



**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY**

**WŁADYSŁAW BALIŃSKI**

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER  
Koordynator regionu Polski centralnej — M. BRZEZIŃSKI

**OBJAŚNIENIA  
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ  
POLSKI**

1 : 50 000

**Arkusz Błaszki (660)**  
(z 2 tab. i 4 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



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

WARSZAWA 2008

Autor: Władysław BALIŃSKI  
Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej  
ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź

Redakcja merytoryczna: Zofia STAŃCZAK

Akceptował do udostępniania  
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego  
doc. dr hab. Jerzy NAWROCKI

ISBN 978-83-7538-404-8

© Copyright by Ministerstwo Środowiska  
Warszawa, 2008

Przygotowanie wersji cyfrowej: Anna MAZIARZ, Jacek STRĄK

## SPIS TREŚCI

I. Wstęp . . . . .	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu . . . . .	7
III. Budowa geologiczna . . . . .	9
A. Stratygrafia . . . . .	9
1. Jura . . . . .	10
a. Jura środkowa . . . . .	10
Bajos . . . . .	10
Bajos górny (kujaw) . . . . .	10
Baton . . . . .	10
Kelowej . . . . .	11
b. Jura górna . . . . .	11
Oksford . . . . .	11
Kimeryd . . . . .	11
2. Kreda . . . . .	11
a. Kreda dolna . . . . .	11
Alb . . . . .	11
b. Kreda górna . . . . .	12
3. Paleogen + neogen . . . . .	12
4. Neogen . . . . .	12
a. Miocen . . . . .	12
b. Mio-pliocen . . . . .	12
5. Czwartorzęd . . . . .	13
a. Plejstocen . . . . .	13
Zlodowacenia południowopolskie . . . . .	13
Zlodowacenie Sanu 1 . . . . .	14

Zlodowacenie Sanu 2 . . . . .	14
Interglacjał wielki . . . . .	15
Zlodowacenia środkowopolskie . . . . .	15
Zlodowacenie Odry . . . . .	15
Interglacjał lubawski . . . . .	16
Zlodowacenie Warty . . . . .	17
Interglacjał eemski . . . . .	19
Zlodowacenia północnopolskie . . . . .	19
Zlodowacenie Wisły . . . . .	19
b. Czwartorzęd nierozdzielony . . . . .	20
c. Holocen. . . . .	21
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu . . . . .	21
C. Rozwój budowy geologicznej . . . . .	23
IV. Podsumowanie . . . . .	29
L i t e r a t u r a . . . . .	30

## SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

Tablica III — Profil geologiczny utworów starszych od czwartorzędu

Tablica IV — Zestawienie otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

## I. WSTĘP

Arkusz Błaszki (660) obejmuje obszar położony w środkowej części prawobrzeżnego dorzecza Proсны. Granice arkusza określają współrzędne geograficzne: 51°30'–51°40' szerokości geograficznej północnej oraz 18°15'–18°30' długości geograficznej wschodniej. W podziale fizycznogeograficznym Polski Kondrackiego (2002) obszar ten obejmuje wschodnie fragmenty Kotliny Grabowskiej i zachodnie krańce Wysoczyzny Złoczewskiej, mezoregionów należących do Niziny Południowowielkopolskiej. Teren zachodniej części arkusza Błaszki leży w województwie wielkopolskim (powiat kaliski, gminy: Szczytniki, Brzeziny, Kraszewice i Czajków), natomiast wschodniej części w województwie łódzkim (powiat sieradzki, gminy Błaszki i Braszewice). Ośrodki gminne spełniają głównie funkcje administracyjne i usługowe dla rolniczego zaplecza.

Szczegółową mapę geologiczną Polski 1:50 000, arkusz Błaszki opracowano zgodnie z projektem badań geologicznych, zatwierdzonym przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (KOK/20/96) 4.04.1996 r.

W czasie prac geologiczno-zdjęciowych wykonano: 638 sond ręcznych o głębokości 2–3 m, 16 sond mechanicznych – głównie o głębokości 10–20 m, opisano 17 odsłonień oraz 731 marszrutowych punktów obserwacyjnych.

Siedem sond mechanicznych zlokalizowano na linii lub w bezpośrednim sąsiedztwie przekroju geologicznego AB. Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych zawiera [tabela 1](#).

Najwięcej, bo osiem sond mechanicznych zaplanowano i wykonano w podmokłych zagłębieniach terenu na równinie wodnolodowcowej, w celu ustalenia stratygrafii osadów je wypełniających. Zakładano możliwość występowania osadów organicznych przydatnych do datowań <sup>14</sup>C i analiz palinologicznych. Takich osadów niestety nie nawiercono. Jedna sonda mechaniczna (402)<sup>1</sup> została wykonana w rejonie bardzo wysokiego położenia pstrych ilów mio-pliocenских

---

<sup>1</sup>Numer według notatnika terenowego znajdującego się w Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond mechanicznych)

Numer na mapie geologicznej	Numer kolejny punktu (według notatnika terenowego)	Nazwa miejscowości, w której znajduje się punkt dokumentacyjny	Rzędna punktu dokumentacyjnego (m)	Uwagi
1	642	Brończyn	5,2 (nieprzewiercalny poziom kawernisty)	Sondy wykonano w celu rozpoziomowania osadów czwartorzędowych w rejonie bardzo wysokiego położenia utworów mio-pliocenu i w sąsiedztwie archiwalnych otworów wiertniczych o uproszczonym opisie profilu skał czwartorzędowych
2	641	Brończyn	10,0	
3	640	Brończyn	16,0	
4	639	Romanów	21,0	
5	368a	Romanów	16,0	
6	393	Sobiesęki	10,0	

pod 2-metrowym przykryciem osadów czwartorzędowych, w celu wykluczenia występowania iłó pstrych w postaci kry.

Odsłonięcia zlokalizowane na mapie terenowej, sfotografowane i opisane w notatniku terenowym wykorzystano przy interpretacji genezy form i osadów je budujących. Odsłonięcia w większości znajdują się w oznakowanych na mapie geologicznej piaskowniach i żwirowniach.

Wykorzystano również 90 profili otworów wiertniczych archiwalnych oraz pięć otworów badawczych (kartograficznych) o głębokości od 23,5 do 86,0 m i łącznym metrażu 283,0 m, zaprojektowanych i wykonanych („Geofizyka”, Toruń) w związku z realizacją arkusza Błaszki (otw. 15 – Brończyn, otw. 20 – Jamnice, otw. 21 – Piegonisko, otw. 39 – Pustkowie, otw. 51 – Kuźnica Grabowska), a także trzy dokumentacje surowcowe i trzynaście dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Ilość punktów dokumentacyjnych wynosi średnio 2,4/km<sup>2</sup>.

Wyniki badań laboratoryjnych (petrograficznych, granulometrycznych i minerałów ciężkich) przedstawiono w opracowaniu specjalnym (Baliński, 1999b). Badania palinologiczne wykonane zostały przez Z. Balwierz.

Obszar omawianego arkusza jest położony w zasięgu lądolodu zlodowacenia Warty. W całości jest on pokryty utworami czwartorzędowymi. Osady paleogeńskie, neogeńskie, kredowe, jurajskie, triasowe, permskie i karbońskie znane są wyłącznie z otworów wiertniczych. Podłoże kenozoiku znajduje się w strefie kontaktowej niecki mogileńsko-łódzkiej i monokliny kalisko-złoczewskiej stanowiącej jednostkę III rzędu monokliny przedsudeckiej. Utwory neogenu na obszarze arkusza występują powszechnie i na 92% jego powierzchni stanowią podłoże czwartorzędu.

Literatura geologiczna dotycząca podłoża kenozoiku tego obszaru jest bardzo uboga, brak jest szczegółowych prac regionalnych z tego zakresu. Opracowania dotyczące obszaru środkowej Polski i monokliny przedsudeckiej dostarczają jedynie informacji ogólnych. Zagadnienia dotyczące stratygrafii i budowy strukturalnej poruszane są w pracach: Sokołowskiego (1967, 1970, 1972, 1974), Deczkowskiego (1962), Kłapcińskiego (1964), Dadleza (1969), Dadleza i Kopika (1972), Dadleza

i Marka (1969), Dayczak-Calikowskiej i Kopika (1973) oraz Baranowskiego i Mańkowskiej (1972). Bardziej szczegółowe informacje dotyczące budowy geologicznej podłoża paleogenu zawierają prace Deczkowskiego (1977) oraz Deczkowskiego i Gajewskiej (1977, 1979, 1980).

Problematyka neogenu obszaru arkusza Błaszki poruszana jest w pracach: Kowalskiej (1960), Ciuka (1970), Arenia (1964), Czarnika (1972) i Walkiewiczza (1984).

Zagadnienia czwartorzędu, terenu objętego arkuszem Błaszki, nie wzbudzały tak wielkiego zainteresowania na obszarach sąsiednich. O ile Kotlina Szczercowska, okolice Łodzi czy doliny Warty i Proсны doczekały się wielu opracowań, to pogranicze Kotliny Grabowskiej i Wysoczyzny Złoczewskiej było przedmiotem zainteresowań nielicznych badaczy. W najbliższym sąsiedztwie badania prowadzili: Krzemiński (1974), Rotnicki (1966, 1970, 1987), Rotnicki, Rotnicka (1979), Rotnicki, Tobolski (1969), Rotnicki, Młynarczyk (1989), Tobolski (1966), Dąbrowski (1991), Klatkowa (1972, 1993a, 1993b), Kozarski (1981), Krzemiński, Bezkowska (1986, 1987), Bezkowska (1986), Krzemiński i in. (1993) oraz Krzemiński, Papińska (1993).

Obszar arkusza Błaszki wchodzi w obręb arkuszy Łódź i Wrocław Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000 (Dylik, Jurkiewiczowa, 1949; Jurkiewiczowa i in., 1955; Klimaszewski, Krygowski, 1951 i Gierwielanec, 1955) oraz w obręb Mapy geologicznej Polski 1:200 000, arkusz Kalisz, wydanie A i B (Baranowski, Mańkowska, 1972, 1973, 1979). W latach 1994–1998 Baliński (1997, 1998, 1999a, 1999b) opracował sąsiadujące od południa i południowego-wschodu arkusze Lututów i Złoczew, zaś Klatkowa i Załoba (1992a, 1992b) sąsiadujący od północnego-wschodu arkusz Warta Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000.

## II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar południowo-zachodniej i zachodniej części arkusza Błaszki położony jest w obrębie równiny wodnolodowcowej wschodniej części Kotliny Grabowskiej, zaś część wschodnia obejmuje wysoczyznę morenową i zespół form wypukłych sieradzkiej strefy zaniku lądolodu warciańskiego (Krzemiński, 1974).

Stopień urozmaicenia powierzchni terenu jest niewielki. Najwyżej położone fragmenty powierzchni terenu, na południe od Jasionej, osiągają wysokość 207,5 m n.p.m. Najniżej usytuowana jest powierzchnia tarasu zalewowego w dolinie bezimiennego cieką poniżej Sobieszków Trzecich – 120 m n.p.m. Różnica wysokości powierzchni terenu w obrębie całego obszaru wynosi 87,5 m. Największe lokalne wysokości względne mieszczą się w granicach 15–29 m. Najwyższy poziom w y s o c z y z n y m o r e n o w e j p ł a s k i e j położony jest średnio na wysokości 180,0–190,0 m n.p.m.

W południowo-wschodniej części, w pobliżu wschodniej granicy obszaru arkusza przebiega dział wodny III rzędu między Prosną a Wartą, a w części środkowo-wschodniej dział wodny V rzędu między Pokrzywnicą i Cienią.

Niższy poziom wysoczyznowy, na średniej wysokości 130,0–140,0 m n.p.m., odwadniają źródłowe odcinki dopływów Pokrzywnicy. Powierzchnia wysoczyzny porozcinana jest dolinami wyżej wspomnianych dopływów. Dna dolin rzecznych nachylone są ku północnemu-zachodowi w granicach 150–120 m n.p.m. i leżą około 3–6 m poniżej wysoczyzn. Największe wysokości względne występują w okolicach Chajewa i Jasionny, gdzie pomiędzy powierzchnią szczytową pagórków kemowych i morenowych martwego lodu, a dnami lokalnych dolinek ich wartości wynoszą około 20–29 m na długości 1 km.

