



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

JAN ZIOMEK, 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 Koźminek (623)

(z 1 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

Autorzy: Jan ZIOMEK¹, Władysław BALIŃSKI²

¹Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Muzeum Geologiczne
ul. Kopcińskiego 31, 90–142 Łódź

²Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej
ul. Narutowicza 88, 90–139 Łódź

Redakcja merytoryczna: Elżbieta GRUSZCZYŃSKA

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

ISBN 978-83-7538-421-5

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2008

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

| | |
|---|----|
| I. Wstęp | 5 |
| II. Ukształtowanie powierzchni terenu | 7 |
| III. Budowa geologiczna. | 9 |
| A. Stratygrafia | 9 |
| 1. Jura | 10 |
| a. Jura górna | 10 |
| 2. Kreda | 10 |
| a. Kreda dolna | 10 |
| Alb | 10 |
| b. Kreda górna | 10 |
| Cenoman + turon. | 11 |
| Koniak + santon | 11 |
| Kampan | 11 |
| Mastricht | 11 |
| 3. Paleogen + neogen | 11 |
| 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 | 14 |
| Zlodowacenia środkowopolskie | 14 |
| Zlodowacenie Odry | 15 |
| Interglacjał lubawski | 15 |
| Zlodowacenie Warty | 16 |
| Zlodowacenia północnopolskie | 18 |

| | |
|--|----|
| Zlodowacenie Wisły | 18 |
| b. Czwartorzęd nierozdzielony | 18 |
| c. Holocen | 18 |
| B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu | 19 |
| C. Rozwój budowy geologicznej | 20 |
| IV. Podsumowanie | 23 |
| L i t e r a t u r a | 24 |

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

Tablica III — Zestawienie otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

Tablica IV — Profil geologiczny utworów starszych od kredy

I. WSTĘP

Obszar arkusza Koźminek (623) położony jest w środkowej części prawobrzeżnego dorzecza Prosny. Granice obszaru określają współrzędne geograficzne: 51° 40'–51° 50' szerokości północnej oraz 18° 15'–18° 30' długości wschodniej. W podziale fizycznogeograficznym Polski według Kondrackiego (2002) obszar ten obejmuje południowe fragmenty Wysoczyzny Tureckiej i północne krańce Wysoczyzny Złoczewskiej, mezoregionów należących do Niziny Południowowielkopolskiej. Zachodnia część obszaru arkusza Koźminek leży w województwie wielkopolskim (powiat kaliski, gminy: Cerków-Kolonia, Szczytniki, Opatówek, Koźminek i Lisków), natomiast część wschodnia — w województwie łódzkim (powiat sieradzki, gminy Błaszki i Goszczanów).

Sieć osadnicza jest umiarkowanie zagęszczona, obszar ma charakter typowo rolniczy. Sieć dróg jest dobrze rozwinięta, przeważają drogi o znaczeniu lokalnym z nawierzchnią asfaltową (najważniejsze z nich: do Sieradza, Kalisza i Błaszek). Przez omawiany obszar przebiega linia kolejowa, łącząca go z Sieradzem i Łodzią na wschodzie oraz Kaliszem na zachodzie. Ośrodki gminne spełniają głównie funkcje administracyjne i usługowe.

Obszar omawianego arkusza jest położony w zasięgu łądolodu zlodowacenia Warty. Prawie w całości obszar pokryty jest utworami czwartorzędowymi i mapa obejmuje głównie czwartorzędową formację osadów. Osady mio-plioceniczne, występujące na powierzchni terenu, tworzą niewielkie wychodnie, zaś utwory kredowe, jurajskie, triasowe, permskie i karbońskie znane są wyłącznie z otworów wiertniczych. Podłoże osadów kenozoiku znajduje się w strefie kontaktowej niecki mogileńsko-łódzkiej i monokliny kalisko-złoczewskiej, stanowiącej jednostkę III rzędu monokliny przedsudeckiej (Sokołowski, 1974). Utwory miocenu i mio-pliocenu na obszarze arkusza występują powszechnie i na około 90% powierzchni stanowią podłoże czwartorzędu.

Literatura geologiczna dotycząca osadów podłoża kenozoiku tego obszaru jest uboga, brak jest szczegółowych prac regionalnych z tego zakresu. Opracowania dotyczące obszaru środkowej Polski i mo-

nokliny przedsudeckiej dostarczają jedynie informacji ogólnych. Zagadnienia ogólne 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 o budowie geologicznej stropu utworów mezozoiku zawierają prace Deczkowskiego (1977) oraz Deczkowskiego i Gajewskiej (1977, 1979, 1980).

Problematyka dotycząca paleogenu i neogenu obszaru arkusza Koźminek poruszana jest w pracach: Kowalskiej (1960), Ciuka (1970), Arenia (1964) i Walkiewicz (1984).

Zagadnienia dotyczące czwartorzędu na obszarze arkusza Koźminek nie wzbudzały tak wielkiego zainteresowania, jak na obszarach sąsiednich. O ile Kotlina Szczercowska, okolice Łodzi czy doliny Warty i Prosnego doczekały się wielu opracowań, to pogranicze Wysoczyzny Tureckiej i Wysoczyzny Złoczewskiej było przedmiotem zainteresowań nielicznych badaczy. W najbliższym sąsiedztwie badania prowadzili: Krzemiński (1974); Rotnicki (1966, 1987); Rotnicka, Rotnicki (1979); Rotnicki, Tobolski (1969); Rotnicki, Młynarczyk (1989); Tobolski (1966); Dąbrowski (1991); Klatkowa (1972, 1993a, b); Kozarski (1981); Krzemiński, Bezkowska (1986, 1987); Bezkowska (1986); Krzemiński, Świerczewska, Uchman (1993) i Krzemiński, Papińska (1993).

Obszar arkusza Koźminek wchodzi w obręb arkuszy Łódź i Wrocław Przeglądowej mapy geologicznej Polski 1:300 000 (Dylik, Jurkiewiczowa, 1951; Jurkiewiczowa, Różycki, Różycki, 1955; Klimaszewski, Krygowski, 1951 i Gierwielaniec, 1955) oraz arkusza Kalisz Mapy geologicznej Polski 1:200 000 (Baranowski, Mańkowska, 1972, 1973, 1979). W 1999 r. Baliński opracował sąsiadujący od południa arkusz Błaszki, zaś wcześniej Klatkowa i Załoba — sąsiadujący od wschodu arkusz Warta (1992a, b), a w 1988 r. Mańkowska — sąsiadujący od północy arkusz Kotwasice Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000.

Arkusze Koźminek zostały opracowane przez J. Ziomka i W. Balińskiego w Muzeum Geologicznym i Katedrze Geografii Fizycznej Uniwersytetu Łódzkiego. Prace prowadzono zgodnie z projektem badań geologicznych, zatwierdzonym przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa decyzją numer KOK/20/96 z dnia 04.04.1996 r.

Prace geologiczno-zdjęciowe prowadzone były przez J. Ziomka i W. Balińskiego w latach 1996–1998 i 2000. Wykonano 541 sond ręcznych o głębokości 2,0–3,0 m, 190 sond mechanicznych wiertnicą WH-4 o głębokości 2,0–3,0 m, opisano 29 odsłoneń oraz odnotowano 670 marszrutowych punktów obserwacyjnych. Wykorzystano również 98 profili archiwalnych otworów wiertniczych. W liczbie tej jest również siedem otworów kartograficznych (otw. 3 — Tymianek, otw. 5 — Dębsko, otw. 7 — Pietrzyków, otw. 13 — Warszew, otw. 20 — Marchwacz, otw. 31 — Tekliny, otw. 43 — Kamienna), zaprojektowanych i wykonanych w związku z realizacją opracowania arkusza Koźminek.

Otwory wiertnicze o głębokości od 22,0 do 64,0 m i łącznym metrażu 272,0 m odwierciło Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Toruniu. W opracowaniu wykorzystano również osiem dokumentacji surowcowych i dwie geologiczno-inżynierskie. Zagęszczenie punktów dokumentacyjnych wynosi średnio 2,7 na 1 km².

Wykonanie otworów kartograficznych zostało poprzedzone badaniami geofizycznymi. Badania geoelektryczne (elektrooporowe) wykonała Kucharska (1997) z firmy SEGI PBG w Warszawie. Wyniki tych badań wykorzystano do konstrukcji przekroju geologicznego i opracowania szkicu geologicznego odkrytego. Projektowanych badań laboratoryjnych: mikropaleontologicznych, palinologicznych i datowań metodą radiowęglową nie wykonano ze względu na brak odpowiedniego materiału. Natomiast analizy litologiczno-petrograficzne nie zostały wykonane z przyczyn natury organizacyjnej. Zmiana kierownictwa Katedry Geologii Uniwersytetu Łódzkiego i Pracowni Kartowania Geologicznego i Surowców Mineralnych pociągnęła za sobą odmowę kontynuowania badań laboratoryjnych, które nie mieściły się w planach badawczych nowego kierownictwa tych jednostek organizacyjnych. W zaistniałej sytuacji, przy jednoczesnej małej przydatności wyników tych badań do celów chronostratygraficznych skonstruowanej przez autorów arkusza Koźminek i współautorów opracowania (Baraniecka i in., 1995), zaniechano starań o zmianę wykonawcy analiz litologiczno-petrograficznych.

Opracowanie kameralne objęło analizę profili sond i otworów wiertniczych pod względem litologiczno-stratygraficznym w nawiązaniu do materiału pozyskanego podczas kartowania geologicznego.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Południowo-zachodni skraj obszaru arkusza Koźminek położony jest w obrębie równiny wodnolodowcowej — północno-wschodniej części Kotliny Grabowskiej. Równina ta poprzez taras kemowy przechodzi w centralnej części obszaru arkusza w wysoczyznę morenową, fragmentarycznie pokrytą izolowanymi płacami równiny wodnolodowcowej. W północnej części obszaru, od Nowego Nakwasina poprzez Koźminek, Dębsko i Lisków, rozciąga się zespół form wypukłych kaliskiej strefy zaniku lądolodu zlodowacenia Warty (Krzemiński, 1997). Stopień urozmaicenia powierzchni terenu jest niewielki. Najwyżej położone fragmenty, na południe od Pietrzykowa, osiągają wysokość 177,2 m n.p.m. Najniżej usytuowana jest powierzchnia tarasu zalewowego w dolinie Swędrni poniżej Józefiny — 111,0 m n.p.m. Różnica wysokości w obrębie całego obszaru wynosi 66,2 m. Największe lokalne wysokości względne mieszczą się w granicach 15–30 m. Najwyższy poziom wysoczyznowy położony jest średnio na wysokości 155–170 m n.p.m., niższy zaś, na większej części obszaru, osiąga 130–140 m n.p.m.

