalnych strefy marginalnej w Augustowie koło Bielska Podlaskiego. W: Stratygrafia plejstocenu Polski. Mat. II Konf. Rabanów, 18–20 września 1995 r.

N i t y c h o r u k J . , 1995 — Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia południowego Podlasia. *Rocz. Międzyrzecki*, 25.

N i t y c h o r u k J . , 1996 — Zarys stratygrafii plejstocenu i paleogeografii południowego Podlasia. *Wyd. UAM. Ser. Geogr.,* 57.

N o w a k J . , 1969 — Rzeźba podłoża i stratygrafia osadów czwartorzędowych Wysoczyzny Siedleckiej i obszarów sąsiednich. *Kwart. Geol*., **13**, 2.

N o w a k J . , 1971 — Objaśnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Siedlce. Wyd. A i B. Inst. Geol., Warszawa.

N o w a k J . , 1972a — Czwartorzęd i jego podłoże w południowo-wschodniej części Niziny Podlaskiej. *Kwart. Geol.,* **16**, 4.

N o w a k J . , 1972b — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Siedlce. Wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.

N o w a k J . , 1972c — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Siedlce. Wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.

N o w a k J . , 1977 — Specyficzna budowa geologiczna form polodowcowych zależnych od podłoża. *Stud. Geol. Pol*., 52.

N o w i c k i J . A . , 1969 —Osady kenozoiczne północno-wschodniego Podlasia. W: Z badań czwartorzędu w Polsce. *Biul. Inst. Geol.,* **12**, 220.

P ł o n c z y ń s k i J . , 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Ciechanowiec (417). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

P ł o n c z y ń s k i J . , 2000 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 ark. Ciechanowiec (417). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

R ü h l e E . , 1974 — Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. 2. Pokrywa osadowa. Pokrywa kenozoiczna. *Pr. Inst. Geol*., **47**.

R u s z c z y ń s k a - S z e n a j c h H . , 1973 — Kry lodowcowe wyciśnięte glacitektonicznie na terenie SE Mazowsza i S Podlasia. *Kwart. Geol.,* **17**, 3.

R u s z c z y ń s k a - S z e n a j c h H . , 1976 — Glacitektoniczne depresje i kry lodowcowe na tle budowy geologicznej południowo-wschodniego Mazowsza i południowego Podlasia. *Stud. Geol. Pol.,* 50.

R u s z c z y ń s k a - S z e n a j c h H . , 1986 — Geneza i wiek wielkoskalowych struktur glacitektonicznych w środkowej i wschodniej Polsce. *Ann. Soc. Geol. Pol.,* **55,** 3–4.

S ł o d k o w s k a B . , 2000 — Wyniki analiz palinologicznych próbek osadów trzeciorzędowych z arkusza Dziadkowice (457) — profile: Kłopoty-Bańki-1; Czarna Wielka-2 i Wojtki-4. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