W obrębie obszaru arkusza Błazki występuje osiem zasadniczych rodzajów form rzeźby terenu: formy pochodzenia lodowcowego: wysoczyzna morenowa płaska; formy utworzone w strefie martwego lodu jak pagórki morenowe martwego lodu; formy pochodzenia wodnolodowcowego: równiny wodnolodowcowe i zastoiskowe, kemy, plateau kemowe i ozy, a także formy pochodzenia eolicznego: równiny piasków przewianych, wydmy i występujące wśród nich zagłębienia deflacyjne; formy pochodzenia rzeczno: dna dolin rzecznych i nadzalewowe tarasy akumulacyjne; formy pochodzenia denudacyjnego – doliny nieckowate i niecki denudacyjne oraz formy utworzone przez roślinność i antropogeniczne (tabl. I).

Poza wymienionymi wspomnieć należy o zarysowujących się wyraźnie w rzeźbie krajądzia i stokach wysoczyzn.

Na terenie badań powierzchniowo dominują równiny wodnolodowcowe z pagórkami wydmowymi i kemowymi, równiny moreny dennej, z przeważającym udziałem glin na powierzchni i równiny piasków przewianych.

Wymienione formy rzeźby decydują o monotoności krajobrazu. Urozmaicenie równinnych wysoczyzn uformowanych na wysokości około 185 m n.p.m. stanowią pojedyncze kemy i moreny martwego lodu o wysokościach względnych od kilku do prawie 30 m.

Współczesna rzeźba omawianego obszaru ukształtowana została przez lądolód zlodowacenia Warty. Glacjalny porządek rzeźby związany jest z arealnym zanikaniem lobu południowowielkopolskiego. Doliny rzeczne założone w fazie kataglacialnej zlodowacenia Warty przez wody roztopowe, zostały erozyjnie pogłębione w okresie postglacjalnym, a następnie uległy wypełnieniu osadami rzecznoymi w czasie zlodowaceń północnopolskich.

Z fazą kataglacialną zlodowacenia Warty wiązać należy również początki powstawania niecek denudacyjnych i płaskodennych dolin rzecznych odzwierciedlających or-

ganizację spływu powierzchniowego z wysoczyzn ku dolinom. Główna faza rozwoju tych form przypada na okresy peryglacjalne zlodowaceń północnopolskich.

Do najmłodszych wiekowo form występujących w obrębie arkusza Błazki należą formy eoliczne wnoszące pewne urozmaicenie monotonnej powierzchni oraz holocenijskie tarasy zalewowe w dolinach rzek. Wydmy i równiny piasków przewianych uformowane pod koniec wistulianu i przekształcone w holocen (Kozarski i in., 1969; Rotnicki, Tobolski, 1969; Dylikowa, 1967; Manikowska, 1983; Nowaczyk, 1986) występują powszechnie na całym obszarze arkusza obejmując większe powierzchnie w jego zachodniej części.

### III. BUDOWA GEOLOGICZNA

#### A. STRATYGRAFIA

Zasadniczym przedmiotem badań stratygraficznych w ramach opracowania arkusza Błazki były osady czwartorzędowe i w ograniczonym zakresie podścielające je utwory jury, kredy, paleogenu i neogenu.

W czterech otworach archiwalnych nawiercono osady karbonu dolnego, dwa zakończono w skałach permu, sześć w osadach jury, trzy w utworach kredy, a osiemnaście w osadach neogenu, pozostałe otwory nie osiągnęły spągu czwartorzędu. Profile otworów badawczych (kartograficznych) wykorzystano do opracowania przekroju geologicznego A–B i były one podstawą do interpretacji stratygrafii osadów czwartorzędu.

Opis stratygrafii skał mezozoicznych oparto również na pracach: Sokołowskiego (1967, 1970, 1972), Dadleza, Kopika (1972), Baranowskiego, Mańkowskiej (1979) i Deczkowskiego (1977). Osady neogenijskie scharakteryzowano wykorzystując prace: Ciuka (1970, 1982), Grabowskiej, Słodkowskiej (1993) i Walkiewicz (1984).

Na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. II) przedstawiono obraz budowy geologicznej, który różni się od wcześniejszych opracowań. Zmiany zostały dokonane na podstawie nowych danych z kartowania terenowego oraz z wierceń, zarówno archiwalnych jak i kartograficznych.

Utwory od karbonu dolnego do jury górnej zostały przedstawione na profilu utworów starszych od kredy (tabl. III). Najstarszymi skałami podłoża czwartorzędu na terenie objętym arkuszem Błazki są utwory bajosu górnego.

## 1. Jura

### a. Jura środkowa

Utwory jury środkowej występują w podłożu kenozoiku w południowo-zachodnim narożu obszaru omawianego arkusza. W okolicach wsi Muchy stanowią one podłoże czwartorzędu (tabl. II), natomiast na północny-wschód od linii łączącej Czempisz, Łyszczarze i Brąszewice przykryte są utworami jury górnej, kredy i neogenu.

Nawiercone w trzech, a przewiercone w sześciu otworach wiertniczych skały środkowojurajskie zostały szczegółowo rozpoziomowane stratygraficznie w trzech otworach (otw.: 12, 32, 49) i reprezentują wszystkie ogniwa tego piętra.

Strop osadów środkowojurajskich tworzących powierzchnię podkenozoiczną jest urozmaicony wysokościowo ze względu na blokową budowę tektoniczną obszaru i procesy denudacyjne modelujące tę powierzchnię w paleogenie. Najwyższe położenie przyjmuje on w okolicach Kuźnicy Grabowskiej (80–90 m n.p.m.). Na pozostałym obszarze strop utworów jury środkowej obniża się do około 32–49 m n.p.m.

Skały aalenu i bajosu dolnego zostały stwierdzone w Sobiesękach (otw. 12), Czempiszu (otw. 32) i Kuźnicy Grabowskiej (otw. 49). W profilach otworów wiertniczych utwory tego wieku reprezentowane są przez iłowce ciemnobrunatne, mułowce i piaskowce grubo- i średnioziarniste szarozielonkawe o łącznej miąższości od 65 do 89 m.

#### Bajos

##### Bajos górny (kujaw)

Utwory kujawu stwierdzone w otworach wiertniczych: 32, 49, 50 wykształcone są w postaci iłow, iłowców, piaskowców przewarstwionych mułowcami z syderytami marglistymi brunatnoszarymi tworzącymi wkładki o miąższości od 3 do 34 cm. Największą miąższość osady te osiągają w otworze 49 – 89 m.

#### Baton

Utwory batonu osiągające w otworach 12 i 32 miąższość od 98,0 do 133,5 m wykształcone są litologicznie jako iłowce ciemnobrunatne, piaskowce szare, zailone, słabo zwięzłe, wapienie ciemnoszare i mułowce piaszczyste ciemnoszare. W środkowej części profilu otworu 32 w mułowcach występują cienkie, kilkucentymetrowe przewarstwienia syderytów ilastych i wapnistych.

#### Kelowej

Skały kelowej nawiercone w otworach 12 i 32, o miąższości 6,0 i 14,5 m, wykształcone są jako margle piaszczyste, żółtoszare i zielonoszare z kawałkami piaskowców wapnistych, syderytycz-

nych (warstwa bulasta) i p i a s k i pyłowate, wapniste, żółtoszare. W obu otworach osady keloweju leżą bezpośrednio na skałach batonu i przykryte są serią górnourajską.

#### b. Jura górna

Utwory jury górnej, o maksymalnej miąższości 412 m (otw.16), reprezentowane są przez starsze piętra malmu – oksford i kimeryd. Stanowią one podłoże osadów kenozoicznych na obszarze rozciągającym się z północnego zachodu ku południowemu wschodowi, pomiędzy liniami łączącymi Brzeziny i Brąszewice od południowego zachodu i Iwanowice z Gruszczycami od północnego wschodu.

W żadnym z otworów wiertniczych nie stwierdzono występowania osadów wołgu. Osady tego wieku prawdopodobnie uległy zniszczeniu w kredzie dolnej.

#### Oksford

Skały oksfordu reprezentowane są przez: w a p i e n i e twarde żółtoszare z detrytusem fauny, miejscami margliste i m a r g l e białoszare, miejscami piaszczyste. Stratygraficznie rozpoziomowane zostały one tylko w jednym otworze (otw. 32). Ich miąższość (7,4 m) jest tu zredukowana na skutek procesów denudacyjnych. Opisy innych profili geologicznych nie zawierają stratygraficznego podziału jury górnej.

#### Kimeryd

Utwory kimerydu występują na powierzchni podkenozoicznej w Sobiesekach, Piegonisku, Łyszczarzach, Brąszewicach i Chajewie. W północno-wschodnim narożu obszaru arkusza w rejonie od Iwanowic po Gruszczycę podścielają one utwory kredy. Wśród skał kimerydu dominują w a p i e n i e jasnoszare i szarobeżowe z przerostami krzemieni. Podrzędnie wśród wapieni występują margle szare.

## 2. Kreda

### a. Kreda dolna

#### Alb

Osady albu na badanym terenie zachowały się fragmentarycznie w północno-wschodnim narożu obszaru arkusza, gdzie leżą na wapieniach kimerydu (Baranowski, Mańkowska, 1973). Wykształcone są one jako p i a s k i kwarcowe drobno- lub średnioziarniste, słabo scementowane (Baranowski, Mańkowska, 1973) i p i a s k o w c e szare o spoiwie wapnistym (otw. 1).

### b. Kreda górna

Skały kredy górnej występują tylko w profilach czterech otworów wiertniczych (otw.: 2, 5, 16, 17) i tworzą podneogeńską powierzchnię w północno-wschodnim narożu obszaru arkusza. Są one wy-

kształcone jako wapienie porowate, popielate, margle i piaskowce średnioziarniste wapieniste. Największą ich miąższość (24,7 m) stwierdzono w otworze 5.

### **3. Paleogen + neogen**

Utwory paleogeńskie i neogeńskie, na obszarze arkusza Błaszki, występują powszechnie, przykrywając prawie całkowicie urozmaiconą powierzchnię zbudowaną ze skał jurajskich i kredowych. Miąższość tych osadów jest bardzo zmienna, od kilku do około 136 m (otw. 5). Stwierdzone w profilach 30 otworów wiertniczych osady reprezentowane są przez paleogeńskie rumosze skalne, iły i gliny zwietrzelinowe oraz utwory mioceneskie i mio-plioceneskie o zróżnicowanych miąższościach i zmiennym składzie litologicznym.

Najniższe ogniwo paleogeńskie stwierdzone w dwóch otworach wiertniczych (17 i 59) stanowią utwory zwietrzelinowe i druzgot wapienno-krzemiany. Miąższość osadów waha się od 0 do 5 m. Leżą one bezpośrednio na wapieniach kimerydu w otworze 59 i marglach górnokredowych w otworze 17.

### **4. Neogen**

#### **a. Miocen**

Osady miocenu występują względnie ciągłą warstwą o miąższości od 8,4 do 50,0 m osiągając większe miąższości (maksymalnie 91 m) w kopalnych dolinach (otw. 5). Składają się one przeważnie z piasków kwarcowych różnoziarnistych pyłowatych, mułków, iłów z pyłem brunatnowęglowym i węgla brunatnego.

Szczegółowa charakterystyka litologiczno-stratygraficzna utworów mioceneskich (w bliskim sąsiedztwie) w okolicach Klusek na obszarze arkusza Lututów, zawarta jest w opracowaniu Ciuka (1982). Autor stwierdza, że są to osady neogenu występujące między warstwami adamowskimi i poznańskimi dolnymi, a więc górnomioceneskimi marginalnej strefy zbiornika neogeńskiego, zachodniej części Nizy Polskiego.

#### **b. Mio-pliocen**

Osady mio-pliocenu pierwotnie występowały ciągłą warstwą na całym obszarze arkusza. Plejstoceneskie procesy denudacyjne (erozja i egzaracja) oraz glacitektoniczne spowodowały zniszczenie lub też przemieszczenie osadów najmłodszego neogenu z rejonów od Brzezin przez Dziecioły po Stok i Łyszczarze i od Brąszewic po zachodnią granicę obszaru arkusza Błaszki (tabl. II).

Mio-pliocen reprezentowany jest przez iły i mułki szaro-zielonkawo-niebieskie z przewarstwieniami szarozielonych i szarych piasków kwarcowych średnio- i drobnoziarnistych (miejscami z laminami i wkładkami węgla brunatnego, w otworach: 2–4, 20).