Przez środkową część obszaru biegnie dział wodny IV rzędu, między Swędrnią a Pokrzywnicą, a przez część południowo-zachodnią — V rzędu, między Pokrzywnicą a Cienią. Powierzchnię wyso-

czynny rozcinają, urozmaicając jej rzeźbę, dolinki rzeczne dopływów Swędrni i Pokrzywnicy. Dna dolin rzecznych nachylone są ku zachodowi i północnemu zachodowi na wysokościach 135–110 m n.p.m. i leżą około 3–6 m poniżej wysoczyzny. Największe wysokości względne występują w okolicach wschodnich rubieży Sierzchowa, gdzie pomiędzy powierzchnią wyższego poziomu wysoczyznowego a dnami lokalnych dolinek wynoszą one 20–28 m na przestrzeni 1 km.

Na obszarze arkusza Koźminek występuje siedem zasadniczych rodzajów form rzeźby terenu (tabl. I): formy lodowcowe (wysoczyzna morenowa płaska); formy utworzone w strefie martwego lodu (moreny martwego lodu); formy wodnolodowcowe (równiny wodnolodowcowe, kemy, tarasy kemowe i ozy); formy eoliczne (równiny piasków przewianych i wydmy); formy rzeczne (dna dolin rzecznych i tarasy nadzalewowe akumulacyjne); formy denudacyjne (dolinki denudacyjne i suche doliny) oraz formy utworzone przez roślinność (równiny torfowe).

Na powierzchni obszaru badań dominują dwa elementy rzeźby: wysoczyzna morenowa płaska z przeważającym udziałem glin oraz równiny akumulacji wodnolodowcowej z pagórkami kemowymi. Wymienione formy decydują o monotonii krajobrazu tego obszaru, a ich powstanie związane było z okresem tajania lądolodu zlodowacenia Warty.

Wysoczyzna morenowa płaska tworzy zwarte i rozległe powierzchnie leżące na wysokościach 135–155 m n.p.m., zwłaszcza w centralnej części obszaru. Równinna powierzchnia wysoczyzny nachylona jest w kierunku zachodnim. Ten ogólny kierunek nachylenia powierzchni wysoczyznowej podkreślony jest kierunkami przebiegu dolin rzecznych, które rozdzielają ją na płyty (tabl. I). W obrębie wysoczyzny morenowej, urozmaicając jej powierzchnię, występują zagłębienia po martwym lodzie i moreny martwego lodu. Moreny martwego lodu występują w okolicach Koźminka, Dębska i Gaci Kaliskiej. Są to niezbyt rozległe formy pagórkowate o wysokościach 5–10 m i łagodnych stokach, przechodzących w płaską powierzchnię wysoczyzny morenowej.

Równiny wodnolodowcowe zajmują większe powierzchnie na obrzeżach obszaru (z wyjątkiem południowo-wschodniego skraju). Równiny te tworzą rozległe poziomy na wysokościach 135–140 m n.p.m. w północno-wschodniej części obszaru i 125–130 m n.p.m. w części południowo-zachodniej. W obrębie równin wodnolodowcowych występują zagłębienia po martwym lodzie, formy kemowe i eoliczne. Wysokości względne kemów osiągają 5–17 m (do 160 m n.p.m.). W większości są drobnymi, owalnymi wzniesieniami o spłaszczonych wierzchołkach i łagodnych stokach, a ich średnica u podstawy wynosi kilkaset metrów.

Współczesna rzeźba omawianego obszaru, z wyjątkiem dolin rzecznych, przetrwała w mało zmienionej postaci od zlodowacenia Warty, a rzeźba polodowcowa, związana z arealnym zanikiem lobu południowowielkopolskiego, zachowała tutaj swoją czytelność. Doliny rzeczne z fazy kataglacialnej zlodowacenia Warty, utworzone przez wody roztopowe, zostały erozyjnie pogłębione w okresie postglacialnym, a następnie uległy wypełnieniu osadami rzecznyymi w czasie zlodowaceń północnopolskich.

Z fazą kataglacialną zlodowacenia Warty należy wiązać również początki powstawania dolinek denudacyjnych i suchych dolin, będących elementami spływu powierzchniowego z wysoczyzny ku dolinom. Główna faza rozwoju tych form przypada na okres peryglacialny zlodowaceń północnopolskich.

Do najmłodszych form występujących na obszarze arkusza Koźminek należą formy eoliczne, stanowiące pewne urozmaicenie monotonnej powierzchni, a także holocenijskie tarasy zalewowe w dolinach rzek. Wydm y i r ó w n i n y p i a s k ó w p r z e w i a n y c h uformowane pod koniec zlodowacenia Wisły i przekształcone w holocenie (Kozarski i in., 1969; Rotnicki i Tobolski, 1969; Dylikowa, 1967; Manikowska, 1983; Nowaczyk, 1986), występują nielicznie na obszarze arkusza. Jedyne większe obszary występowania zlokalizowany jest na północno-zachodnim skraju, w okolicach wsi Krzyżówki.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

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

Podstawowe informacje do opracowania syntetycznych profili geologicznych oraz szkicu geologicznego odkrytego (tabl. II) uzyskano na podstawie terenowego zdjęcia geologicznego oraz przekrojów geologicznych skonstruowanych z 98 profili otworów wiertniczych. Wśród nich znajduje się siedem otworów kartograficznych (tabl. III), wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania (otw. 3 — Tymianek, otw. 5 — Dębsko, otw. 7 — Pietrzyków, otw. 13 — Warszew, otw. 20 — Marchwacz, otw. 31 — Tekliny, otw. 43 — Kamienna). Otwory kartograficzne umożliwiły opracowanie przekroju geologicznego wzdłuż linii A–B i dały podstawy do interpretacji stratygrafii osadów czwartorzędu. W jednym otworze archiwalnym (otw. 40) nawiercono osady karbonu dolnego (tabl. IV), dziewięć otworów zakończono w utworach jury, 16 — w utworach kredy, a 11 — w osadach neogenu. W pozostałych otworach nie osiągnięto spągu utworów czwartorzędu.

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

Na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. II) przedstawiono obraz budowy geologicznej, który różni się od pochodzącego z wcześniejszych opracowań. Zmian dokonano na podstawie nowych danych uzyskanych z kartowania terenowego oraz z otworów zarówno archiwalnych, jak i kartograficznych.

Osady od karbonu do plejstocenu (zlodowacenia Warty), oprócz mio-plioceńskich, znane są jedynie z otworów wiertniczych. Najstarszymi skałami podłoża czwartorzędu na terenie arkusza Koźminek są utwory kimerydu.

1. Jura

a. Jura górna

Utwory jury górnej, o miąższości 407,0 m przewiercono w jednym otworze (otw. 40). Nie zostały tu one rozdzielone stratygraficznie. Stropową część osadów jurajskich podkenozoicznych stanowią utwory kimerydu. Ich wiek w analizowanych otworach archiwalnych określono na podstawie literatury (Baranowski, Mańkowska, 1972; 1979). Skały kimerydzkie stanowią podłoże osadów kenozoicznych w południowo-zachodniej części obszaru arkusza Koźminek.

Wśród skał jury górnej dominują jasnokremowe w a p i e n i e . Wśród wapieni podrzędnie występują m a r g l e jasnoszare o odcieniu popielatym, miejscami z ciemnoszarymi krzemieniami.

2. Kreda

W otworach wiertniczych dostępnych do analizy w trakcie realizacji opracowania, osady kredy jedynie nawiercono i nie rozdzielono ich stratygraficznie. W trakcie autorskich wiertniczych prac kartograficznych również nie pozyskano odpowiednich próbek umożliwiających interpretację stratygraficzną, w związku z tym badania nie wnoszą nowych informacji dotyczących tego systemu geologicznego. Rozmieszczenie i opis utworów poszczególnych oddziałów kredy przedstawiono na podstawie literatury (Baranowski, Mańkowska, 1972; 1979).

a. Kreda dolna

Alb

Osady albu występują na badanym obszarze wąskim pasem na kontakcie z wapieniami kimerydu (Baranowski, Mańkowska, 1973). Wykształcone są one jako drobno- lub średnioziarniste, słabo scementowane p i a s k i kwarcowe i p i a s k o w c e szare o spoiwie wapnistym (Baranowski, Mańkowska, 1979).

b. Kreda górna

Skały kredy górnej występują na większej części obszaru arkusza i tworzą podczwartorzędową powierzchnię na jego północno-wschodnim skraju. Są one wykształcone jako wapienie, margle i opoki, miejscami z czertami i reprezentują poszczególne piętra kredy górnej (od cenomanu po mastrycht) (Baranowski, Mańkowska, 1972; 1979).

Cenoman + turon

Utwory cenomanu i turonu występują pasem o szerokości 4,5 km po przekątnej obszaru arkusza, z północnego zachodu na południowy wschód, pod pokrywą skał kenozoicznych. Wykształcone są w otworach 14, 23, 24 i 32 jako *w a p i e n i e m a r g l i s t e j a s n o s z a r e i m a r g l e s z a r e*. W żadnym z tych otworów nie osiągnięto spągu utworów cenomanu, a największą miąższość (45 m) stwierdzono w otworze 32. Wśród skał tego wieku, oprócz wymienionych wyżej, występują także *o p o k i* (Baranowski, Mańkowska, 1972; 1979).

Koniak + santon

Skały nawiercone koło Dębska (otw. 4, 5), w Koźminku (otw. 8, 9), koło Trzebieni (otw. 10) i Moskurni (otw. 15) — *w a p i e n i e s z a r e i m a r g l e j a s n o s z a r e*, według Mapy geologicznej Polski 1:200 000 (Baranowski, Mańkowska, 1972), należą do koniak i santonu. Największa stwierdzona miąższość (otw. 15) wynosi 72 m. Poza wymienionymi skałami z otworów na obszarze arkusza Koźminek, wśród utworów santonu występują również *w a p i e n i e z c z e r t a m i i o p o k i* (Baranowski, Mańkowska, 1979). Wychodnie utworów koniak i santonu, a właściwie tylko santonu, ponieważ warstwy koniak na zachodnim skrzydle niecki łódzkiej wyklinowują się, występują pasem o szerokości około 5,0 km na północny wschód od utworów turonu. Na wschód od Dębska i na zachód od Koźminka ([tabl. II](#)) stanowią podłoże czwartorzędu, a na pozostałym obszarze znajdują się pod pokrywą paleogeńsko-neogeńską.

Kampan

O p o k i, o p o k i z c z e r t a m i, m a r g l e i w a p i e n i e t w a r d e i z w i ę z ł e nawiercone w otworach 11 w Sulmowie i 16 w Stojanowie, według Mapy geologicznej Polski 1:200 000 (Baranowski, Mańkowska, 1979), należą do kampanu. Na powierzchni podkenozoicznej utwory kampanu tworzą pas o szerokości 3,5 km o biegu zgodnym z biegiem wychodni santonu.

Mastrycht

Skały mastrychtu w postaci *o p o k, m a r g l i, w a p i e n i i g e z* występują na niewielkim obszarze, na północno-wschodnim skraju obszaru arkusza (Baranowski, Mańkowska, 1972) pod pokrywą czwartorzędową o miąższości około 35–50 m. Jest to brzeżna część niecki łódzkiej, gdzie miąższość utworów mastrychtu maleje do kilku–kilkunastu metrów.