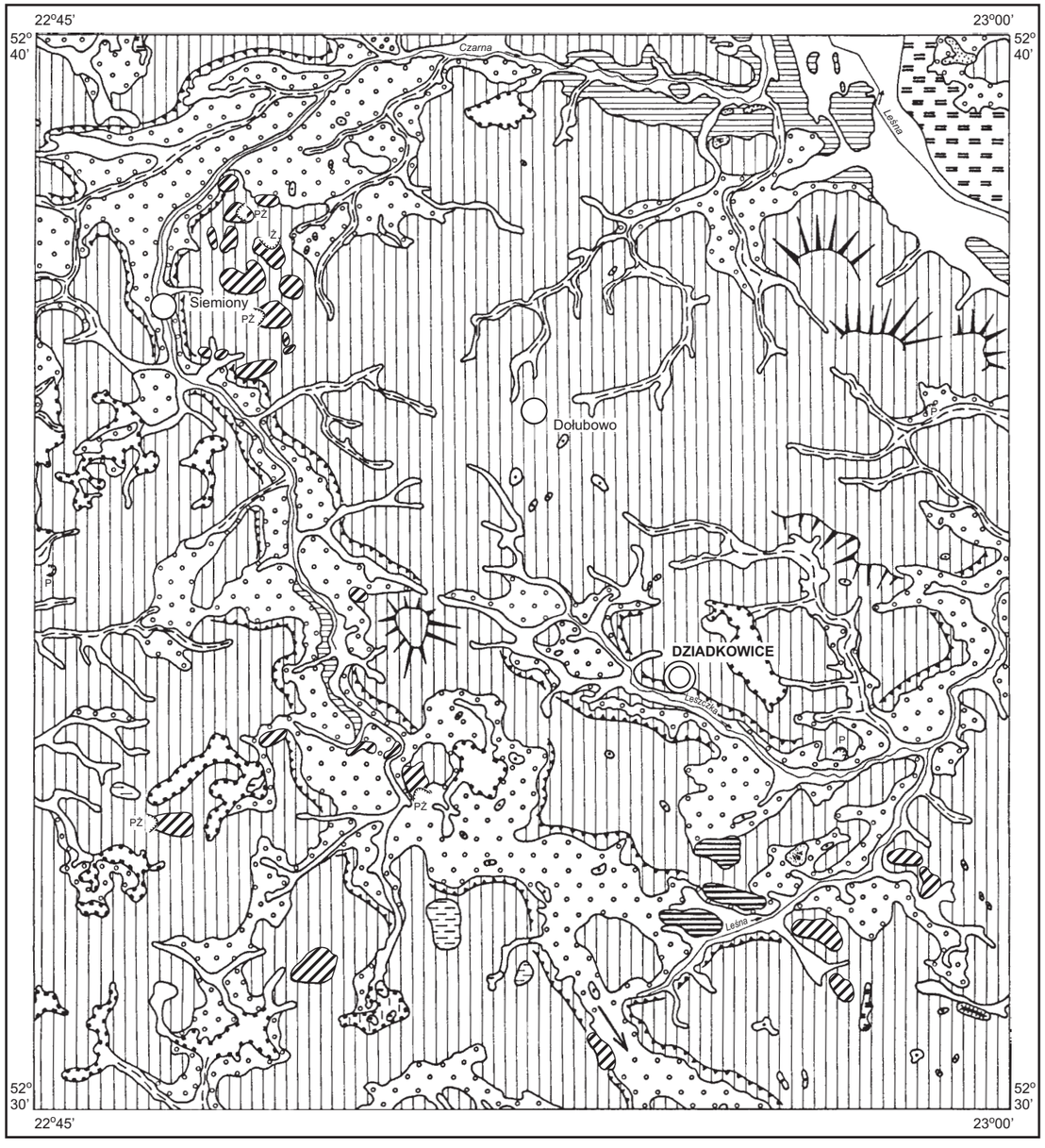
Z w i e r z S . , 1949 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Biała Podlaska. Wyd. A. Arch. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Z w i e r z S . , 1954 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Biała Podlaska. Wyd. B. Arch. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Dziadkowice (457)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



0 1 2 3 4 5 km

Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)
- Moreny czołowe akumulacyjne
- Niecki wytopiskowe

Formy wodnolodowcowe

- Równiny wodnolodowcowe
- Ozy
- Kemy
- Doliny wód roztopowych
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych oraz tarasy akumulacyjne zalewowe
- Tarasy akumulacyjne nadzalewowe rzek: Czarnej i Leśnej
- Dolinki w ogólności

Formy denudacyjne

- Pagórki morenowe przekształcone
- Suche doliny
- Długie stoki
- Drobne zagłębienia o różnej genezie

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- PŻ — Piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P), żwirownie (Ż)