Iły mio-plioceńskie w procesach wietrzenia, przy rozkładzie siarczków żelaza, często przyjmują pstre zabarwienie. Tlenki żelaza, miejscami tworzą skupienia w łałach w postaci kongrecji sferosyderytycznych. Miąższość osadów mio-plioceńskich jest bardzo zmienna, od 26,6 m do 69,5 m (otw. 1).

Strop omawianych utworów, w najwyższym położeniu, nawiercony został sondami dokumentacyjnymi w okolicach Wrzącej (164,0 m n.p.m.). Na pozostałych obszarach utrzymuje się na wysokości około 80–130 m n.p.m. Takie położenie stropu osadów mio-plioceńskich i zmienną ich miąższość wiązać należy z silnymi zaburzeniami glacitektonicznymi (Baranowski, Mańkowska, 1979). Podobne struktury glacitektoniczne w granicach wzniesień podczwartorzędowej powierzchni neogeńskiej, w bliskim sąsiedztwie arkusza Błaszki, Baranowski i Mańkowska (1979) stwierdzili pod Grabowem i w Woli Droszewskiej. O występowaniu zaburzeń glacitektonicznych na badanym obszarze świadczy również występowanie w otworach: 21 (tabl. IV), 32 i 39 kier osadów neogeńskich w osadach czwartorzędowych.

## 5. Czwartorzęd

Podstawą do opracowania stratygrafii utworów czwartorzędowych obszaru arkusza Błaszki była ich charakterystyka litofacjalna i petrograficzna oraz wyniki badań palinologicznych.

Osady czwartorzędowe występują powszechnie i tworzą pokrywę o bardzo zróżnicowanej miąższości. Uzależniona jest ona w znacznym stopniu od ukształtowania stropu podłoża czwartorzędowego. Największa związana jest z głębokimi obniżeniami tej powierzchni i wówczas osiąga 70–90 m, a lokalnie nawet 105 m. Przeważnie miąższość osadów czwartorzędowego kształtuje się w granicach 25–40 m, ale miejscami, na wysoko wzniesionym podłożu (140–160 m n.p.m.) maleje do 1–2 m (Kol. Kamienna, Zaborów, Dziadowice).

### a. Plejstocen

Najstarsze osady czwartorzędowe w obrębie arkusza Błaszki związane są z transgresją zlodowaceń południowopolskich. Silna erozja rzeczna i denudacja, które kształtowały powierzchnię w okresie poprzedzającym wspomniane zlodowacenia, spowodowały całkowite zniszczenie osadów najstarszego plejstocenu.

#### Zlodowacenia południowopolskie

Biorąc pod uwagę położenie stratygraficzne utworów na przekroju geologicznym A–B i w profilach wierceń wyróżniono na obszarze arkusza Błaszki osady zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi).

#### Zlodowacenie Sanu 1

W otworach wiertniczych, w okolicy Kuźnicy Grabowskiej (otw.: 39, 50, 51), Czempisza (otw. 32) i Włocina (otw. 33) twory dolnej części profilu czwartorzędowego zaliczono do osadów zlodowacenia Sanu 1. W Kuźnicy piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości 24 m

wypełniają kopalną dolinę ze starszego plejstocenu. W podobnej kopalnej dolinie w Czempiszu, w otworze 32 występują gliny zwałowe o miąższości 4 m i wodnolodowcowe piaski ze żwirami. Osady te rozdzielone są ilami mio-pliocenu (kry neogeńskiej). W podobnej sytuacji w otworze 39 kra mio-pliocenkich ilów rozdziela gliny zwałowe zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2.

Piaski wodnolodowcowe są szare, słabo wysegregowane i zawierają znaczną domieszkę żwirów i głazików skał skandynawskich. Gliny zwałowe są szare i szarżółte, zawierają głaziki i różnią się od wyżej leżących glin zlodowacenia Sanu 2 mniejszą zawartością  $\text{CaCO}_3$  (4%), współczynnikami petrograficznymi i składem minerałów ciężkich (Baliński, 1999b). Piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 1 noszą nikłe ślady obróbki ( $W_o=1029$ )<sup>2</sup>, 18–33% ziaren w wyniku badań laboratoryjnych zakwalifikowano do typu  $\beta_1$  a 35–44% jest bez obróbki. W składzie minerałów ciężkich udział amfiboli i granatów jest wysoki (w granicach 21–34%).

Na pozostałym obszarze arkusza osady tego zlodowacenia nie zachowały się, powszechniej występują zaś utwory zlodowacenia Sanu 2.

#### Zlodowacenie Sanu 2

Z transgresją tego zlodowacenia wiązać należy piaski, mułki i iły zastoiskowe w otworach w Kuźnicy Grabowskiej (otw. 51) i Czempiszu (otw. 32) osiągające miąższość od 1,5 do 9,6 m; piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) o miąższości do 11,0 m w otworach 31 i 33 i górne w otworach: 39, 50, 51 osiągające miąższość od 2,7 do 26,0 m oraz pokład glin zwałowych o miąższości od kilku do kilkunastu, a maksymalnie 33,5 m (otw. 33).

Osady wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 2 to głównie piaski różnoziarniste, szare z domieszką żwirów i głazików. Gliny zwałowe występują w różnych częściach obszaru arkusza Błaszki (otw.: 10, 14, 20, 31, 33, 37, 39, 53, 59), ale nie tworzą ciągłego poziomu. W wielu miejscach zostały całkowicie zniszczone lub występują w postaci szczątkowej. Gliny są pyłowate i wapniste ( $\text{CaCO}_3$  – do 10%) szare i brązowobrunatne oraz zawierają żwiry skał skandynawskich i lokalnych. Współczynniki petrograficzne<sup>3</sup> tych glin wykazują duże zróżnicowanie (O/K od 1,20 do 1,94; K/W od 0,52 do 0,95; A/B od 0,95 do 1,65) i różnią się od uzyskanych przez Rzechowskiego (1971) w dorzeczu Widawki.

<sup>2</sup>Parametry obtoczenia ziarn kwarcu obliczone metodą B. Krygowskiego:  $W_o$  – wskaźnik obróbki; typy obróbki:  $\alpha$  – ziarna bez obróbki – typ młodociany;  $\beta_1$  – ziarna ze śladami obróbki,  $\beta_2$  – ziarna z wyraźną obróbką – typ dojrzwały;  $\gamma$  – ziarna z dobrą obróbką – typ starczy.

<sup>3</sup>Współczynniki petrograficzne obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych, charakteryzują zależności pomiędzy różnymi grupami skał skandynawskich, gdzie O – skały osadowe, K – skały krystaliczne i kwarc, W – skały węglanowe, A – skały nieodporne na niszczenie, B – skały odporne na niszczenie

### Interglacjał wielki

Do osadów interglacjału wielkiego zaliczono utwory złożone w rozcięciach erozyjnych (10–20 m) z wstępnej fazy interglacjału (otw.: 17, 32, 35, 51, 52) lub też wypełniające obniżenie powierzchni uformowanej podczas zlodowaceń południowopolskich (otw. 37). Miąższość i położenie zinterpretowane na przekrojach oraz sekwencja osadów pozwalają zaliczyć je do facji rzecznej i jeziornej (dane poza otworem 51 pochodzą z wierceń archiwalnych). Reprezentowane są one przez piaski i żwiry, miejscami mułki rzeczne oraz mułki i piaski drobnoziarniste jeziorne. W spągu osadów rzecznych występują otoczaki z materiału eratycznego, wyżej pokryte są one szarymi piaskami drobno- i średnioziarnistymi kwarcowo-skaleniowymi dobrze wysortowanymi. Wśród piasków, miejscami występują pojedyncze żwiry skał skandynawskich i przewarstwienia żwirów. Miąższość serii rzecznej wynosi około 6 m (otw.: 17, 32, 37). Jeziorne mułki i drobnoziarniste piaski w otworze 17 kończą sedymentację interglacialną w przepływowej uprzednio dolinie rzecznej. Miąższość interglacialnych osadów jeziornych osiąga 10,5 m.

### Zlodowacenia środkowopolskie

Do zlodowaceń środkowopolskich, w obrębie obszaru objętego arkuszem Błaszk, przypisano utwory występujące powyżej serii zaliczonych do zlodowaceń południowopolskich. Ze względu na wyraźną rozdzielność na dwa kompleksy glacialne oraz występowanie serii dzielącej (recznej i jeziornej) przychyłono się do wyróżnienia osadów: zlodowacenia Odry, interglacjału lubawskiego (lubelskiego) i zlodowacenia Warty.

#### Zlodowacenie Odry

Serię utworów zlodowacenia Odry rozpoczynają osady zastoiskowe, na których leżą utwory lodowcowe i wodnolodowcowe.

Mułki, iły i piaski zastoiskowe stwierdzono w trzech otworach wiertniczych (otw.: 2, 51 i 59) w okolicach Kamiennej, Kuźnicy Grabowskiej i Brąszewic. Pochodzą one z transgresji lądolodu i występują w kopalnych obniżeniach, w osadach zlodowaceń południowopolskich. Są to najczęściej iły, mułki warwowe i drobnoziarniste piaski. Miąższość osadów waha się od 1,5 do 4,0 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) stwierdzono w otworach w okolicach Czempisza (otw.: 20, 31, 32), Kamiennej (otw. 2), Włocina (otw. 33) i Jasionny (otw. 37). Są to osady szare i żółtoszare różnoziarniste, słabo wysegregowane ze żwirami, miejscami mułkowate, a ich miąższość waha się w granicach 2–15 m. Wskaźnik obróbki ( $W_o$ ) wynosi 982 a udział ziaren z obróbką typu  $\beta_1$  i  $\alpha$  sięga 76,1%. W składzie minerałów ciężkich wysoki udział (21–29%) mają zarówno amfibole jak i granaty.

Gliny zwałowe występują powszechnie w wielu otworach, ale nie tworzą ciągłej warstwy. W wielu miejscach zostały zniszczone na skutek intensywnego odpływu wód z topniejącego lądolodu.

Na ogół tworzą jeden poziom o miąższości 5–15 m (maksymalnie 28 m w otw. 35), a ich strop leży na wysokości 125–170 m n.p.m. Osady te są wapniste ( $\text{CaCO}_3$  do 8%), przeważnie ciemnoszare, rzadziej szarobrazowe, piaszczyste lub pyłowate, zawierają znaczne ilości żwirów oraz otoczków skał krystalicznych i wapiennych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) występują w otworach wiertniczych w okolicy Błaszek (otw. 3 i 6), Romanowa (otw. 14), Jamnic (otw. 20), Czempisza (otw. 32) i Kuźnicy Grabowskiej (otw. 50). Ten poziom osadów wodnolodowcowych akumulowany był w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Odry. Piaski i żwiry tworzą pokrywy na glinach zwałowych, zaś tam gdzie gliny zwałowe nie występują omawiane osady przykrywają bezpośrednio osady wodnolodowcowe dolne tego samego wieku (otw. 32), bądź też utwory starsze (otw.: 3, 6, 17, 30). Miąższość górnego poziomu wodnolodowcowego waha się w granicach 3–20 m. Materiał jest słabo wysegregowany. Najczęściej występują różnoziarniste piaski kwarcowo-skaleniove, często pyłowate z domieszką żwirów i głązików.

#### Interglacja lubawska

Na podstawie cech litologicznych osadów, zawartości substancji organicznej oraz położenia stratygraficznego na przekroju geologicznym utwory w otworach: 20, 51 i 53 leżące na osadach zlodowacenia Odry zaliczono do interglacjału lubawskiego.

Mułki i piaski jeziorne w otworze 20 (Jamnice) o miąższości 3 m wypełniają obniżenie w powierzchni ukształtowanej w okresie deglacjacji lądolodu zlodowacenia Odry i przykryte są 9-metrowej miąższości warstwą osadów zastoiskowych i wodnolodowcowych zlodowacenia Warty. Szare mułki z przewarstwieniami mułków piaszczystych i z 10–15 centymetrowymi wkładkami mułków czarnych podścielone są piaskami i żwirami wodnolodowcowymi zlodowacenia Odry. Ekspertyza palinologiczna próbek z czarnych mułków wykonana przez Z. Balwierz dokumentuje ich przynależność stratygraficzną do okresu krótkiego ocieplenia.