3. Paleogen + neogen

Utwory paleogeńsko-neogeńskie występują na obszarze arkusza Koźminek powszechnie, pokrywając prawie całkowicie urozmaiconą powierzchnię zbudowaną ze skał jurajskich i kredowych.

Miąszość osadów neogeńskich jest bardzo zmienna, waha się w przedziale od kilku do ponad 101 m (otw. 37). Stwierdzone w 29 otworach wiertniczych osady paleogenu i neogenu charakteryzują się zmiennym składem litologicznym i zróżnicowanymi miąższościami.

Osady najniższego ognia paleogeńsko-neogeńskiego, stwierdzone w pięciu otworach wiertniczych (4, 5, 20, 27, 32) stanowią rumosze skalne, iły i gliny zwietrzelinowe. Miąższość tych osadów dochodzi do 5,5 m. Leżą one bezpośrednio na wapieniach kimerydu w otworach 20 i 27 i marglach górnokredowych w otworach 4, 5, 32.

4. Neogen

a. Miocen

Osady miocenu występują wyspowo w obniżeniach podłoża kenozoicznego, a ich miąższość jest bardzo zmienna — od kilku do ponad 42 m (otw. 37). Osady miocenu to głównie piaski kwarcowe różnoziarniste i pyłowate, mułki, iły z pyłem węgla brunatnego i węgla brunatny. Utwory te są podobne do opisanych przez Ciuka (1982) z rejonu Klusek. Przez analogię można przyjąć, że są to osady górnomiocenijskie marginalnej strefy zbiornika mioceńsko-pliocenijskiego zachodniej części Niżu Polskiego.

b. Mio-pliocen

Osady mio-pliocenu pierwotnie występowały ciąglą warstwą na całym obszarze arkusza. Plejstocenijskie procesy denudacyjne (erozja i egzaracja) oraz glacitektoniczne spowodowały zniszczenie lub też przemieszczenie osadów starszego neogenu z rejonów od Dębska po Karolinę i od Marchwacza po zachodnią granicę obszaru arkusza (tabl. II). Mio-pliocen reprezentowany jest przez iły, mułki szarozielonkawoniebieskie z przewarstwieniami szarozielonych i szarych piasków kwarcowych średnio- i drobnoziarnistych (miejscami z laminami i wkładkami węgla brunatnego — otw. 6, 13, 22, 23, 27). Iły mio-pliocenijskie, na skutek procesów wietrzenia przy rozkładzie siarczków żelaza, często przyjmują pstre zabarwienie. Miąższość osadów mio-pliocenijskich jest bardzo zmienna — od 5 do 59 m w otworach 37 i 39, przy czym jeszcze większe miąższości (ponad 90 m) są prawdopodobne w rejonach deformacji wysadowych w południowej części obszaru arkusza Koźminek (syntetyczny profil geologiczny — obszar południowy).

Strop iłów mio-pliocenijskich w najwyższym położeniu w okolicach Kamiennej (otw. 43), Skalmierza i Maciszewic osiąga 143 m n.p.m., na pozostałych obszarach utrzymuje się na wysokości 90–110 m n.p.m. Wysokie położenie stropu osadów mio-pliocenijskich i ich zmienną miąższość należy wiązać z silnymi zaburzeniami glacitektonicznymi (Baranowski, Mańkowska, 1979), a zwłaszcza z deformacjami typu wysadowego (otw. 9, 13, 43). Podobne struktury glacitektoniczne w obrębie wznie-

sień podczwartorzędowej powierzchni neogeńskiej, w bliskim sąsiedztwie obszaru arkusza Koźminek, Baranowski i Mańkowska (1979) stwierdzili pod Grabowem i w Woli Droszewskiej. O występowaniu zaburzeń glacitektonicznych na badanym obszarze świadczy również występowanie w otworach 41 i 42 kier osadów mio-pliocenских w utworach plejstocenских.

5. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe występują powszechnie i tworzą pokrywę o dość zróżnicowanej miąższości. Uzależniona jest ona w znacznym stopniu od ukształtowania stropu osadów podłoża czwartorzędu i samego czwartorzędu. Największa miąższość związana jest z obniżeniami powierzchni podczwartorzędowej w rejonach największych współczesnych wzniesień i osiąga 65–75 m. Miąższość osadów czwartorzędu kształtuje się przeważnie w granicach 35–45 m, ale zdarzają się też takie sytuacje, gdzie na wysoko wzniesionym podłożu (140 m n.p.m.) maleje do 0–2 m (Kamienna). Przynależność stratygraficzną poszczególnych osadów określono na podstawie terenowego zdjęcia geologicznego, publikacji, przekroju geoelektrycznego wykonanego na potrzeby niniejszego opracowania oraz zależności korelacyjnych między wydzielonymi warstwami na wykonanych w tym celu roboczych przekrojach geologicznych z ponad 90 profilów otworów wiertniczych.

a. Plejstocen

Najstarsze osady czwartorzędowe na obszarze arkusza Koźminek związane są z transgresją zlodowaceń południowopolskich. Silna denudacja, która kształtowała powierzchnię w okresie poprzedzającym zlodowacenia południowopolskie, spowodowała całkowite zniszczenie osadów najstarszych poziomów, związanych z plejstoceniem dolnym, zlodowaceniem Narwi i interglacjalem augustowskim.

Iły, mułki i piaski mio-pliocenские jako kry w utworach plejstocenских. Ładolody zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2 wkraczały na omawiany obszar na plastyczne i mało odporne na niszczenie osady mio-pliocenu. Efektem egzaracyjnej działalności ładolodu są porwaki i kry mio-pliocenские w stropowych partiach glin zwałowych zlodowaceń Sanu 2, Odry i Warty (otw. 40–42).

Zlodowacenia południowopolskie

Biorąc pod uwagę szczegółowy podział stratygraficzny, zawarty w Instrukcji opracowania i wydania Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 oraz położenie stratygraficzne na przekroju i w profilach geologicznych otworów, istnieje możliwość wydzielenia na obszarze arkusza Koźminek osadów zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2.

Zlodowacenie Sanu 1

W okolicach Dębska (otw. 4, 5), Pietrzykowa (otw. 6, 7), Moskurni (otw. 15) i Radliczyc (otw. 23, 24) utwory dolnej części profilu osadów czwartorzędowych zaliczono do zlodowacenia Sanu 1. Ciemnoszare gliny zwałowe ze żwirami i gładzami wypełniają mięszą (do 22 m) warstwą obniżenia powierzchni paleogeńsko-neogeńskiej lub kredowej. W Moskurni i Radliczycach piaski i żwiry wodnolodowcowe z recesji lądolodu zlodowacenia Sanu 1, o miąższości 2–3 m, rozdzielają gliny zwałowe zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2. Na pozostałym obszarze arkusza osady zlodowacenia Sanu 1 nie zachowały się, powszechniej występują zaś utwory zlodowacenia Sanu 2.

Zlodowacenie Sanu 2

Z transgresją lądolodu zlodowacenia Sanu 2 należy wiązać piaski, mułki i ropy zastoiskowe warwowe, ciemnoszare z otworów w Szczytnikach (otw. 42) i Kociołkach (otw. 46), osiągające miąższość do 10 m; piaski i żwiry wodnolodowcowe z otworów 5, 20, 21, 29 (głównie piaski różnoziarniste szare z domieszką żwirów i gładzików, osiągające miąższość 1,3–20,3 m) oraz pokład szarych glin zwałowych z otoczkami, o miąższości od kilku do kilkunastu, maksymalnie 31,8 m (otw. 4). Gliny zwałowe tego zlodowacenia występują w różnych rejonach obszaru arkusza Koźminek (otw. 1, 4–7, 9, 13, 19, 20, 21, 24, 29, 31, 40–42), ale nie tworzą ciągłego poziomu, gdyż w wielu miejscach zostały całkowicie zniszczone lub zachowały się w postaci szczątkowej.

Interglacjał wielki

Osady interglacjału wielkiego miąższości rzędu 10–30 m występują w rozcięciach erozyjnych powstałych we wstępnej fazie tego okresu (otw. 3, 31, 34) oraz w obniżeniach uformowanych podczas zlodowaceń południowopolskich (otw. 32). Miąższość i położenie zinterpretowane na przekrojach oraz sekwencja osadów pozwalają zaliczyć je do facji rzecznej i jeziornej, chociaż dane, poza otworami 3 i 31, pochodzą z otworów 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, przykryte szarymi piaskami drobno- i średnioziarnistymi kwarcowo-skaleniovymi. Wśród piasków miejscami występują przewarstwienia żwirów. Miąższość serii rzecznej wynosi od 4,2 (otw. 34) do 15,5 m (otw. 3). Piaski drobnoziarniste jeziorne w otworze 34 kończą sedymentację interglacjałną w uprzednio przepływowej dolinie rzecznej. Ich miąższość osiąga 4,1 m.

Zlodowacenia środkowopolskie

Do zlodowaceń środkowopolskich zaliczono utwory występujące powyżej serii osadów zlodowaceń południowopolskich. Ze względu na wyraźną dwudzielność kompleksów glacjałnych oraz wy-

stępowanie serii dzielącej (rzecznej i jeziornej), wyróżniono osady zlodowacenia Odry, interglacjału lubawskiego i zlodowacenia Warty.

Zlodowacenie Odry

Serię utworów zlodowacenia Odry rozpoczynają osady zastoiskowe, na których leżą utwory wodnolodowcowe i lodowcowe. Mułki, iły i piaski zastoiskowe stwierdzono w trzech otworach (otw. 32, 40, 41) we wsiach Szczytniki i Staw. Pochodzą one z transgresji lądolodu i występują w kopalnych obniżeniach dolinnych w osadach interglacialnych (otw. 40, 41) lub w osadach zlodowaceń południowopolskich (otw. 32). Wykształcone są w postaci mułków, ilów oraz piasków drobnoziarnistych i pyłowatych o miąższości kilka metrów.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) stwierdzono w otworach 5, 16, 23, 24, 31, 40 i 41. Są to osady szare i żółtoszare, różnoziarniste, słabo wysortowane, ze żwirami, miejscami pyłowate, a ich miąższość waha się w granicach 0,5–10,0 m.

Gliny zwałowe występują powszechnie, ale nie tworzą ciągłej warstwy. W wielu miejscach zostały zniszczone na skutek intensywnego odpływu wód z topniejącego lądolodu. Na ogół gliny zwałowe tworzą jeden poziom o miąższości 5–15 m (maksymalnie 27 m w otw. 6), a ich strop leży na wysokości 125–155 m n.p.m. Gliny są przeważnie wapniste, stalowoszare, rzadziej szarobrazowe, piaszczyste lub pyłowate, zawierają znaczne ilości żwirów oraz otoczków skał krystalicznych i wapiennych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) występują w otworach w Szczytnikach (otw. 41) i Mroczkach Wielkich (otw. 25). Materiał wodnolodowcowy jest słabo wysortowany, najczęściej są to jasnożółte, średnioziarniste piaski kwarcowo-skaleniowe. Ten poziom osadów wodnolodowcowych akumulowany był w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Odry.