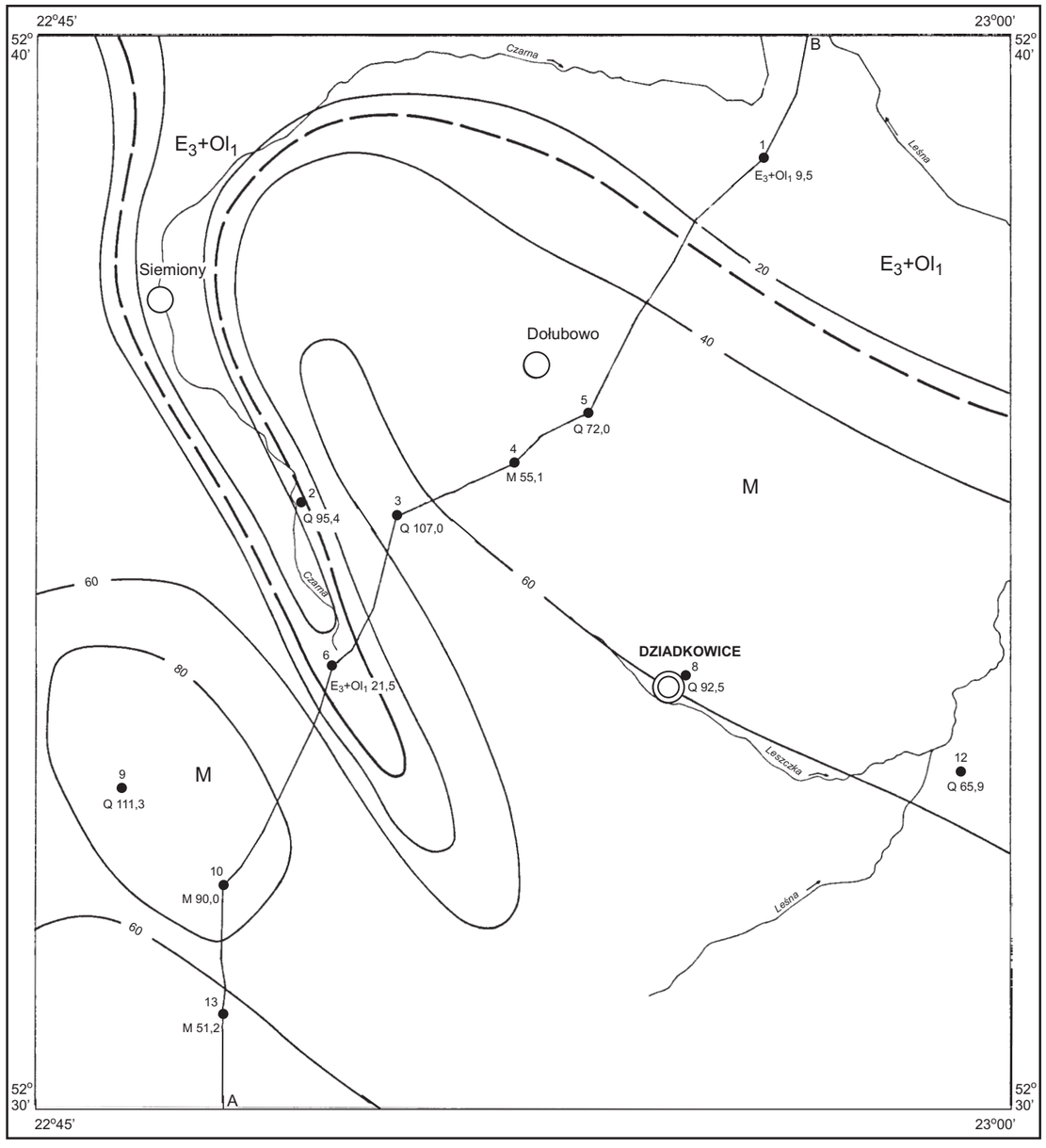
Opracował: S. MARSZAŁEK

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

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Dziadkowice (457)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



NEOGEN — MIOCEN — M — Piaski, mułki i iły

PALEOGEN — EOCEN+ OLIGOCEN — E_3+Ol_1 — Piaski kwarcowe i mułki glaukonitowe

EOCEN GÓRNY+ OLIGOCEN DOLNY

Granice geologiczne

20 — Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.

12 ● Q 65,9 — Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q — czwartorzęd, M — miocen, E_3 — eocen górny, Ol_1 — oligocen dolny; liczba wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w m n.p.m.)

A — B — Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracował: S. MARSZAŁEK

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

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Dziadkowice (457)

ZESTAWIENIE PROFILI OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)

m n.p.m.

Otw. 10
Kłopoty-Bańki-1
193,0 m n.p.m.

Otw. 6
Czarna Wielka-2
162,5 m n.p.m.

Otw. 4
Dołubowo-3
182,5 m n.p.m.

Otw. 1
Wojtki-4
142,5 m n.p.m.

Podpoziomy: A B C D

ZNAKI PETROGRAFICZNE:

- Żwiry
- Piaski
- Mułki
- Iły
- Gliny zwałowe
- Torfy

OZNACZENIA MIEJSC POBRANIA PRÓBEK DO BADAŃ:

- litologiczno-petrograficznych
- paleontologicznych

Procentowa zawartość w żwirach (o średnicy 5–10 mm uzyskanych z glin zwałowych): skał krystalicznych (Kr), wapieni północnych (Wp), i dolomitów północnych (Dp)

Współczynnikipetrograficzne (O/K–K/W–A/B) obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych

[8] — liczba zbadanych próbek

Opracował: S. MARSZAŁEK

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