Piaski i mułki rzeczne w otworach 51 i 53 wypełniają kopalną dolinę Łużycy i przykryte są serią zastoiskową zlodowacenia Warty. Strop osadów rzecznych znajduje się na wysokości 128 m n.p.m., a ich miąższość wynosi od 10,0 do 13,7 m. W spągowej części serii rzecznej w otworze 51 występują piaski gruboziarniste szare z otoczkami, wyżej w środkowej części profilu – mułki piaszczyste jasnobrunatne z 5-centymetrowym przewarstwieniem mułków czarnych, część stropową tworzą piaski średnioziarniste szare. Ekspertyza palinologiczna próbek z czarnych mułków wskazuje na ich sedymentację w warunkach ocieplenia klimatycznego. W składzie minerałów ciężkich granaty

wyraźnie dominują nad amfibolami (granaty – 40–48%, amfibole – 9–13%). Ziarna kwarcu cechują się średnią i dość jednorodną obróbką ( $W_o = 1027\text{--}1153$ ).

### Zlodowacenie Warty

Wśród utworów tego wieku na analizowanym obszarze wyróżniono osady zastoiskowe, lodowcowe oraz wodnolodowcowe. Z tego okresu pochodzi większość utworów powierzchniowych. Są one udokumentowane licznymi sondami ręcznymi i mechanicznymi, odkrywkami oraz otworami wiertniczymi.

Najstarszymi osadami tego wieku są mułki, piaski i iły zastoiskowe związane z transgresją lądolodu. Występują one na powierzchni terenu w okolicach Kuźnicy Grabowskiej oraz pod różnymi utworami młodszymi w otworach wiertniczych okolic Błaszek (otw. 3), Gzikowa (otw. 17), Brzezin (otw. 18), Głuszyny (otw. 50) i Jamnic (otw. 20). W większości otworów leżą one w obniżeniach powierzchni utworzonej w czasie zlodowacenia Odry, a pod piaskami i żwirami wodnolodowcowymi. W kilku miejscach mułki i piaski przykryte są przez gliny zwałowe. Miąższość osadów zastoiskowych jest bardzo zróżnicowana – od 2 do 16 m, a w ich składzie dominują szare mułki z przewarstwieniami mułków ilastych, miejscami występują również piaski drobnoziarniste i iły.

Z okresem poprzedzającym nasunięcie lądolodu związane są również piaski i żwiry wodnolodowcowe, które zachowały się płatami pod glinami zwałowymi i zostały stwierdzone jedynie wierceniami. Wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych ze żwirami. Osady te występują warstwami kilkumetrowej miąższości, w obniżeniach powierzchni zlodowacenia Odry, w okolicach Włocina (otw. 33) i Chajewa (otw. 48) oraz wypełniają stropową część kopalnej doliny w okolicach Gzikowa (otw. 17), gdzie ich miąższość wynosi 26,6 m. Określenie przynależności stratygraficznej osadów wodnolodowcowych (dolnych) zlodowacenia Warty w otworach 33 i 48 uznać należy za prawdopodobne wobec braku ścisłych kryteriów odróżnienia ich od górnych utworów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry.

Z glin zwałowych tego zlodowacenia zbudowana jest znaczna część powierzchni wysoczyznowych okolic Iwanowic i Błaszek. Na pozostałym obszarze (z wyjątkiem okolic Głuszyny–Kuźnicy Grabowskiej, gdzie ich nie stwierdzono) gliny zwałowe występują pod kilkunastometrową pokrywą osadów wodnolodowcowych. Ich miąższość jest bardzo zróżnicowana od 2 do 23 m, przy czym najczęściej kształtuje się ona w granicach kilku metrów.

Pod względem litologicznym gliny wykazują duże zróżnicowanie. Najczęściej są szarobrazowe i jasnobrazowe, pyłowate lub piaszczyste z udziałem materiału okrucowego żwirów i głazików skał skandynawskich i lokalnych. W stropie, do głębokości 2–3 m, gliny są odwapnione, a ku spągowi zawartość  $\text{CaCO}_3$  wzrasta do 9,9%. Na podstawie wykonanych analiz laboratoryjnych obliczono współczynniki petrograficzne: O/K – 1,23; K/W – 0,85; A/B – 1,12. Są one zbliżone do uzyskanych

przez Klatkową na obszarze arkusza Łask, ale różnią się od współczynników dla dorzecza Widawki (Rzechowski, 1971) z odkrywki Bełchatowskiej (Baraniecka i in., 1995). Strop glin położony jest na wysokości około 119–186 m n.p.m.

Odmianę utworów glacialnych zlodowacenia Warty stanowią piaski ze żwirami lodowcowe, miejscami z przewarstwieniami glin zwałowych i mułków, występujące na powierzchni terenu na północny-wschód od Błaszek, w okolicach Gzikowa, Stoku i wsi Łubna Jakusy, najczęściej w formie pokryw na glinach zwałowych. Składają się one z warstw piasków ze żwirami, mułków i glin zwałowych o miąższości do kilkudziesięciu centymetrów. Piaski i żwiry są różnoziarniste, często gliniaste i zawierają znaczną ilość głązików zarówno skał północnych jak i lokalnych (odsłonięcie w punkcie dokumentacyjnym 504a). Ich rozciągłość pozioma jest zwykle niewielka, a większe obszary występowania znajdują się w okolicach wsi Łubna Jakusy.

Z deglacją lądolodu zlodowacenia Warty związana jest akumulacja piasków i żwirów ozów. W okolicach Niedoni i wsi Muchy tworzą one około dwukilometrowej długości wały o kierunku N–S i NW–SE. Powierzchnia szczytowa ozów osiąga wysokość 171,0–180,0 m n.p.m. i wznosi się 10–15 m ponad otaczającą powierzchnię. Wnętrze form zbudowane jest (odsłonięcia w punktach dokumentacyjnych 315a i 501a) z warstwowanych przekątnie, różnoziarnistych piasków i żwirów o średnicy od 1 do 10 cm, a w ich stropie występuje 1,5–2,5-metrowa bezstrukturalna piaszczysto-żwirowo-głazowa warstwa lub miejscami wzdłuż osi wału, pokrywa gliniasta.

Piaski, żwiry i głązy moren martwego lodu stwierdzono w okolicach wsi Fajum, Muchy i Chajewo. Utwory, z których zbudowane są moreny martwego lodu występują w postaci warstw, soczew lub pakietów piasków różnoziarnistych często gliniastych, mułków piaszczystych i żwirów z głązami oraz glin zwałowych piaszczystych. Miejscami w materiale zwałowym występują pakiety warstwowanych przekątnie piasków i żwirów (odsłonięcia w punktach dokumentacyjnych: 160a, 298a i 353a). Znana z odsłonięć miąższość tych osadów przekracza 10 m.

W niektórych miejscach (np. w czworoboku: Włocin, Jasionna, Łyszczarze i Chajew) osady wodnolodowcowe tworzą plateau kemowe lub kemy. Zbudowane są one z piasków różnoziarnistych i żwirów, miejscami z przewarstwieniami mułków. W pagórkach kemowych jest mniejszy udział frakcji żwirowej, częściej występują natomiast przewarstwienia mułków. Omówione formy i osady są przejawem deglacacji arealnej lądolodu omawianego zlodowacenia.

Piaski i żwiry, miejscami piaski i mułki, wodnolodowcowe związane z recesją lądolodu zlodowacenia Warty występują na powierzchni obszaru arkusza, zajmując znaczne przestrzenie zwłaszcza w zachodniej i południowej jego części. Akumulacja pokryw wodnolodowcowych odbywała się w czasie deglacacji na różnych poziomach wysokościowych. Pokrywy te zbudowane są najczęściej z piasków jasnożółtych lub szarych drobno- i średnioziarnistych pyłowa-

tych z przewarstwieniami żwirów i miejscami mułków (odsłonięcia w punktach dokumentacyjnych: 374a, 486a i 491a). Udział mułków w budowie równin wodnolodowcowych, miejscami jest szczególnie duży.

Piaski i mułki, kilkumetrowej miąższości, przykrywają gliny zlodowacenia Warty na wschód od Błaszek (obszar ponad 10 km<sup>2</sup>). Obszar o podobnej powierzchni, w rejonie Czempisza i Jamnic, zbudowany jest z piasków i mułków o miąższości przekraczającej 10 m (otw.: 20, 31 i 32).

W składzie minerałów ciężkich omawianych osadów udział amfiboli i granatów jest zróżnicowany, przy czym obserwuje się przewagę granatów. Ich wzajemny stosunek najczęściej wynosi od 1:5 do 1:2,5. Obliczone wskaźniki obróbki (Wo) ziaren kwarcu mieszczą się przeważnie w przedziale 800–950, a największy udział (50–60%) mają ziarna z obróbką typu  $\beta$ , przy czym udział ziaren bez obróbki (typu  $\alpha$ ) często sięga 40%. Miąższość piasków wodnolodowcowych jest bardzo zróżnicowana, maksymalnie w otworach osiąga 13,4 m (otw. 39). Osady te, przykrywające gliny zwałowe na niektórych obszarach nieciągłą, a miejscami bardzo cienką warstwą przyczyniają się do urozmaicenia obrazu powierzchniowej budowy geologicznej przedstawionej na mapie.

#### Interglacjał eemski

W trakcie analizy profili wierceń i sond dokumentacyjnych nie znaleziono utworów, które można zakwalifikować do interglacjału eemskiego. Jest to obszar, na którym osady eemskie jeśli występują to bardzo rzadko i głównie w niewielkich kopalnych zbiornikach jeziornych (Baranowski, Mańkowska, 1973). Sugestia wyżej wymienionych autorów o ewentualnym eemskim wieku mułków i torfów z otworu 37 w Jasionnej, po skorygowaniu w oparciu o współrzędne topograficzne lokalizacji otworów 35 i 37, wydaje się mało prawdopodobna. Dolinne położenie, sekwencja osadów i niewielka miąższość torfów przemawiają raczej za holocenijskim wiekiem tych osadów.

#### Zlodowacenia północnopolskie

Omawiany obszar znajdował się podczas zlodowaceń północnopolskich w strefie klimatu peryglacialnego, a utwory tego wieku mają charakter typowy dla strefy ekstraglacialnej. Na mapie wyróżniono osady facji jeziornej i rzecznej. Utwory rzeczne wypełniają dolinę Prozny i budują tarasy nadzalewowe: Prozny, Łużycy, Żurawki i Pokrzywnicy.

#### Zlodowacenie Wisły

Piaski i mułki z agłębień bezodpływowych występują w zagłębieniu wytopiskowym na równinie wodnolodowcowej, na północny zachód od Iwanowic (sondy mechaniczne 508 i 544). Miąższość osadów wypełniających zagłębienie przekracza 10 m, w obu sondach wykonanych do tej głębokości. W pozostałych zagłębieniach bezodpływowych prawdopodobnie również wyście-

lają one ich dna, ale nie zaznaczono ich na mapie ze względu na dużą miąższość przykrywających je osadów młodszych.

Piaski i mułki rzeczne, miejscami torfiaste, tarasów nadzalewowych (najwyższych) 5,0–10,0 m n.p. rzeki występują w dolinach Pokrzywnicy koło Brzezin, Żurawki, Łużycy koło Kuźnicy Grabowskiej i wzdłuż zachodniej granicy obszaru, gdzie stanowią kontynuację najwyższego tarasu doliny Proсны znajdującej się na terenie sąsiedniego arkusza Grabów.

Szare piaski rzeczne o miąższości kilku metrów charakteryzują się dobrym wysortowaniem (dominuje frakcja średnioziarnista) i znacznym udziałem ziaren eolizowanych.

Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych (średnich) 4,0–6,0 m n.p. rzeki. Ich akumulacja odbywała się w stadiale górnym (faza leszczyńska) zlodowacenia Wisły. Tworzą one poziomy tarasowe włożone w rozcięte pokrywy osadów tarasów wysokich.

Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych niskich i średnich 2,0–6,0 m n.p. rzeki zwłaszcza niższego poziomu, miejscami oznaczono łącznie z tarasami średnimi jako nierozdzielone ze względu na brak odpowiednich danych geologicznych i topograficznych do ich osobnego wyróżnienia.