Interglacjał lubawski

Doliny rzeczne, kształtowane przez rzeki w interglacjałach wielkim i lubawskim, a nawet wcześniej, wykorzystywane są często przez rzeki współczesne, np. Swędrnię.

Na podstawie cech litologicznych osadów i położenia stratygraficznego, utwory w otworach 1 i 3 zaliczono do interglacjału lubawskiego. Piaski i mułki rzeczne w otworach 1 i 3 wypełniają dolinę kopalną. Strop osadów znajduje się na wysokości 102 m n.p.m., a ich miąższość wynosi 5,5 m. W spągowej części serii rzecznej w obu otworach występują żwiry z otoczkami, wyżej zaś piaski gruboziarniste ze żwirkami i szare piaski pyłowate z pojedynczymi otoczkami. W stropie osady rzeczne przechodzą w mułki i piaski jeziorne, drobnoziarniste, szare, o miąższości 2–4 m. Osady interglacialne przykryte są miąższą warstwą osadów zastoiskowych zlodowacenia Warty.

Zlodowacenie Warty

Wśród utworów zlodowacenia Warty na analizowanym obszarze wyróżniono osady zastoiskowe, lodowcowe oraz wodnolodowcowe. Na przeważającej części terenu badań stanowią one utwory powierzchniowe.

Najstarszymi osadami zlodowacenia Warty są mułki, piaski i ropy zastoiskowe, związane z transgresją lądolodu zlodowacenia Warty. Występują w otworach wiertniczych okolic Józefiny–Murowańca (otw. 1), Koźminka (otw. 3, 8) i Mroczek Wielkich (otw. 25). W otworze 25 leżą w obniżeniu ze zlodowacenia Odry, a pod glinami zwałowymi zlodowacenia Warty. W pozostałych otworach wypełniają one kopalną dolinę, przykrywając osady interglacjału lubawskiego. Miąższość osadów zastoiskowych jest zróżnicowana — wynosi od 6,5 do 15,5 m. W ich składzie dominują mułki ciemnoszare z brązowymi smugami, miejscami występują również piaski drobnoziarniste szare i ropy warwowe.

Z okresem poprzedzającym nasunięcie lądolodu zlodowacenia Warty związane są również piaski i żwirzy wodnolodowcowe (dolne), które zachowały się płatami pod glinami zwałowymi i zostały stwierdzone jedynie w otworach. Wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych ze żwirami. Osady te występują warstwami kilkumetrowej miąższości w obniżeniach ze zlodowacenia Odry (otw. 16) lub w dolinach rzecznych funkcjonujących w interglacjale lubawskim (okolice wsi Staw — otw. 32).

Gliny zwałowe stanowią znaczną część powierzchni wysoczyznowych w centrum obszaru arkusza. Na pozostałym obszarze gliny zwałowe zlodowacenia Warty występują pod kilku- lub kilkunastometrową pokrywą osadów wodnolodowcowych. Ich miąższość jest zróżnicowana od 1,5 do 11,0 m, przy czym najczęściej kształtuje się w granicach kilku metrów. Pod względem litologicznym gliny wykazują duże zróżnicowanie. Najczęściej są szarobrązowe i jasnobrązowe, pyłowate lub piaszczyste z udziałem okruchów żwirów i głazików skał skandynawskich i lokalnych. W stropie, do głębokości 2–3 m, gliny są odwapnione, ku spągowi zawartość CaCO_3 wzrasta. Strop glin zwałowych położony jest na wysokości 112–177 m n.p.m.

Piaski ze żwirami, miejscami z przewarstwieniami glin zwałowych i mułków, lodowcowe występują na powierzchni terenu i obejmują znaczne obszary, szczególnie w rejonie od Warszewa po Sulmów. Bezstrukturalne piaski i żwirzy lodowcowe o miąższości do 5,5 m są różnoziarniste, często gliniaste i zawierają znaczną ilość głazików zarówno skał północnych, jak i lokalnych. Miejscami tworzą przekładaniec niewielkiej miąższości podścielony glinami zwałowymi, a utworzony z warstw piasków ze żwirami, mułków i glin zwałowych.

Z deglacjacją obszaru podczas zlodowacenia Warty związana jest akumulacja piasków i żwirów o zółw w okolicach Stojanowa. Jest to fragment ozu mającego swą kontynuację na obszarze sąsiedniego arkusza Warta (Klatkowa, Załoba, 1992a, b). Wał o przebiegu NW–SE wznosi się 7–13 m ponad otaczającą powierzchnię, a zbudowany jest z warstwowanych przekątnie piasków róż-

noziarnistych i żwirów. W ich stropie występuje 1,5-metrowa warstwa bezstrukturalna piaszczysto-żwirowo-głazowa.

Mułki, piaski, żwiry, gliny zwałowe i głazy moren martwego lodu stwierdzono w obrębie pagórków usytuowanych w okolicach wsi Nowy Nakwasin, Dębsko i Ksawerów. Utwory moren martwego lodu występują w postaci warstw, soczew lub pakietów piasków różnoziarnistych, często gliniastych, mułków piaszczystych i żwirów z głazami oraz glin zwałowych piaszczystych. Miejscami w materiale zwałowym występują pakiety warstwianych przekątnie piasków i żwirów. Znana z odsłoneń miąższość tych osadów przekracza 10 m.

W niektórych miejscach (np. na północ od Szczytnik, w okolicach Pietrzykowa i Sokołowa) osady wodnolodowcowe tworzą tarasy kemowe i pagórki. Tarasy kemowe zbudowane są z piasków ze żwirami, miejscami z przewarstwieniami mułków. Piaski, mułki i żwiry kemów charakteryzują się mniejszym udziałem frakcji żwirowej, częściej występują natomiast przewarstwienia mułków. Omówione formy i osady pochodzą z okresu deglacjacji arealnej zlodowacenia Warty.

Piaski i żwiry, miejscami piaski i mułki, wodnolodowcowe (górne), związane z recesją lądolodu zlodowacenia Warty, występują na powierzchni obszaru arkusza, zajmując znaczne przestrzenie, zwłaszcza w południowej i zachodniej jego części. Akumulacja pokryw wodnolodowcowych odbywała się w czasie deglacjacji na różnych poziomach wysokościowych. Pokrywy te zbudowane są najczęściej z piasków jasnobezowych lub szarych, średnio- i drobnoziarnistych z przewarstwieniami żwirów i miejscami mułków. Udział mułków w budowie równin wodnolodowcowych miejscami jest szczególnie duży (południowe rejony obszaru arkusza). Piaski i mułki kilkumetrowej miąższości przykrywają gliny zwałowe zlodowacenia Warty w rejonie wsi Szczytniki. Osady wodnolodowcowe przykrywające gliny zwałowe na niektórych obszarach nieciągłą, a miejscami bardzo cienką warstwą, przyczyniają się do urozmaicenia obrazu powierzchniowej budowy geologicznej przedstawionej na mapie.

*

* *

Utwory interglacjału eemskiego występują na pograniczu wysoczyzn Tureckiej i Złoczewskiej bardzo rzadko, zwykle w niewielkich kopalnych zbiornikach jeziornych (Baranowski, Mańkowska, 1979). W trakcie analizy profilów wierceń i sond dokumentacyjnych nie znaleziono utworów, które można byłoby zakwalifikować jako przynależne do tego piętra stratygraficznego.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Podczas zlodowacenia Wisły obszar arkusza Koźminek w całości znajdował się w strefie klimatu peryglacjalnego, a osady tego wieku mają charakter typowy dla strefy ekstraglacialnej. Na mapie wyróżniono osady facji jeziornej i rzecznej. Mułki i piaski jeziorne występują w zagłębieniu wytopiskowym na równinie wodnolodowcowej w okolicach Sierzchowa. W profilach sond przeważają mułki jasnoszare i niebieskie oraz piaski drobnoziarniste i pyłowate kwarcowe. Ich miąższość nie jest znana, gdyż sondami dokumentacyjnymi nie osiągnięto ich spągu. Osady rzeczne tworzą tarasy nadzalewowe w dolinach Swędrni i Żabianki koło Bogdanowa oraz Józefiny. Należą do nich piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 6,0–14,5 m n.p.rzeki oraz piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,5–6,0 m n.p.rzeki. Osady tarasów nadzalewowych wykształcone są w postaci warstwowych białych i szarych piasków drobno- i średnioziarnistych, dobrze wysortowanych, a ich miąższość wynosi kilka metrów. Strop osadów u zbiegu rzek Swędrni i Żabianki leży na wysokości 118–123 m n.p.m.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski eoliczne tworzą nieliczne i nieregularne pokrywy na obszarach równin wodnolodowcowych. Pokrywy te są różnej miąższości, od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów, a tworzą je piaski beżowe, miejscami z przewarstwieniami żółtych, drobno- i średnioziarniste, miejscami pyłowate. Największa pokrywa eoliczna występuje w północno-zachodniej części obszaru arkusza, w okolicach wsi Krzyżówki. Pola piasków eolicznych zwykle towarzyszą formom wydmowym, tworząc wokół nich płaskie powierzchnie, wznoszące się od 1 do 3 m ponad otaczający obszar. Piaski eoliczne w wydmach na obszarze arkusza wykształciły się na równinach wodnolodowcowych z materiału lokalnego. Osady te występują w kilku pojedynczych niewielkich wydmach o zarysie wałowym w zachodniej części obszaru arkusza Koźminek. Procesy eoliczne zapoczątkowane zostały u schyłku plenivistulianu i w najstarszym dryasie (Rotnicki, 1987), ale najbardziej miąższe serie piasków eolicznych i wydmy pochodzą ze starszego i młodszego dryasu (Kozarski i in., 1969).

c. Holocen

Holocen zaznaczył się na obszarze arkusza Koźminek akumulacją osadów w obniżeniach powierzchni ukształtowanej w plejstocenie oraz na przełomie plejstocenu i holocenu. W dnach współczesnych dolin rzecznych występują piaski, miejscami piaski humusowe, rzeczne tarasów zalewowych, dość dobrze wysortowane, miejscami z wkładkami i przewarstwieniami mułków i żwirów. Miąższość osadów rzecznych osiąga maksymalnie kilka metrów. Powierzchnie tarasów zalewowych położone są na wysokości 0,0–2,5 m n.p.rzeki.

W obniżeniach z płytkimi wodami gruntowymi występują piaski humusowe. Wypełniają one dna dolin małych cieków i zagłębień po martwym lodzie. Są to piaski różnoziarniste z domieszką humusu i przewarstwieniami namułów piaszczystych.

Piaski i mułki zagłębień okresowo przepływowych występują w zagłębieniach wytopiskowych na równinach wodnolodowcowych w okolicach Sokołowa, Stojanowa i Marcjanowa lub w obniżeniach na wysoczyźnie morenowej w okolicach Korzenicy i Kociołków. W profilach sond przeważają piaski drobnoziarniste szare oraz mułki popielatoszare, stalowoszare i niebieskie z detrytusem roślinnym. Miąższość osadów wypełniających zagłębienia jest trudna do określenia, ponieważ nie stwierdzono ich w żadnym z otworów, a w sondach nie zostały przewiercone.

Namuły den dolinnych stwierdzono w dolinie Swędni koło Koźminka i w dolinie Cieni koło Michałowa II oraz od Stawu po Wójcice i Maciszewice. Osady te tworzą szare mułki ilaste lub piaski pyłowate z substancją organiczną. Miąższość namułów jest niewielka i trudna do dokładnego określenia ze względu na płytkie występowanie wód gruntowych. Torfy występują na tarasach zalewowych Żabianki, bezimiennego cieką w okolicach Kuczawoli oraz w zagłębieniu po martwym lodzie na równinie wodnolodowcowej na zachód od Karoliny. Stwierdzona miąższość torfów nie przekracza 2 m, przeciętnie wynosi 0,5–1,0 m.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Koźminek położony jest w strefie kontaktowej niecki mogileńsko-łódzkiej i monokliny kalisko-złoczewskiej, stanowiących jednostkę III rzędu monokliny przedsudeckiej (Sokołowski, 1974). Początek sedymentacji osadów monokliny i niecki mogileńsko-łódzkiej wiąże się z powstaniem na przełomie permu dolnego i górnego rozległego obniżenia pomiędzy zewnętrzną krawędzią prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej a górotworami waryscyjskimi. Obniżenie to było miejscem kolejnych transgresji morskich w permie górnym, triasie, jurze oraz kredzie. Z czasem wewnątrz tego obniżenia wyodrębniła się bruzda kujawsko-pomorska, stanowiąca część bruzdy duńsko-polskiej.

Głównym czynnikiem, który wpłynął na aktualną budowę strukturalną kompleksu cechsztyńskiego-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. Największy udział w ostatecznym ukształtowaniu strukturalnym, według Marka i Znoski (1972), miała tektonika górnokredowo-paleogeńska. Pionowe ruchy bloków podłoża precechsztyńskiego deformowały nadległe serie osadowe, powodując zmianę ich budowy strukturalnej.

Jurajskie skały podłoża utworów kenozoiku, o ogólnym biegu NW–SE, zapadają w kierunku północno-wschodnim pod kątem 2–5°. Taki układ warstw geologicznych 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 dźwigania się całego obszaru kalisko-częstochowskiego i wskutek napięć tangencjalnych utworzyły się struktury blokowe. Wypiętrzenie bloków jest skutkiem kompresji powodującej powstawanie uskoków przesuwczych (Deczkowski, 1977).

Urozmaicona powierzchnia utworów jurajskich i kredowych została przykryta w neogenie osadami marginalnej strefy basenu Niżu Polskiego. Wraz z zakończeniem sedymentacji osadów neogennych rozpoczął się proces formowania powierzchni podczwartorzędowej. Rzeźba tej powierzchni wykazuje umiarkowane urozmaicenie (tabl. II). Deniwelacje powierzchni na terenie arkusza pomiędzy najwyżej położonym punktem w okolicach Skalmierza (ponad 140 m n.p.m.) a miejscem położonym najniżej w okolicach Michałowa (około 57 m n.p.m.), dochodzą do 83 m. Charakterystyczne dla rzeźby podczwartorzędowej jest naprzemienne występowanie powierzchni wzniesionych do wysokości 110–130 m n.p.m. i kopalnych dolin lub obniżień o głębokości 20–40 m. Z ważniejszych dolin kopalnych wymienić należy dolinę Pracieni, której początek znajduje się w rejonie Kamiennej i która biegnie na północny zachód oraz obniżenie Praswędni na linii Chlewo–Nowy Nakwasin–Dębsko. Obszary wyniesień sięgających ponad 140 m n.p.m. w okolicach Skalmierza, Sierzchowa i Koźminka zbudowane z osadów mio-pliocenu, jak już wcześniej sygnalizowano, związane są prawdopodobnie z procesami glacitektonicznymi. Rzeźba podczwartorzędowa związana jest z procesami glacitektonicznymi, erozyjnymi i egzaracyjnymi.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Rozwój akumulacji osadów na obszarze arkusza Koźminek, jak wynika to z interpretacji profili geologicznych poszczególnych otworów wiertniczych, może być analizowany od karbonu, bowiem najstarsze osady znane z otworu 40 pochodzą z tego okresu (tabl. IV). Poniżej omówione zostały główne procesy, zachodzące począwszy od jury górnej po holocen.

Utwory górnourajskie, omówione w podrozdziale Stratygrafia, reprezentowane przez fację węglanową, wskazują na istnienie płytkiego zbiornika sedymentacyjnego o znikomym dopływie materiału terygenicznego (tab. 1). Regresja morza, jaka miała miejsce pod koniec malmu na skutek wyniesienia przez ruchy neokimeryjskie obszaru kalisko-częstochowskiego, spowodowała całkowite wynurzenie omawianego obszaru. Dodatkowym skutkiem ruchów neokimeryjskich było nachylenie warstw geologicznych ku północnemu wschodowi pod kątem 2–5°.

W kredzie dolnej obszar arkusza Koźminek był miejscem działania czynników denudacyjnych. Transgresja morska, zapoczątkowana w albie środkowym i osiągająca maksimum rozprzestrzenienia w turonie, spowodowała zalanie również omawianego obszaru (Pożaryski, 1964).

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 1

| Stratygrafia | | | | Utwory (opis litologiczny) | Procesy geologiczne | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|------------------------------|--------------------|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|--------------------|---|--|---|
| System | Oddział | Piętro | | | | Podpiętro | | | | | | | | | | | | |
| d | H o l o c e n | | | Torfy — Q_h^t Namuly den dolinnych — $Q_h^n^f$ Piaski i mułki zagłębień okresowo przepływowych — $Q_h^{pm}^{li}$ Piaski humusowe — Q_h^{ph} Piaski, miejscami piaski humusowe, rzeczne tarasów zalewowych 0,0–2,5 m n.p. rzeki — Q_h^f ⁽¹⁾ _p | Akumulacja organiczna w lokalnych podmokłych obniżeniach bezodpływowych lub z odpływem ograniczonym w dnach dolin Akumulacja w zbiornikach zamkniętych lub z okresowym przepływem Akumulacja mineralno-organiczna i denudacja Akumulacja rzeczno-korytowa i powodziowa, powstawanie tarasów zalewowych | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Piaski eoliczne w wydmach — Q^e ^(w) _p Piaski eoliczne — Q^e _p | Akumulacja eoliczna w kilku etapach, tworzenie się wydm, deflacja | | | | | | | | | | | | | |
| | | Zlodowacenia północnopolskie | Zlodowacenie Wisły | Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,5–6,0 m n.p. rzeki — Q_p^f ^{B(II)} _{p4} Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 6,0–14,5 m n.p. rzeki — Q_p^f ^{B(II)} _{p4} Mułki i piaski jeziorne — Q_p^{li} ^B _{mp4} | Powstawanie tarasów nadzalewowych. Akumulacja rzeczna w warunkach klimatu peryglacialnego Akumulacja w zbiornikach jeziornych | | | | | | | | | | | | | |
| | | Interglacjał eemski | | | Erozja, pogłębianie dolin rzecznych | | | | | | | | | | | | | |
| | z | r | o | e | c | t | o | d | P | I | c | e | n | Zlodowacenia środkowopolskie | Zlodowacenie Warta | Piaski i żwiry, miejscami piaski i mułki, wodnolodowcowe (górne) — Q_p^{fg} ^W _{p3} Piaski ze żwirami, miejscami z przewarstwieniami mułków, tarasów kemowych — Q_p^{tk} ^W _{p3} Piaski, mułki i żwiry kemów — Q_p^{k} ^W _{pm3} Mułki, piaski, żwiry, gliny zwałowe i glazy moren martwego lodu — Q_p^{gm} ^W _{mp3} Piaski i żwiry ozów — Q_p^{oz} ^W _{p3} Piaski ze żwirami, miejscami z przewarstwieniami glin zwałowych i mułków, lodowcowe — Q_p^g ^W _{p3} Gliny zwałowe z przewarstwieniami piasków, wodnomorenowe — Q_p^{fgg} ^W _{gzw3} Gliny zwałowe — Q_p^g ^W _{gzw3} Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — Q_p^{fg} ^W _{p3} Mułki, piaski i ropy zastoiskowe — Q_p^b ^W _{mp3} | Transport i akumulacja osadów wodnolodowcowych. Wytapianie brył martwego lodu Wypełnianie szczelin marginalnych i akumulacja przy bryłach martwego lodu Akumulacja przez wody lodowcowe w przetainach w lodzie Akumulacja grawitacyjna w bezpośrednim sąsiedztwie brył martwego lodu Akumulacja wodnolodowcowa subglacialna Bezpośrednia akumulacja lodowcowa. Powolne wytapianie brył martwego lodu Akumulacja w strefie marginalnej Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem lądolodu Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Interglacjał lubawski | Mułki i piaski jeziorne — Q_p^{li} ^L _{mp3} Piaski i mułki rzeczne — Q_p^f ^L _{pm3} | Akumulacja mineralna w lokalnych zbiornikach jeziornych Akumulacja rzeczna przy wzmożonym przepływie wód. Erozja. Denudacja |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenie Odry | Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — Q_p^{fg} ^O _{p3} Gliny zwałowe — Q_p^g ^O _{gzw3} Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — Q_p^{fg} ^O _{p3} Mułki, ropy i piaski zastoiskowe — Q_p^b ^O _{mi3} | Akumulacja wodnolodowcowa między bryłami martwego lodu Akumulacja lodowcowa — nasunięcie lądolodu na cały obszar i późniejsze wytopienie Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem lądolodu w formie sandru i w rynnach pod lodem Akumulacja w rozlewiskach i zastoiskach przed czołem lądolodu |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|--|---|--|---|
| C z w a r t o r z ę d | P l e j s t o c e n | Interglacjał wielki | | Mułki i piaski jeziorne — $li_{mp} Q_{p^{2-3}}$ | Akumulacja w zbiornikach zamkniętych | | |
| | | | | Piaski i żwiry, miejscami mułki, rzeczne — $f_{pż} Q_{p^{2-3}}$ | Akumulacja w dolinach rzecznych i erozja. Denudacja | | |
| | | Zlodowacenia południowopolskie | Zlodowacenie Sanu 2 | Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^2}^G$ | Akumulacja lodowcowa Nasunięcie lądolodu. Egzaracja i procesy glacitektoniczne | | |
| | | | | Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^G$ | Akumulacja wodnolodowcowa | | |
| | | | Piaski, mułki i ility zastoiskowe — $b_{pm} Q_{p^2}^G$ | Akumulacja w zastoiskach przed czołem transgredującego lądolodu | | | |
| | | Zlodowacenie Sanu 1 | Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^S$ | Akumulacja wodnolodowcowa | | | |
| | | Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^2}^S$ | Akumulacja lodowcowa Egzaracja. Procesy glacitektoniczne Nasunięcie lądolodu | | | | |
| | | | | Iły, mułki i piaski mio-plejstoceńskie jako kry w utworach plejstoceńskich — $MPI Q_p$ | Akumulacja na wtórnym złożu w utworach lodowcowych Procesy glacitektoniczne | | |
| | | N e o g e n | Mio-plejocen | | | Iły, mułki i piaski — $imp MPI$ | Akumulacja w jeziorzyskach śródlądowych |
| | | | Miocen | | | Piaski, mułki, ility z pyłem węgla brunatnego i węgiel brunatny — $pm M$ | Akumulacja w zbiornikach śródlądowych |
| P a l e o g e n + n e o g e n | | | | Rumosze skalne, ility i gliny zwietrzelinowe — $ru P_g + N_g$ | Procesy krasowienia i redepozycji osadów. Procesy wietrzeniowe | | |
| K r e d a | Kreda górna | Mastricht | Opoki, margle, wapienie i gezy — oCr_m | | Rozszerzenie się transgresji i pogłębienie morza. Akumulacja morska | | |
| | | Kampan | Opoki, opoki z czertami, margle i wapienie — oCr_{cp} | | Sedymentacja morska | | |
| | | Koniak + santon | Wapienie, wapienie z czertami, opoki i margle — wCr_{cn+st} | | | | |
| | | Cenoman + turon | Wapienie margliste, opoki i margle — $wmeCr_{c+t}$ | | | | |
| | Kreda dolna | Alb | Piaski i piaskowce — $ppeCr_{al}$ | | Transgresja morska. Sedymentacja w strefie szelfowej | | |
| | | | | Regresja i denudacja | | | |
| J u r a | Jura górna | Kimeryd | Wapienie i margle — $wmeJ_{km}$ | | Sedymentacja morska | | |