#### b. Czwartorzęd nierozdzielony

W trakcie badań nie znaleziono wystarczających przesłanek dla dokładniejszej kwalifikacji stratygraficznej takich osadów jak piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach. Piaski eoliczne tworzą mniej lub bardziej rozległe nieregularne pokrywy na obszarach równin wodnolodowcowych. Mają one różną miąższość, od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów, a tworzą je piaski beżowe, miejscami z przewarstwieniami żółtych, drobno- i średnioziarniste, miejscami pyłowate. Większe powierzchnie zajmują one w zachodniej części obszaru arkusza i zwykle towarzyszą formom wydmowym, tworząc wokół nich rozległe, płaskie, powierzchnie wznoszące się od 1 do 3 m ponad otaczający obszar.

Piaski eoliczne w wydmach na obszarze omawianego arkusza wykształciły się na równinach wodnolodowcowych z lokalnego materiału, zwłaszcza w zachodniej części obszaru arkusza Błaszk. Wydmy o zarysie parabolicznym i wałowym miejscami tworzą duże zespoły.

Procesy eoliczne zapoczątkowane zostały u schyłku plenivistulianu i w najstarszym dryasie (Rotnicki, 1970), ale najbardziej miąższe serie piasków eolicznych i wydmy pochodzą ze starszego i młodszego dryasu (Kozarski i in., 1969), przy czym sedymentologicznie i morfologicznie bardziej wydajny był młodszy dryas. Miąższość osadów piaszczystych w wydmach jest zróżnicowana, miejscami przekracza 10 m.

### c. Holocen

Okres ten zaznaczył się akumulacją osadów w obniżeniach powierzchni ukształtowanej w plejstocenie oraz na przełomie plejstocenu i holocenu. Osady te są udokumentowane licznymi sondami ręcznymi.

W dnach współcześnie funkcjonujących dolin rzecznych występują piaski rzeczne (miejscami humusowe) tworzące tarasy zalewowe 0,0–2,5 m n.p. rzeki. Są one dość dobrze wysegregowane, miejscami z wkładkami i przewarstwieniami mułków, żwirów i części humusowych. Miąższość osadów rzecznych osiąga maksymalnie kilka metrów.

Holocenijskimi osadami dość powszechnie występującymi na obszarze arkusza w obniżeniach współczesnej powierzchni, z płytko zalegającymi wodami gruntowymi są piaski humusowe. Wypełniają one dna dolin małych cieków, niecek deflacyjnych i zagłębień po martwym lodzie. Są to piaski różnoziarniste z domieszką humusu i z przewarstwieniami namułów piaszczystych.

Z tarasami zalewowymi wiąże się również występowanie namułów i torfów. Namuły piaszczysto-humusowe den dolinnych stwierdzono w dolinie Cieni koło Błaszek i w dolinie Łużycy koło Kuźnicy Grabowskiej. Osady te składają się z szarych mułków ilastych lub piasków mułkowatych z substancją organiczną. Miąższość namułów jest niewielka i trudna do określenia ze względu na płytki poziom zalegania wody gruntowej.

Torfy na tarasach zalewowych Cieni i Pokrzywnicy większe obszary zajmują w okolicach Gruszczyc i Brzezin. Poza tarasami zalewowymi wymienionych rzek, torfy występują sporadycznie w zagłębieniach po martwym lodzie na równinach wodnolodowcowych. Stwierdzona miąższość torfów nie przekracza 2,0 m, a przeciętnie wynosi 0,5–1,0 m.

## B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Błaszki położony jest w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej w obrębie monokliny kalisko-złoczewskiej, w pobliżu zachodniego skrzydła synklinorium łódzkiego. Strefa graniczna monokliny i synklinorium łódzkiego zaznacza się w północno-wschodnim narożu omawianego obszaru, gdzie na utworach kimerydu, prawdopodobnie zalegają niezgodnie piaszczyste osady albu. Brak jest jednak (poza jednym – otw. 1) otworów wiertniczych dokumentujących obecność tych utworów w strefie ich przypuszczalnego występowania. Początek sedymentacji osadów, z których zbudowana jest monoklina wiąże się z powstaniem w permie rozległego obniżenia pomiędzy zewnętrzną krawędzią prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej a górotworami waryscyjskimi. Obniżenie to było wykorzystywane jako droga dla kolejnych transgresji morskich w permie górnym, triasie i jurze.

Głównym czynnikiem, który kształtował aktualną budowę strukturalną kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego były powaryscyjskie pionowe ruchy bloków podłoża precechsztyńskiego (Dadlez, Marek, 1969). Ruchy te powodowały zróżnicowanie tempa i rodzaju sedymentacji, co wyraziło się zmianami miąższości i facji oraz powstaniem powierzchni erozyjnych i luk sedymentacyjnych. Poza tym pionowe ruchy bloków podłoża precechsztyńskiego deformowały nadległe serie osadowe, powodując zmianę ich budowy strukturalnej. Na omawianym obszarze, podobnie jak i w całej Polsce środkowej, zaznaczyły się głównie mezozoiczne fazy tektoniczne.

Wychodnie jurajskich skał podłoża kenozoiku, o ogólnym kierunku NW–SE zapadają na północny wschód pod kątem od 2 do 5°. Taki układ warstw geologicznych osadów jury według Deczkowskiego (1977) związany jest z ruchami neokimeryjskimi, kiedy to cały obszar kalisko-częstochowski został wyniesiony i nachylony ku północnemu wschodowi.

W fazie ruchów laramijskich nastąpił kolejny etap dźwignia się całego obszaru kalisko-częstochowskiego i wskutek napięć tangencjalnych utworzyły się struktury blokowe. Bloki wypiętrzone są na skutek kompresji powodującej powstawanie uskoków przesuwczych (Deczkowski, 1977).

Urozmaicona powierzchnia skał jurajskich w neogenie została przykryta osadami marginalnej strefy basenu Nizżu Polskiego. Wraz z zakończeniem sedymentacji osadów neogeńskich rozpoczął się proces formowania powierzchni podczwartorzędowej. Rzeźba tej powierzchni wykazuje umiarkowane urozmaicenie i zróżnicowanie (tabl. II). Różnice wysokości na terenie arkusza pomiędzy najwyżej położonym jej punktem w okolicach Wrzącej (164,0 m n.p.m.), a miejscem położonym najniżej w okolicach Czempisza (ok. 67 m n.p.m.) dochodzą do 97 m. Główną cechą ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej jest występowanie na północy i wschodzie równinnych powierzchni na wysokościach 120–150 m n.p.m. oraz kopalnych dolin lub obniżeń o głębokości 20–40 m na pozostałym obszarze. Z ważniejszych wymienić należy dolinę Prapokrzywnicy, której początek znajduje się w rejonie Kamiennej i która biegnie na południe przez Stok i dalej ku zachodowi w okolice Czempisza oraz obniżenie Prażurawki na linii Brąszewice–Muchy. Obszary wyniesień sięgających 164 m n.p.m. w okolicach Wrzącej i Brończyna zbudowane z osadów mio-pliocenu i jak już wcześniej sygnalizowano, związane są prawdopodobnie z procesami glacitektonicznymi. Rzeźba podczwartorzędowa jest poligenetyczna, związana z procesami tektonicznymi, glacitektonicznymi, erozyjnymi i egzaracyjnymi.

### C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Historia rozwoju akumulacji osadów na obszarze arkusza Błaszk, jak wynika to z interpretacji profili geologicznych poszczególnych otworów wiertniczych, może być rozpatrywana od karbonu dolnego (tab. 2), bowiem z tego okresu pochodzą najstarsze osady nawiercone w otworach.

Piaskowce i iłowce o miąższości ponad 413,2 m złożone zostały w części przybrzeżnej rozległego morza utworzonego na przedpolu bloku sudeckiego. Zmienność facjalna osadów świadczy o stopniowym spłycaaniu zbiornika. W karbonie górnym morze ustąpiło. W profilach otworów wiertniczych nie stwierdzono utworów tego okresu.

Lądowy charakter mają skały permu dolnego (czerwonego spagowca) reprezentowane przez piaskowce i zlepieńce, o miąższości od 95 do ponad 199 m. Transgresja morska cechsztynu objęła cały obszar arkusza. Strop osadów tego okresu reprezentowany przez anhydryty, sole kamienne, iłowce, dolomity i ily stwierdzono na głębokości 1898–2626 m.

Na podstawie interpretacji profili archiwalnych otworów wiertniczych stwierdzono, że morska sedimentacja trwała również w triasie. Tworzyły się wtedy osady różnych facji, iłowcowo-mułowcowe, piaskowcowe i dolomityczno-wapienne o ogólnej miąższości od 1282 m (otw. 47) do 1742,5 m (otw. 11). Stropowe osady górnotriasowe mułowcowo-piaskowcowe przechodzą stopniowo w podobne facjalnie utwory jury dolnej.

Od triasu górnego zbiornik wodny stopniowo wysładzał się przechodząc w jurze dolnej w śródładowe rozlewisko z okresowymi ingresjami morskimi.

Osady jury środkowej zalegają na skałach jury dolnej oraz stanowią podłoże osadów czwartorzędu w rejonie wsi Muchy i neogenu w okolicach Kuźnicy Grabowskiej i Głuszyny, a na pozostałym obszarze przykryte są osadami jury górnej. Seria środkowojurajska wykształcona w postaci iłowców, mułowców z sydereytami, piaskowców i wapieni to osady sedimentacji morskiej z okresowymi spłycaeniami. Utwory górnójurajske reprezentowane przez fację węglanową wskazują na funkcjonowanie w tym czasie płytkiego zbiornika sedimentacyjnego o znikomym dopływie materiału terygenicznego. Regresja morza jaka miała miejsce pod koniec malmu na skutek wyniesienia przez ruchy neokimeryjskie obszaru kalisko-częstochowskiego, spowodowała całkowite wynurzenie omawianego obszaru. Dodatkowym skutkiem tych ruchów było nachylenie warstw geologicznych ku północnemu-wschodowi pod kątem 2–5°.

W kredzie dolnej omawiany obszar był miejscem działania czynników denudacyjnych. Transgresja morska zapoczątkowana w albie środkowym i osiągająca maksimum rozprzestrzenienia w turonie spowodowała zalanie badanego terenu (Pożaryski, 1964).

W fazie ruchów laramijskich nastąpiło wyniesienie obszaru arkusza zapoczątkowujące jego niszczenie. W tym też czasie wskutek napięć tangencjalnych utworzyły się liczne struktury blokowe

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

Stratygrafia				Utory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne	
System	Oddział	Piętro	Podpiętro			
C z w a r t o c e n t o r z e z	H o l o c e n			Torfy — ${}_t Q_h$	Akumulacja organiczna w podmokłych obniżeniach bezodpływowych lub z odpływem ograniczonym w dnach dolin	
				Namuły piaszczysto-humusowe den dolinnych — ${}_n^f Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna i denudacja	
					Piaski humusowe — ${}_{ph} Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna
					Piaski rzeczne (miejscami humusowe) tarasów zalewowych 0,0–2,5 m n.p. rzeki — ${}_p^f Q_h^{\text{II}}$	Akumulacja rzeczno-korytowa i powodziowa, powstawanie tarasów zalewowych, erozja rzeczna
					Piaski eoliczne w wydmach — ${}_p^e Q^{\text{W}}$	Akumulacja eoliczna w kilku etapach, deflacja
					Piaski eoliczne — ${}_p^e Q$	
		Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły		Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych (nierozdzielonych: niskich i średnich) 2,0–6,0 m n.p. rzeki — ${}_{pm}^f Q_{p^4}^{\text{B(III)}}$	Akumulacja i erozja rzeczna
					Piaski i mułki rzeczne tarasów nadzalewowych (średnich) 4,0–6,0 m n.p. rzeki — ${}_{pm}^f Q_{p^4}^{\text{B(III)}}$	Erozja i akumulacja rzeczna w warunkach klimatu peryglacjalnego. Powstawanie powierzchni tarasu średniego
					Piaski i mułki rzeczne, miejscami torfiaste, tarasów nadzalewowych (najwyższych) 5,0–10,0 m n.p. rzeki — ${}_{pm}^f Q_{p^4}^{\text{B(III)}}$	Wypełnianie dolin eemskich osadami
					Piaski i mułki zagłębień bezodpływowych — ${}_{pm}^li Q_{p^4}^{\text{B}}$	Akumulacja w zbiornikach zamkniętych lub z okresowym przepływem
	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty		Piaski i żwiry, miejscami piaski i mułki, wodnolodowcowe — ${}_{pzm}^{fg} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Transport i akumulacja osadów wodnolodowcowych. Wytapianie brył martwego lodu	
				Piaski, żwiry i mułki kemów — ${}_{p}^{\text{K}} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja wód lodowcowych w przełamach i przetainach w lodzie	
				Piaski, żwiry i mułki plateau kemowych — ${}_{p}^{\text{pk}} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja wodnolodowcowa w zbiornikach otoczonych martwym lodem	
				Piaski, żwiry i głązy moren martwego lodu — ${}_{p}^{\text{gm}} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja grawitacyjna w bezpośrednim sąsiedztwie brył martwego lodu	
				Piaski i żwiry ozów — ${}_{pz}^{\text{O}} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja wodnolodowcowa subglacjalna	
				Piaski ze żwirami lodowcowe, miejscami z przewarstwieniami glin zwałowych i mułków — ${}_{pz}^g Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja lodowcowa. Powolne wytapianie brył martwego lodu	
				Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^g Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja lodowcowa, nasunięcie łądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie	
				Piaski i żwiry wodnolodowcowe — ${}_{pz}^{fg} Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem łądolodu	
			Mułki, piaski i ility zastoiskowe — ${}_{m}^b Q_{p^3}^{\text{W}}$	Akumulacja w zastoiskach przed czołem transgredującego łądolodu		
	Interglacjał lubawski			Piaski i mułki rzeczne — ${}_{pm}^f Q_{p^3}^{\text{L}}$	Akumulacja rzeczna przy wzmożonym przepływie wód. Denudacja i erozja rzeczna	
				Mułki i piaski jeziorne — ${}_{mp}^{li} Q_{p^3}^{\text{L}}$	Akumulacja w zbiornikach jeziornych	