W fazie ruchów laramijskich nastąpiło wyniesienie omawianego obszaru, zapoczątkowujące niszczenie jego powierzchni. W tym też czasie, wskutek napięć tangencjalnych, utworzyły się liczne struktury blokowe monokliny kalisko-złoczewskiej, związane z przejawami tensji i kompresji (Deczkowski, Gajewska, 1977).

W miocenie omawiany obszar objęty został peryferyczną strefą zbiornika zachodniej części Nizu Polskiego. Z końcem mio-plejocenu zakończyła się akumulacja w zbiornikach śródlądowych. Powierzchnia osadów mio-plejocenu była w późniejszym okresie denudowana, głównie przez wody płynące, tak że na początku plejstocenu utworzyły się obniżenia typu dolinnego. W obniżeniach tych osadziły się utwory zlodowaceń południowopolskich i interglacjału wielkiego.

Historia geologiczna plejstocenu dolnego i zlodowaceń najstarszych jest trudna do zrekonstruowania ze względu na brak osadów tego wieku. W zlodowaceniach południowopolskich nasunięcie

ładolodu zlodowacenia Sanu 1 spowodowało przede wszystkim wypełnienie obniżeń, a w niewielkim stopniu przemodelowanie elewacji.

Proces wyrównywania zagłębień podłoża kontynuowany był w czasie zlodowacenia Sanu 2 — najpierw przez osady zastoiskowe, a następnie przez osady lodowcowe i wodnolodowcowe.

W interglacjale wielkim nastąpiło odnowienie sieci dolinnej, wysoczyzny podlegały powolnej denudacji, natomiast obniżenia zostały pogłębione, a następnie stały się miejscem akumulacji osadów rzecznych i jeziornych.

W czasie zlodowaceń środkowopolskich łądolód pokrył obszar arkusza Koźminek dwukrotnie. Sedymentacja glin zwałowych zarówno w trakcie zlodowacenia Odry, jak i zlodowacenia Warty poprzedzona była akumulacją osadów zastoiskowych w obniżeniach. W dzielącym oba zlodowacenia interglacjale lubawskim ponownie ożywiła się sieć rzeczna, rozcięcia erozyjne powierzchni równin wodnolodowcowych ze zlodowacenia Odry osiągały 20 m. Interglacialne doliny uległy wypełnieniu osadami rzeczными, przykrytymi w stropie utworami zastoiskowymi z transgresji łądolodu zlodowacenia Warty.

Deglacjacja ze zlodowacenia Warty miała charakter arealny. Szczeliny tworzące się wzdłuż spękań pokrywy lodowej powodowały bryłowy rozpad łądolodu. Powstały wówczas pagórki moren martwego lodu, ozy, kemy, tarasy kemowe, równiny wodnolodowcowe oraz płaty niezbyt miększych osadów wodnolodowcowych, pokrywających gliny zwałowe. Pod koniec zaniku łądolodu rozpoczął się proces kształtowania odpływu powierzchniowego. Założone zostały wówczas doliny rzeczne odprowadzające wody roztopowe. W interglacjale eemskim nastąpiło pogłębienie dolin.

W czasie zlodowaceń północnopolskich obszar arkusza Koźminek pozostawał poza bezpośrednim zasięgiem łądolodu. Doliny z interglacjału eemskiego zostały wypełnione osadami rzeczными do poziomu tarasów nadzalewowych. W fazie schyłkowej zlodowacenia Wisły, na podłożu wiecznej zmarzliny uaktywniły się procesy eoliczne, prowadzące do akumulacji pokryw eolicznych i wydm.

Z nastaniem holocenu rozpoczął się proces pogłębienia dolin. Erozja wgłębna przy udziale erozji bocznej spowodowała rozcięcie ówczesnej powierzchni akumulacyjnej. Późniejsze holocenijskie procesy sedymentacyjne doprowadziły do powstania w dolinach tarasów zalewowych w dolinach. W zagłębieniach wytopiskowych i w obrębie dolin stale zasilanych wodami podziemnymi powstawały i rozwijały się torfowiska. Procesy z okresu holocenu w niewielkim stopniu przyczyniły się do zmiany rzeźby obszaru, ukształtowanej zasadniczo w plejstocenie.

IV. PODSUMOWANIE

Szczegółowe kartowanie geologiczne prowadzone w latach 1996–98 i w 2000 r. na obszarze arkusza Koźminek dostarczyło niezbędnych danych do opracowania mapy geologicznej 1:50 000. Uzyskany obraz budowy geologicznej obejmuje różne zagadnienia w stopniu bardziej szczegółowym w stosunku do map wydanych wcześniej, w tym również w stosunku do mapy podstawowej Mapy

geologicznej Polski 1:200 000. Na opracowanej mapie wprowadzono większą liczbę wydzielení litologiczno-stratygraficznych, a granice geologiczne wyznaczone w terenie zostały uszczegółowione. Niektóre z wydzielení stratygraficznych i facjalnych zostały zmienione, zgodnie z nowszą interpretacją genetyczną utworów powierzchniowych. Większość osadów moren czołowych wydzielonych na mapie geologicznej 1:200 000, po dokładnym rozpoznaniu ich budowy strukturalnej (wyraziście warstwowane przeważnie piaszczyste osady wodnolodowcowe) została przekwalifikowana genetycznie i przypisana do utworów kemowych (miejscami do moren martwego lodu).

Analiza i interpretacja profili geologicznych archiwalnych otworów wiertniczych, dokonana w oparciu o wyniki otworów kartograficznych wykonanych dla potrzeb mapy, dostarczyła danych do skonstruowania nowego przekroju geologicznego, scharakteryzowania i rozpozniomowania osadów czwartorzędowych oraz uchwycenia powiązania czwartorzędu z mio-pliocenem. Nowsze w stosunku do Mapy geologicznej Polski 1:200 000 materiały wiertnicze dostarczyły danych do wprowadzenia korekty występowania osadów mio-pliocenu i zmian w obrazie ukształtowania powierzchni podczwartorzędowej.

Zrealizowany program badań nie pozwolił jednak na wyjaśnienie do końca pewnych zagadnień. Mimo intensywne poszukiwań nie znaleziono odpowiednich do badań palinologicznych, paleontologicznych i chronostratygraficznych (datowań metodą radiowęglową) osadów, które zwykle stanowią przewodnie poziomy stratygraficzne w rekonstruowaniu zdarzeń paleogeograficznych na danym terenie. Wnioskowanie stratygraficzne odnośnie poziomów glin zwałowych nie ułatwiał brak możliwości zastosowania datowań wieku bezwzględne metodą TL. Braki metodologiczne termoluminescencyjne określenia wieku bezwzględne osadów były przyczyną ich skreślenia z realizacji już na etapie opracowywania projektu badań dla arkusza Koźminek. Poza tym w zakresie czwartorzędu podejmowane badania winny zmierzać do wyjaśnienia braku osadów preglacjalnych i poszukiwania „ciepłych” organicznych utworów interglacjalów wielkiego i eemskiego. Nowych danych do stratygrafii neoplejstocenu należy oczekiwać po podjęciu ewentualnych szerszych badań nad osadami zbiorników interglacjalu lubawskiego.

Opracowano
na Wydziale Nauk Geograficznych
Uniwersytetu Łódzkiego

Zakład Kartografii Geologicznej
Struktur Płytkich
Państwowego Instytutu Geologicznego
w Warszawie

Łódź, 2007 r.

LITERATURA

- Ar eń B . , 1964 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 11. Trzeciorzęd. Inst. Geol., Warszawa.
Ba l iń s k i W . , 1999 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Błaszki (660; wraz z Objasńnieniami).
Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Baraniecka M. D., Goździk J. S., Ziomek J., 1995 — Lithologic, mineralogic and petrographic composition of tills from vicinity of Bełchatów. *Acta Geogr. Lodz.*, 68.
- Baranowski J., Mańkowska A., 1972 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kalisz, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Baranowski J., Mańkowska A., 1973 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kalisz, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Baranowski J., Mańkowska A., 1979 — Objasnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kalisz. Inst. Geol. Warszawa.
- Bezowska G., 1986 — Struktura i typy geokompleksów w środkowej części Niziny Południowowielkopolskiej. *Acta Geogr. Lodz.*, 54.
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, 14, 4.
- Ciuk E., 1982 — Sprawozdanie z badań geologiczno-poszukiwawczych złóż węgla brunatnego w rejonie Lututowa, woj. sieradzkie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., 1969 — Stratygrafia liasu w Polsce zachodniej. *Pr. Inst. Geol.*, 57.
- Dadlez R., Marek S., 1969 — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńskiego-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. Wyd. Geol., Warszawa.
- Dąbrowski S., 1991 — Rozwój doliny Prosnicy w plejstocenie. W: Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych. Wyd. Nauk. UAM, Poznań. *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., 1951 — 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. 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.