C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Odry	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — <math>fg_{p2} Q_{p^3}^O</math></p> <p>Gliny zwałowe — <math>g_{gzw} Q_{p^3}^O</math></p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — <math>fg_{p1} Q_{p^3}^O</math></p> <p>Mułki, ily i piaski zastoiskowe — <math>b_m Q_{p^3}^O</math></p>	<p>Akumulacja wodnolodowcowa między bryłami martwego lodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa, nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie</p> <p>Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem lądolodu w formie sandru i w rynnach pod lodem</p> <p>Akumulacja w rozlewiskach i zastoiskach peryglacialnych przed czołem lądolodu</p>	
		Interglacjał wielki		<p>Mułki i piaski jeziorne — <math>li_{mp} Q_{p^{2-3}}</math></p> <p>Piaski i żwiry, miejscami mułki, rzeczne — <math>f_{p2} Q_{p^{2-3}}</math></p>	<p>Akumulacja w zbiornikach zamkniętych</p> <p>Akumulacja w dolinach. Denudacja i erozja rzeczna</p>	
		Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — <math>fg_{p2} Q_{p^2}^G</math></p> <p>Gliny zwałowe — <math>g_{gzw} Q_{p^2}^G</math></p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — <math>fg_{p1} Q_{p^2}^G</math></p> <p>Piaski, mułki i ily zastoiskowe — <math>b_p Q_{p^2}^G</math></p>	<p>Akumulacja wodnolodowcowa</p> <p>Nasunięcie lądolodu, akumulacja glacialna</p> <p>Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem lądolodu w formie sandru i w rynnach pod lodem</p> <p>Akumulacja w zastoiskach przed czołem transgredującego lądolodu</p>	
			Zlodowacenie Sanu 1	<p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — <math>fg_{p2} Q_{p^2}^S</math></p> <p>Gliny zwałowe — <math>g_{gzw} Q_{p^2}^S</math></p>	<p>Akumulacja wodnolodowcowa</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p>	
		Ily, mułki i piaski neogeńskie jako kry w utworach czwartorzędowych — $Ng Q$				Glacitektonika
		Neogen	Mio-plocen		Ily, mułki i piaski — $MPI$	Akumulacja w jeziorzyskach śródlądowych
			Miocen		Piaski, mułki, ily z pyłem brunatnowęglowym i węgiel brunatny — $M_p$	Akumulacja w zbiornikach śródlądowych poprzedzona dyslokacjami nieciągłymi
		Paleogen+neogen			Rumosze skalne, ily i gliny zwietrzelinowe — $z_{ru} P_g + Ng$	Procesy krasowienia i redepozycji osadów. Procesy wietrzeniowe
		Kreda	Kreda górna		Wapienie, margle i piaskowce — $w Cr_3$	Rozszerzanie się transgresji i pogłębianie morza. Akumulacja morska
			Kreda dolna	Alb	Piaski i piaskowce — $p Cr_{al}$	Transgresja morska. Sedymencja morska w strefie szelfowej
Regresja i denudacja						
Jura	Jura górna	Kimeryd	Wapienie — $w J_{km}$	Sedymencja morska		
		Oksford	Wapienie i margle — $wme J_o$			
	Jura środkowa	Kelowej	Margle i piaski — $mep J_{cl}$	Sedymencja morska o okresowych spłyceńiach		
		Baton	Iłowce, piaskowce, wapienie i mułowce z syderytami — $J_{ic bt}$			
		Bajos	Bajos górny (kujaw) — $J_{i bj3}$			
		Aalen + Bajos	Aalen+bajos dolny		Iłowce, mułowce i piaskowce *	
Ingresja morska. Sedymencja w płytkim zbiorniku morskim						

T r i a s	Jura	Jura dolna			Iły, piaskowce, iłowce i wkładki węgla brunatnego	Akumulacja terygeniczna w warunkach śródlądowych. Okresowo – ingresje morskie	
	Trias górny	Kajper	„Reyk”		Iły, iłowce, mułowce, piaskowce i wkładki węgla brunatnego		
			Kajper górny		Iłowce, mułowce, piaskowce i gipsy		
			Kajper dolny		Iłowce, mułowce i piaskowce		
			Wapień muszlowy		Wapienie, margle, dolomity i iłowce		
	Trias środkowy	Piaskowiec pstry	Piaskowiec pstry górny (ret)		Margle, wapienie, dolomity i iłowce	Sedymentacja morska	
			Piaskowiec pstry dolny + środkowy		Piaskowce, iłowce i mułowce		
	P e r m	Perm górny	Cechsztyń	Cyklo-tem 4		Anhydryty, iłowce i sole kamienne	Sedymentacja morska w peryferycznej części zbiornika o zmieniającej się głębokości na skutek stopniowej regresji
				Cyklo-tem 3		Anhydryty, sole kamienne i ropy solonośne	
				Cyklo-tem 2		Anhydryty, sole kamienne, dolomity i ropy	
Cyklo-tem 1					Anhydryty, sole kamienne i dolomity		
Perm dolny		Czerwony spągowiec			Piaskowce i zlepienie	Sedymentacja w jeziorzyskach lub rzekach	
K a r b o n	Karbon górny					Wynurzenie, erozja	
	Karbon dolny				Piaskowce i iłowce	Sedymentacja w przybrzeżnej strefie zbiornika morskiego	

\* Wydzielenie występujące tylko na profilu geologicznym utworów starszych od czwartorzędu (tabl. III).

związane z przejawami tensji i kompresji (Deczkowski, Gajewska, 1977). Powstałe wówczas uskoki ukształtowały zarys budowy tektonicznej obszaru badań. W wyniku paleogeńskiej denudacji nastąpiło zniszczenie wcześniej powstałych osadów kredowych.

W miocenie omawiany obszar należał do peryferycznej strefy zbiornika zachodniej części Niżu Polskiego. W pliocenie skończyła się akumulacja w zbiornikach śródlądowych. Powierzchnia osadów

miocenu i pliocenu była w późniejszym okresie denudowana, głównie przez wody płynące, czego skutkiem było utworzenie na początku plejstocenu obniżeń typu dolinnego. W obniżeniach tych osadziły się twory mezoplejstocenu.

Historia geologiczna eoplejstocenu jest trudna do zrekonstruowania ze względu na brak osadów tego wieku. W megaglacjale zlodowaceń południowopolskich nasunięcie lądolodu zlodowacenia Sanu spowodowało przede wszystkim wypełnienie obniżeń, a w niewielkim stopniu przemodelowanie rzeźby wysoczyzn.

Proces wyrównywania zagłębień podłoża kontynuowany był w czasie zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi), najpierw przez osady zastoiskowe, a następnie przez osady glacialne i wodnolodowcowe. Zbliżającemu się lądolodowi towarzyszyły wody spływające z jego czoła i niosące piaszczyste osady wodnolodowcowe.

Pozostałości zlodowaceń południowopolskich na obszarze arkusza Błazki są stosunkowo duże (zwłaszcza jeżeli chodzi o miąższość osadów). Pod naciskiem transgredującego lądolodu powstały deformacje glacitektoniczne podłoża czwartorzędowego – iłów mio-plioceńskich. Utworzyły się struktury z wyciśnięcia typu diapirowego. Oprócz struktur glacitektonicznych lądolód w swej stopie odkłubał od podłoża porwaki skał neogeńskich, transportował je, a następnie akumulował w formie kier wśród innych osadów morenowych w okresie swego zaniku.

W interglacjale wielkim nastąpiło odnowienie sieci dolinnej. Wysoczyzny podlegały powolnej denudacji, natomiast obniżenia zostały pogłębione. Następnie były one miejscem akumulacji osadów fluwialnych i jeziornych. W dolinach rzecznych we wstępującej fazie interglacjału, przed optimum klimatycznym, miała miejsce silna erozja rzeczna. Po optimum klimatycznym rzeki przestały wcinać się w głąb i zaczęły zasypywać aluwiami swoje doliny, powiększając jednocześnie ich szerokość wskutek erozji bocznej.

Zlodowacenia środkowopolskie mają największe znaczenie ze wszystkich dla opisywanego obszaru. Z tego okresu pochodzi większość utworów, zwłaszcza powierzchniowych, a także większość form i zespołów morfologicznych. Wkroczenie lądolodu na obszar okolic Błazek podczas zlodowacenia Odry zostało poprzedzone, tak jak i poprzednie transgresje, powstaniem osadów zastoiskowych w okolicach Kamiennej, Kuźnicy Grabowskiej i Brąszewic. Przed czołem, coraz bardziej zbliżającego się lądolodu, wody roztopowe akumulowały piaski ze żwirami o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Podczas zlodowacenia Odry cały obszar był pokryty lądolodem. Po jego ustąpieniu pozostała pokrywa glin zwałowych, miejscami z soczewkami piasków śródglinowych o miąższości od kilku do kilkunastu metrów.

W dzielącym oba zlodowacenia interglacjale lubawskim ponownie ożywiła się sieć rzeczna. Rozcięcia erozyjne powierzchni równin wodnolodowcowych osiągnęły głębokość 13 m. Interglacial-

ne doliny uległy wypełnieniu osadami rzecznyymi. W stropie zostały one przykryte utworami zastoiskowymi z transgresji następnego lądolodu.

W czasie zlodowacenia Warty lądolód po raz kolejny wkroczył na badany obszar i po raz kolejny powtórzyło się następstwo zdarzeń związanych z kolejnymi etapami transgresji. Podobnie jak poprzednio, sedymentacja rozpoczęła się w zagłębieniach terenu i w jej wyniku powstały mułki, piaski i ropy w zbiornikach zastoiskowych w okolicach Kuźnicy Grabowskiej, Błaszek, Gzikowa, Brzezin, Głuszyny i Jamnic. Zarówno miąższość, jak i rozległość serii zastoiskowej, były największe z dotychczasowych. Osadzone następnie piaski i żwiry wodnolodowcowe z transgresji osiągnęły miąższość od kilkunastu do dwudziestu metrów. Na te piaski nasunął się lądolód, którego zasięg był już najmniejszy z dotychczasowych.

Tajanie i zanik lądolodu zlodowacenia Warty miały charakter powierzchniowy. Szczeliny tworzące się wzdłuż spękań pokrywy lodowcowej powodowały bryłowy rozpad lądolodu. W szczelinach martwego lub martwiejącego lodu odkładały się osady niesione przez wody z topniejących brył lodowych. Przybrały one później, po ostatecznym stopieniu resztek lodu, formy pagórków o charakterze moren martwego lodu, kemów lub plateau kemowego.

W końcowym etapie deglacjacji, na coraz większych powierzchniach wolnych od lodu, zaczął się organizować odpływ wód roztopowych. Rzeki początkowo były mało obciążone materiałem skalnym, a w związku z tym wykazywały zwiększoną działalność erozyjną tworząc łagodne formy dolinne, później wypełnione nieciągłymi i o niewielkiej miąższości pokrywami piasków.