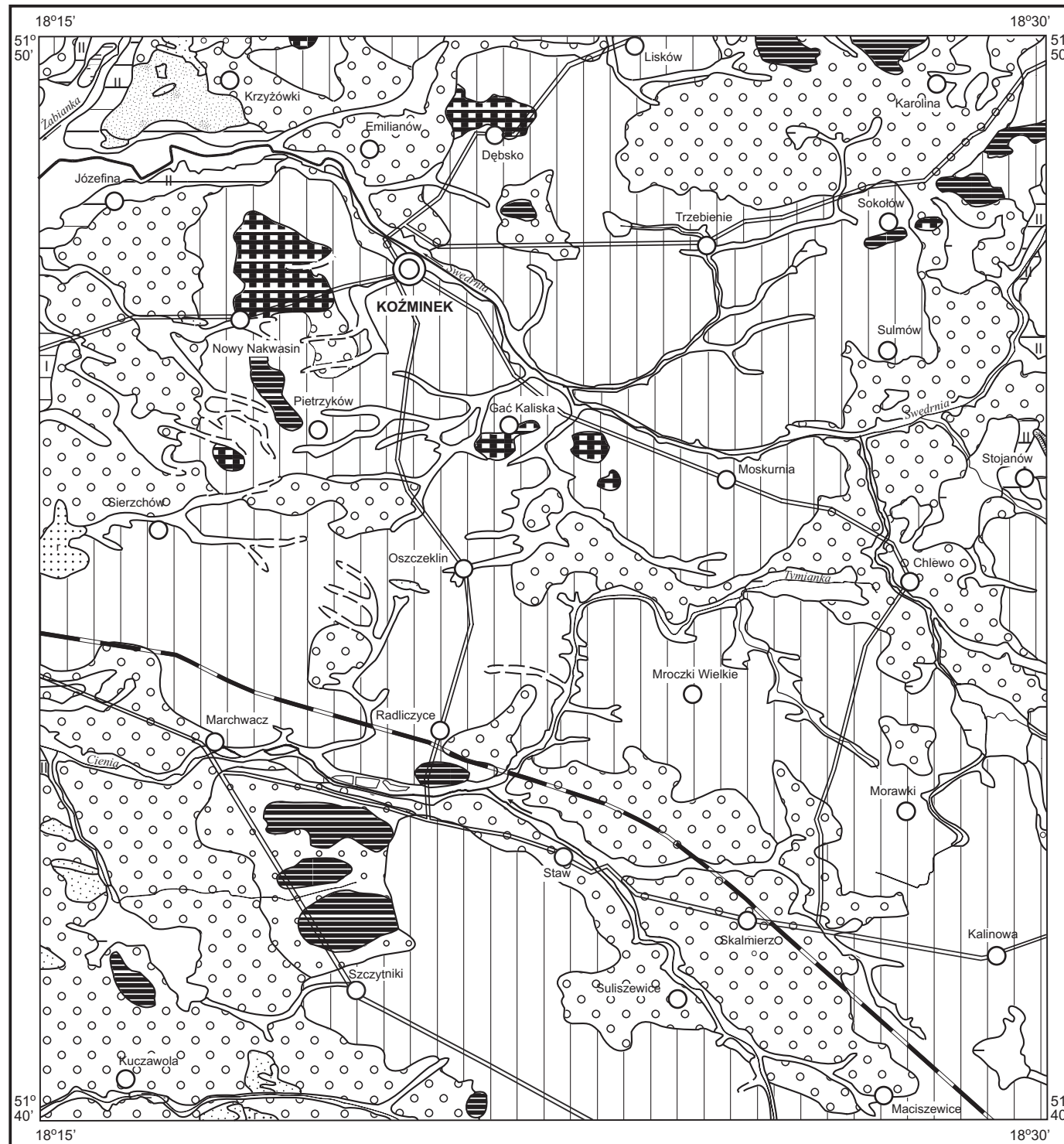
- Kl at k o w a H . , 1972 — Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego. *Acta Geogr. Lodz.*, 28.
- Kl at k o w a H . , 1993a — Niektóre cechy glacialnych osadów Warty w Środkowej Polsce. *Acta Geogr. Lodz.*, 65.
- Kl at k o w a H . , 1993b — Uwagi o strukturach glacialnych i ich morfologicznym wyrazie w strefie zlodowacenia warciańskiego Polski Środkowej i Zachodniej. *Acta Geogr. Lodz.*, 65.
- Kl at k o w a H . , Z a ł o b a M . , 1992a — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Warta (624). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kl at k o w a H . , Z a ł o b a M . , 1992b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Warta (624). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kl i m a s z e w s k i M . , K r y g o w s k i B . , 1951 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Wrocław, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- K ł a p c i ń s k i J . , 1964 — Paleogeografia cechsztynu monokliny przedsudeckiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **34**, 4.
- K o n d r a c k i J . , 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- K o w a l s k a A . , 1960 — Paleomorfologia powierzchni podplejstoceniowej niżowej części dorzecza Odry. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 21.
- K o z a r s k i S . , 1981 — Stratygrafia i chronologia wistulianu Niziny Wielkopolskiej. *Ser. Geogr.*, **6**.
- K o z a r s k i S . , N o w a c z y k B . , R o t n i c k i K . , T o b o l s k i K . , 1969 — The eolian phenomena in West-Central Poland with special reference to the chronology of phases of eolian activity. *Geogr. Pol.*, 17.
- K r z e m i ń s k i T . , 1974 — Geneza młodoplejstoceniowej rzeźby glacialnej w dorzeczu środkowej Warty. *Acta Geogr. Lodz.*, 33.
- K r z e m i ń s k i T . , 1997 — Cechy rozwoju i zaniku lądolodu warciańskiego w Środkowej Polsce. *Acta Univ. Lodz. Folia Geogr. Phys.*, 1.
- K r z e m i ń s k i T . , B e z k o w s k a G . , 1986 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Widawa (698). Inst. Geol., Warszawa.
- K r z e m i ń s k i T . , B e z k o w s k a G . , 1987 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Widawa (698). Inst. Geol., Warszawa.
- K r z e m i ń s k i T . , P a p i ń s k a E . , 1993 — Ukształtowanie powierzchni i geneza rzeźby. W: Środowisko geograficzne Polski Środkowej. Wyd. Uniw. Łódź., Łódź.
- K r z e m i ń s k i T . , Ś w i e r c z e w s k a A . , U c h m a n J . , 1993 — Udział skał lokalnych w utworach wodnolodowcowych Środkowej Polski. *Acta Geogr. Lodz.*, 65.
- K u c h a r s k a S . , 1997 — Dokumentacja badań geoelektrycznych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Koźminek. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a n i k o w s k a B . , 1985 — O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Środkowej. *Acta Geogr. Lodz.*, 52.
- M a ń k o w s k a A . , 1987 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kotwasice (586). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a ń k o w s k a A . , G o g o ł e k W . , 1988 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kotwasice (586). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a r e k S . , Z n o s k o J . , 1972 — Historia rozwoju geologicznego Kujaw. *Kwart. Geol.*, **16**, 2.
- N o w a c z y k B . , 1986 — Wiek wydm, ich cechy granulometryczne i strukturalne a schemat cyrkulacji atmosferycznej w Polsce w późnym wistulianie i holocenie. Wyd. Nauk. UAM, Poznań. *Ser. Geogr.*, 28.

- Pożaryski W., 1964 — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **8**, 1.
- Rotnicka J., Rotnicki K., 1979 — Warunki naturalne rozwoju regionu. W: Województwo kaliskie. Poznań.
- Rotnicki K., 1966 — Rzeźba Wzgórz Ostrzeszowskich jako rezultat rozwoju stoku podczas Würmu. *Pr. Komis. Geogr.-Geol. Wydz. Mat.-Przyrod. Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, **5**, 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 Prosny i ich paleohydrologiczna interpretacja. *Ser. Geogr.*, 43. Wyd. UAM, Poznań.
- Rotnicki K., Tobolski K., 1969 — Główne fazy działalności procesów wydmotwórczych w Kotlinie Grabowskiej na podstawie stratygrafii wydm w Węglewicach. W: Procesy i formy wydmowe w Polsce. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 75.
- Sokołowski J., 1967 — Charakterystyka geologiczna i strukturalna obszaru przedsudeckiego. *Geol. Sudet.*, 3.
- Sokołowski J., 1970 — Ropo- i gazonośność obszaru przedsudeckiego na tle budowy geologicznej. 3. Atlas geostrukt. i naft. 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 Polski. **4**. Tektonika. 1. Niż Polski. Inst. Geol., Warszawa.
- Tobolski K., 1966 — Późnoglacialna i holocenijska historia roślinności na obszarze wydmowym w dolinie środkowej Prosny. *Pr. Kom. Biol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, **32**, 1.
- Walkiewicz Z., 1984 — Trzeciorzęd na obszarze Wielkopolski. Wyd. Nauk. UAM, Poznań. *Ser. Geol.*, 10.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Koźminek (623)

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

Tarasy kemowe

Ozy

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

Wydmy

Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych

Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych:
I — wyższe, II — niższe