Lądolód zlodowacenia Warty pozostawił równiny morenowe, częściowo przysypane piaskami wodnolodowcowymi, z pogrzebanymi bryłami martwego lodu. Ich wytopienie podczas interglacjału eemskiego dało początek licznym, drobnym zbiornikom, w których gromadziły się piaski i mułki z okresu zlodowacenia Wisły oraz szczątki roślinne w okresach cieplejszych.

Interglacjał eemski, zwłaszcza na początku, zaznaczył się erozją w dolinach rzecznych, które w peryglacialnych warunkach zlodowacenia Wisły uległy stopniowemu zasypywaniu.

W czasie zlodowaceń północnopolskich obszar arkusza Błazki pozostawał poza bezpośrednim zasięgiem lądolodów, w strefie klimatu peryglacialnego. Doliny eemskie zostały wypełnione osadami rzecznyymi do poziomu najwyższego tarasu nadzalewowego. Agradacja tarasu najwyższego trwała od interglacjału eemskiego, poprzez vistulian dolny i środkowy, aż do 23–24 tysięcy lat BP (Rotnicki, 1987). Tarasy nadzalewowe (średni i niski) pochodzą z młodszej części górnego plenivistulianu i powstały kolejno podczas fazy leszczyńskiej, czyli w maksimum zasięgu ostatniego zlodowacenia oraz w fazie poznańskiej (Rotnicki, 1987). Powierzchnie tarasów kształtowane były przez rzekę roztokową, a ślady koryt rzecznych są czytelne współcześnie na zdjęciach lotniczych i mapach topograficznych. Miąższość rzecznych osadów vistulianu, miejscami przekracza 30 m (Rotnicki, 1987). Po póź-

niejszym, holocenijskim rozcięciu powierzchni tarasu niskiego powstała dobrze zaznaczająca się płaska powierzchnia leżąca 2,0–4,0 m n.p. rzeki.

W fazie schyłkowej zlodowacenia Wisły, na podłożu wiecznej zmarzliny aktywizowały się procesy eoliczne, którym sprzyjała znaczna suchość klimatu. Rezultatem tych procesów są pokrywy osadów eolicznych i wydmy.

Z nastaniem holocenu rozpoczął się proces pogłębiania dolin. Erozja wgłębna przy udziale erozji bocznej spowodowała rozcięcie ówczesnej powierzchni akumulacyjnej. Późniejsze holocenijskie procesy akumulacyjne doprowadziły do powstania tarasów zalewowych w dolinach. W zagłębieniach wytopiskowych, deflacyjnych i w obrębie dolin stale zasilanych wodami podziemnymi powstają i rozwijają się torfowiska. Procesy holocenijskie nie wnoszą dużych zmian w rzeźbę ukształtowaną zasadniczo w plejstocenie.

#### IV. PODSUMOWANIE

Szczegółowe kartowanie geologiczne dostarczyło niezbędnych danych do opracowania mapy geologicznej w skali 1:50 000. Uzyskany obraz budowy geologicznej obejmuje różne zagadnienia w stopniu bardziej szczegółowym w stosunku do opracowań wcześniejszych, w tym również w stosunku do Mapy geologicznej Polski 1:200 000. Wprowadzono większą liczbę wydzieleń litologiczno-stratygraficznych, a granice geologiczne wyznaczone w terenie zostały uszczegółowione. Niektóre z wydzieleń stratygraficznych i facjalnych zostały zmienione, zgodnie z obecną interpretacją genetyczną utworów powierzchniowych. Większość osadów określanych wcześniej jako należące do moren czołowych zaklasyfikowano jako utwory kemów lub moren martwego lodu.

Analiza i interpretacja profili geologicznych archiwalnych otworów wiertniczych, dokonana w oparciu o wyniki otworów badawczych (kartograficznych) wykonanych na potrzeby mapy, dostarczyła danych do skonstruowania nowego przekroju geologicznego, scharakteryzowania i rozpoznania osadów czwartorzędowych oraz uchwycenia powiązania czwartorzędu z mio-pliocenem. Nowsze w stosunku do Mapy geologicznej Polski 1:200 000 materiały wiertnicze dostarczyły danych umożliwiających wprowadzenie korekty występowania osadów neogenu i zmian w obrazie ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej.

Zrealizowany program badań nie pozwolił jednak na wyjaśnienie do końca pewnych zagadnień. Dalszych badań wymaga, urozmaicona na skutek ruchów tektonicznych, budowa geologiczna podłoża kenozoiku. W zakresie czwartorzędu podejmowane badania winny zmierzać do wyjaśnienia braku osadów preglacjalnych i poszukiwania organicznych utworów interglacjalu wielkiego. Nowych danych do stratygrafii neoplejstocenu należy oczekiwać po podjęciu ewentualnych szerszych badań nad osadami zbiorników interglacjalnych (interglacjalu lubawskiego i eemskiego).

Obszar arkusza Błaszki jest terenem gospodarki rolnej i leśnej. W planach rozwojowych powiatów kaliskiego i sieradzkiego będzie on w przyszłości miejscem dalszej intensyfikacji produkcji rolnej i leśnej. Jest to kierunek działalności człowieka zgodny z walorami środowiska przyrodniczego.

Opracowano  
w Katedrze Geografii Fizycznej  
Wydziału Nauk Geograficznych  
Uniwersytetu Łódzkiego

Zakład Kartografii Geologicznej Struktur Płytkich  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
w Warszawie

Łódź, 1999 r.

## LITERATURA

- A r e ń B . , 1964 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 11. Trzeciorzęd. Inst. Geol., Warszawa.
- B a l i ń s k i W . , 1997 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Złoczew (697). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- B a l i ń s k i W . , 1998 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Lututów (696). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- B a l i ń s k i W . , 1999a — Objąsnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Lututów (696). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- B a l i ń s k i W . , 1999b — Opracowanie specjalne dla arkusza Błaszki. Badania litologiczno-petrograficzne osadów kenozoicznych. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- B a l i ń s k i W . , 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Złoczew (697). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- B a r a n i e c k a M. D . , G o ń d z i k J . , Z i o m e k J . , 1995 — Lithologic, mineralogic and petrographic composition of tills from vicinity of Belchatów. *Acta Geogr. Lodz.*, **68**.
- B a r a n o w s k i J . , M a ń k o w s k a A . , 1972 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kalisz, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- B a r a n o w s k i J . , M a ń k o w s k a A . , 1973 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kalisz, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- B a r a n o w s k i J . , M a ń k o w s k a A . , 1979 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kalisz. Inst. Geol., Warszawa.
- B e z k o w s k a G . , 1986 — Struktura i typy geokompleksów w środkowej części Niziny Południowowielkopolskiej. *Acta Geogr. Lodz.*, **54**.
- C i u k E . , 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Nizu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4.
- C i u k E . , 1982 — Sprawozdanie z badań geologiczno-poszukiwawczych złóż węgla brunatnego w rejonie Lututowa woj. sieradzkie (maszynopis). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Czarnik J., 1972 — Paleogeografia okolic Turka w górnym trzeciorzędzie i plejstocenie. W: Plejstocen Polski. *Stud. Geol. Pol.*, **40**.
- Dadlez R., 1969 — Stratygrafia liasu w Polsce Zachodniej. *Pr. Inst. Geol.*, **57**.
- Dadlez R., Marek S., 1969 — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **13**, 3.
- Dadlez R., Kopik J., 1972 — Stratygrafia i paleogeografia jury w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, **252**.
- Dayczak-Calikowska K., Kopik J., 1973 — Jura środkowa. W: Budowa geologiczna Polski. **1, 2**. Inst. Geol., Warszawa.
- Dąbrowski S., 1991 — Rozwój doliny Prosnicy w plejstocenie. W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. *UAM. Ser. Geogr.*, **50**.
- Deczkowski Z., 1962 — Stratygrafia i litologia liasu na obszarze kalisko-częstochowskim. *Kwart. Geol.*, **6**, 1.
- Deczkowski Z., 1977 — Budowa geologiczna pokrywy permsko mezozoicznej i jej podłoża we wschodniej części monokliny przedsudeckiej (obszar Kalisko-Częstochowski). *Pr. Inst. Geol.*, **82**.
- Deczkowski Z., Gajewska I., 1977 — Charakterystyka starokimeryjskich i laramijskich struktur blokowych monokliny przedsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **21**, 3.
- Deczkowski Z., Gajewska I., 1979 — Budowa geologiczna podłoża retyku obszaru monokliny przedsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **23**, 1.
- Deczkowski Z., Gajewska I., 1980 — Mezozoiczne i trzeciorzędowe rowy obszaru monokliny przedsudeckiej. *Prz. Geol.*, **28**, 3.
- Dylik J., Jurkiewiczowa I., 1949 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Łódź, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Dylikowa A., 1967 — Wydmy środkowopolskie i ich znaczenie dla stratygrafii schyłkowego plejstocenu. Czwartorzęd Polski. PWN, Warszawa.
- Gierwielaniec J., 1955 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Wrocław, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Grabowska I., Słodkowska B., 1993 — Katalog profili osadów trzeciorzędowych opracowanych palinologicznie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jurkiewiczowa I., Różycki F., Różycki S. Z., 1955 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Łódź, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Klatkowska H., 1972 — Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego. *Acta Geogr. Lodz.*, **28**.
- Klatkowska H., Załoba M., 1992a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Warta (624). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Klatkowska H., Załoba M., 1992b — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Warta (624). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Klatkowska H., 1993a — Niektóre cechy glacygenicznych osadów Warty w Środkowej Polsce. *Acta Geogr. Lodz.*, **65**.
- Klatkowska H., 1993b — Uwagi o strukturach glacystatycznych i ich morfologicznym wyrazie w strefie zlodowacenia warciańskiego Polski Środkowej i Zachodniej. *Acta Geogr. Lodz.*, **65**.
- Klimaszewski M., Krygowski B., 1951 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Wrocław, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.

- Kłapciński J., 1964 — Paleogeografia cechsztynu monokliny przedsudeckiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **34**, 4.
- Kowalska A., 1960 — Paleomorfologia powierzchni podplejstoceńskiej niżowej części dorzecza Odry. *Pr. geogr. Inst. Geogr. PAN*, **21**.
- Kozarski S., 1981 — Stratygrafia i chronologia Vistulianu Niziny Wielkopolskiej. PWN, Warszawa.
- Kozarski S., Nowaczyk B., Rotnicki K., Tobolski K., 1969 — The eolian phenomena in West-Central Poland with special reference to the chronology of phases of eolian activity. *Geogr. Pol.*, **17**.
- Krzemiński T., 1974 — Geneza młodoplejstoceńskiej rzeźby glacialnej w dorzeczu środkowej Warty. *Acta Geogr. Lodz.*, **33**.
- Krzemiński T., 1997 — Cechy rozwoju i zaniku lądolodu warciańskiego w Środkowej Polsce. *Acta Univers. Lodz. Folia Geogr. Phisica*, **1**.
- Krzemiński T., Bezkowska G., 1986 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Widawa (698). Inst. Geol., Warszawa.
- Krzemiński T., Bezkowska G., 1987 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Widawa (698). Inst. Geol., Warszawa
- Krzemiński T., Papińska E., 1993 — Ukształtowanie powierzchni i geneza rzeźby. W: Środowisko geograficzne Polski Środkowej. Wyd. UŁ, Łódź.
- Krzemiński T., Świerczewska A., Uchman J., 1993 — Udział skał lokalnych w utworach wodnolodowcowych Środkowej Polski. *Acta Geogr. Lodz.*, **65**.
- Lindner L., Maruszczak H., Wojtanowicz J., 1985 — Zasięgi i chronologia starszych nasunięć stadialnych lądolodu środkowopolskiego (Saalian) między górną Wartą i Bugiem. *Prz. Geol.*, **33**, 2.
- Manikowska B., 1983 — O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Środkowej. *Acta Geogr. Lodz.*, **52**.
- Mojski J.E., 1993 — Europa w plejstocenie – ewolucja środowiska przyrodniczego. PAE S.A., Warszawa..
- Nowaczyk B., 1986 — Wiek wydm, ich cechy granulometryczne i strukturalne a schemat cyrkulacji atmosferycznej w Polsce w późnym Vistulianie i Holocenie. *UAM. Ser. Geogr.*, **28**.
- Osika R., Pożaryski W., Rülhe E., Znosko J., 1971 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoicznych 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Pożaryski W., 1964 — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **8**, 1.
- Prac zbiorowa, 1996 — Budowa geologiczna Polski, 3. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. 3a. Kenozoik. Trzeciorzęd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Rotnicka J., Rotnicki K., 1979 — Warunki naturalne rozwoju regionu. W: Województwo kaliskie. Poznań.
- Rotnicki K., 1966 — Rzeźba wzgórz Ostrzeszowskich jako rezultat rozwoju stoku podczas wŕrmu. *Pr. Komis. Geogr.- Geol. Wydz. Mat.- Przyr. PTPN*, **5**.
- Rotnicki K., 1970 — Główne problemy wydm śródlądowych w Polsce w świetle badań wydmy w Węglewicach. *Pr. Komis. Geogr.-Geol. Wydz. Mat.- Przyr. PTPN*, **11**, 2.
- Rotnicki K., 1987 — Main phases erosion and accumulation in the Prosna Valley. In the last glacial-interglacial cycle. *Geogr. Pol.*, **53**.
- Rotnicki K., Młynarczyk Z., 1989 — Późnovistuliańskie i holocenijskie formy i osady korytowe środkowej Prosy i ich paleohydrologiczna interpretacja. *UAM Ser. Geogr.*, **43**.

- Rotnicki K., Tobolski K., 1969 — Główne fazy działalności procesów wydmywających w Kotlinie Grabowskiej na podstawie stratygrafii wydmy w Węglewicach. W: Procesy i formy wydmywowe w Polsce. *Pr. Geogr. Inst. Geogr., PAN*, **75**.
- Rzechowski J., 1971 — Granulometryczno-petrograficzne własności glin zwałowych w dorzeczu środkowej Wi-dawki. *Biul. Inst. Geol.*, **254**.
- Rzechowski J., 1986 — Pleistocene till stratigraphy in Poland. *Quat. Sci. Rev.*, **5**.
- Sokołowski J., 1967 — Charakterystyka geologiczna i strukturalna obszaru przedsudeckiego. *Geol. Sudetica*, **3**.
- Sokołowski J., 1970 — Ropo- i gazonośność obszaru przedsudeckiego na tle budowy geologicznej. 3. Atlas geo-strukturalny i naftowy 1:200 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Sokołowski J., 1972 — Rola tektoniki salinarnej cechsztynu w modelowaniu pokrywy mezo-kenozoicznej. *Biul. Inst. Geol.*, **252**.
- Sokołowski J., 1974 — Struktury epoki tektonicznej alpejskiej. Obszar przedsudecki. W: Budowa geologiczna Pol-ski, 4. Tektonika, 1. Niż Polski. Inst. Geol., Warszawa.
- Tobolski K., 1966 — Późnoglacialna i holocenska historia roślinności na obszarze wydmywym w dolinie środkowej Pro-sny. *Pr. Kom. Biol. PTPN*, **32**, 1.
- Walkiewicz Z., 1984 — Trzeciorzęd na obszarze Wielkopolski. *UAM Ser. Geol.*, **10**.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Błaszki (660)

### SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



#### Formy lodowcowe

Wysoczyzna morenowa płaska  
(wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)

#### Formy utworzone w strefie martwego lodu

Moreny martwego lodu

#### Formy wodnolodowcowe

Równiny wodnolodowcowe

Kemy (k), plateau kemowe

Ozy

Krawędzie i stoki wysoczyzny

Równiny erozyjne wód roztopowych

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

#### Formy eoliczne

Wydmy

Równiny piasków przewianych

Zagłębienia deflacyjne

#### Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych i tarasy zalewowe

Tarasy akumulacyjne zalewowe

#### Formy denudacyjne

Doliny rzeczne (nieckowate i płaskodenne)

Niecki denudacyjne

#### Formy utworzone przez roślinność

Równiny torfowe

#### Formy antropogeniczne

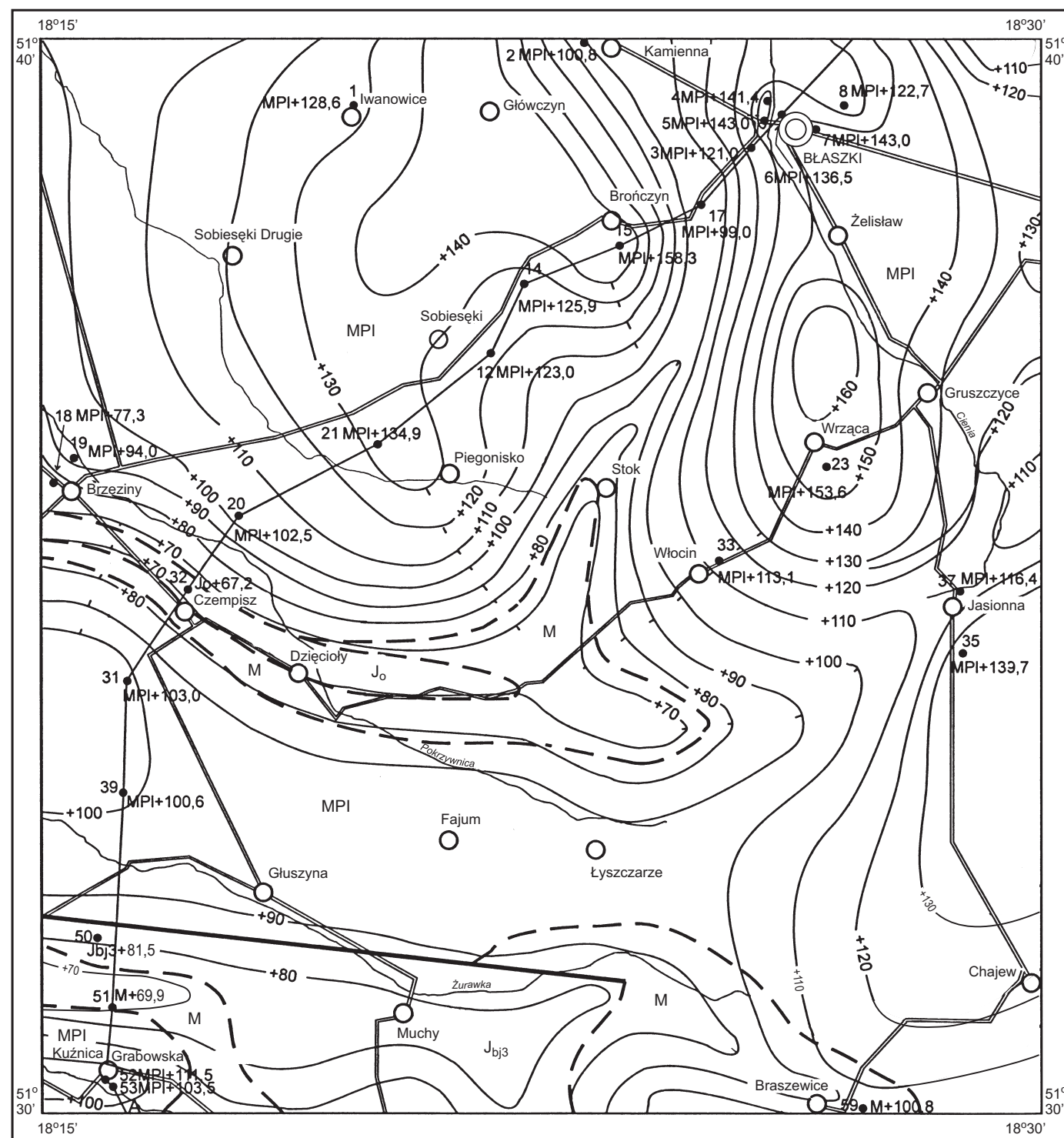
Żwirownie (Ż), piaskownie-żwirownie (PŻ),  
piaskownie (P)

Opracował: W. BALIŃSKI

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Błaszki (660)

### SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



NEOGEN	MIO-PLIOCEN	MPI	Iły, mułki i piaski
	MIOCEN	M	Piaski, piaskowce, mułki, iły i węgiel brunatny
JURA	JURA GÓRNA	J <sub>o</sub>	Wapienie i margle
	JURA ŚRODKOWA	J <sub>bj3</sub>	Iły, iłowce, piaskowce i mułowce z syderytami

- Granice geologiczne
- Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
- Uskoki
- Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek, liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu w m n.p.m.)
- Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

OKSFORD

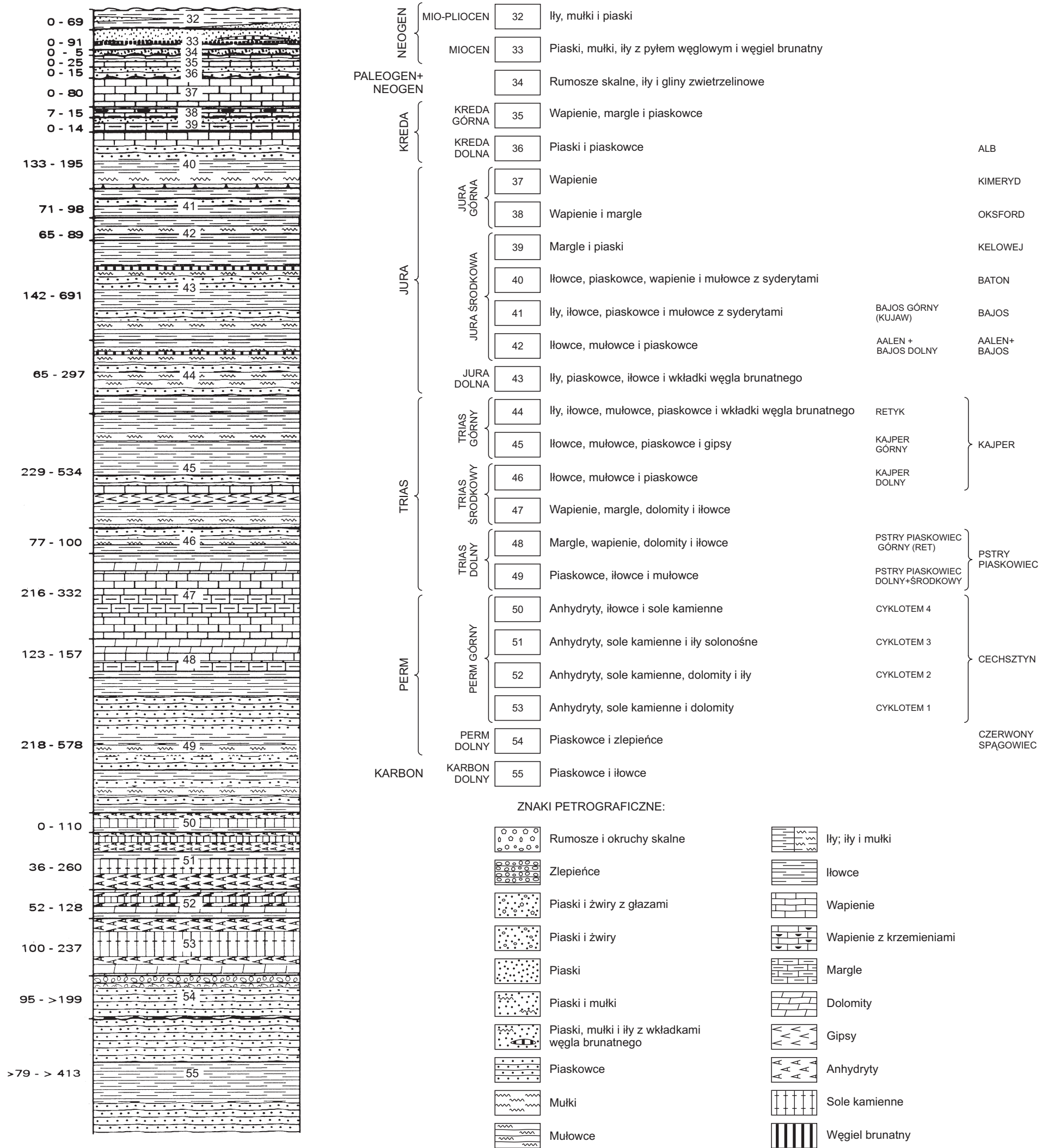
BAJOS GÓRNY (KUJAW) BAJOS

Opracował: W. BALIŃSKI



Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Błaszki (660)

**PROFIL GEOLOGICZNY  
UTWORÓW STARSZYCH OD CZWARTORZĘDU**



U w a g a: miąższość podano w metrach

Opracował: W. BALIŃSKI

### ZESTAWIENIE OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)