Formy denudacyjne

Suche doliny

Dolinki denudacyjne

Formy jeziorne

Równiny jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

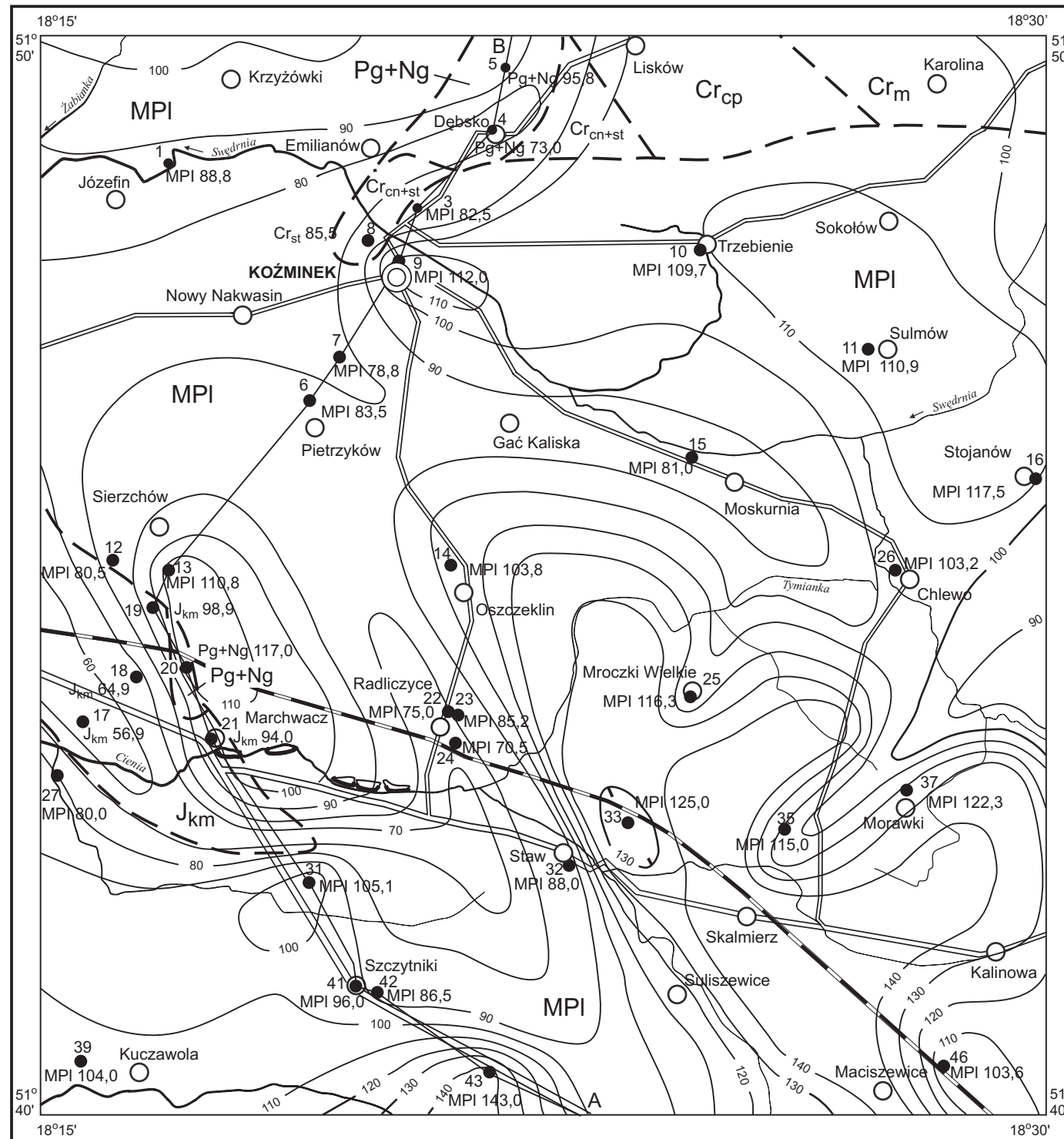
Równiny torfowe

Opracowali: W. BALIŃSKI, J. ZIOMEK

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Koźminek (623)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



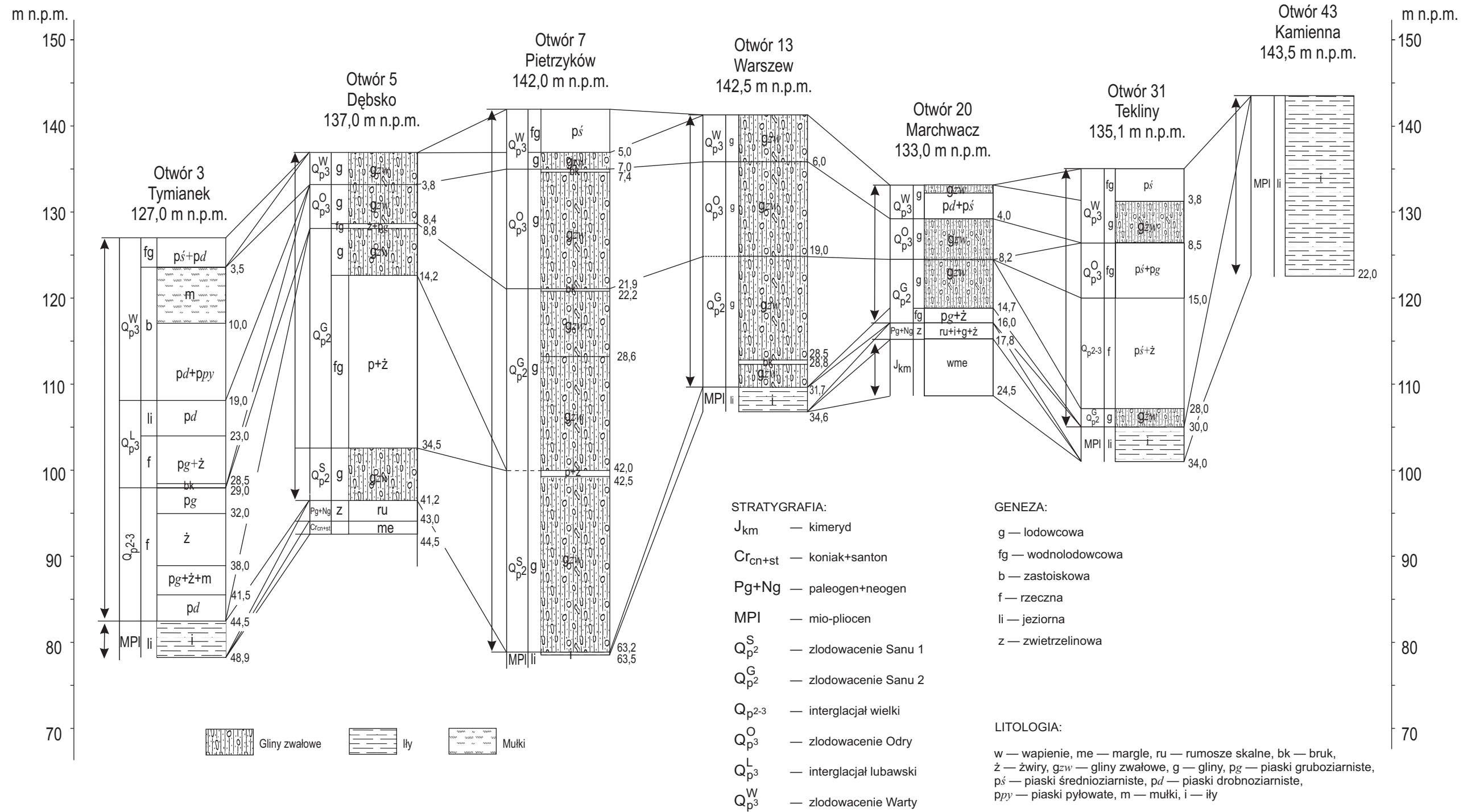
| | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------|---|---------------|
| NEOGEN | MIO-PLIOCEN | MPI | Iły, mułki i piaski | |
| PALEOGEN+NEOGEN | | Pg+Ng | Rumosze skalne, iły i gliny zwietrzelinowe | |
| KREDA | KREDA GÓRNA | Cr _m | Opoki, margle, wapienie i gezy | MASTRYCHT |
| | | Cr _{cp} | Opoki, opoki z czertami, margle i wapienie | KAMPAN |
| | | Cr _{cn+st} | Wapienie, wapienie z czertami, opoki i margle | KONIAK+SANTON |
| JURA | JURA GÓRNA | J _{km} | Wapienie i margle | KIMERYD |

- Granice geologiczne
- 100 — Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
- 11 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: MPI — mio-pliocen, Pg+Ng — paleogen+neogen, Cr_{cn+st} — koniak+santon, J_{km} — kimeryd; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu, w m n.p.m.)
- A — B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

Opracowali: W. BALIŃSKI, J. ZIOMEK

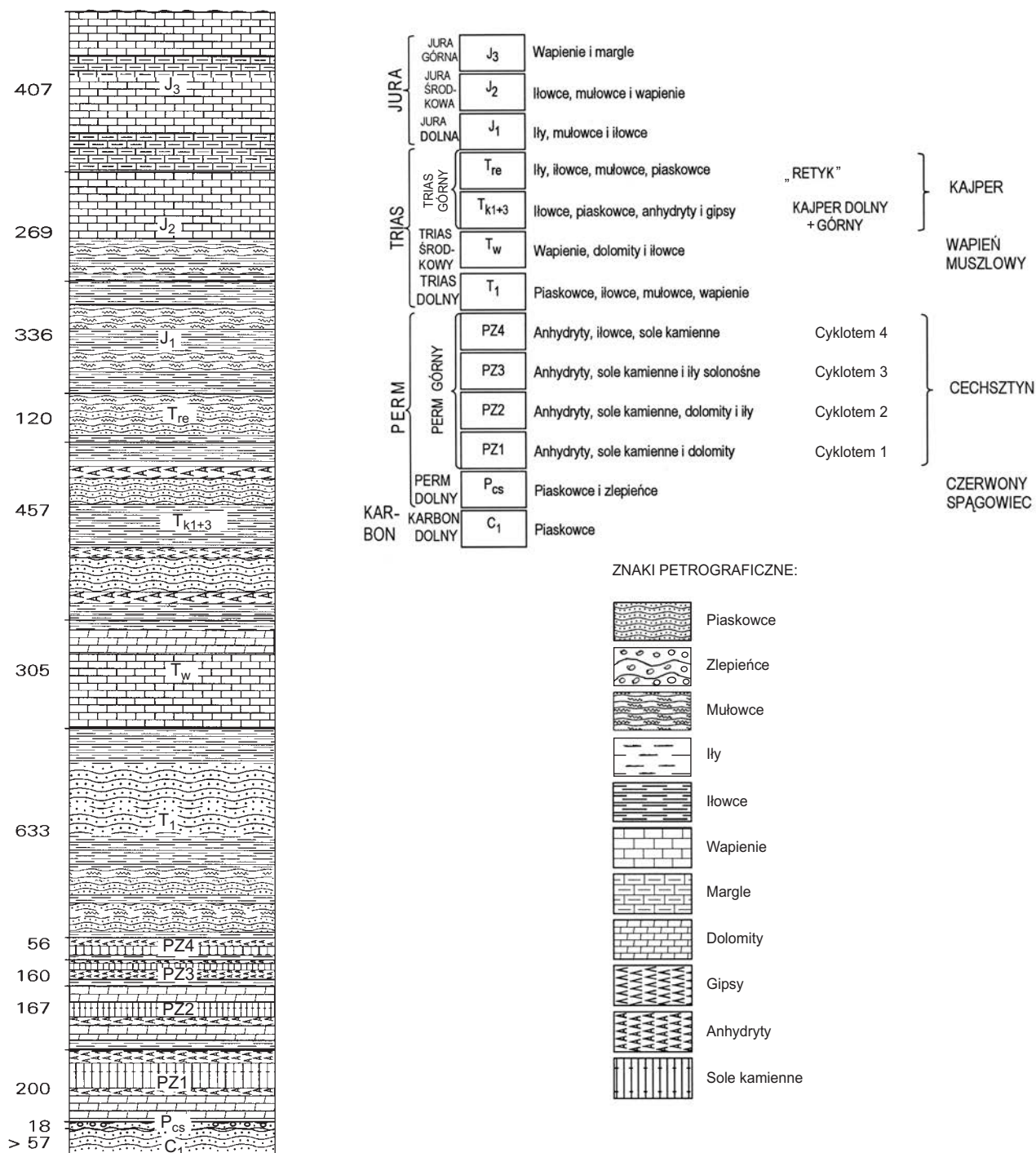


**ZESTAWIENIE OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP
(KARTOGRAFICZNYCH)**



Opracowali: J. ZIOMEK, W. BALIŃSKI

PROFIL GEOLOGICZNY UTWORÓW STARSZYCH OD KREDY



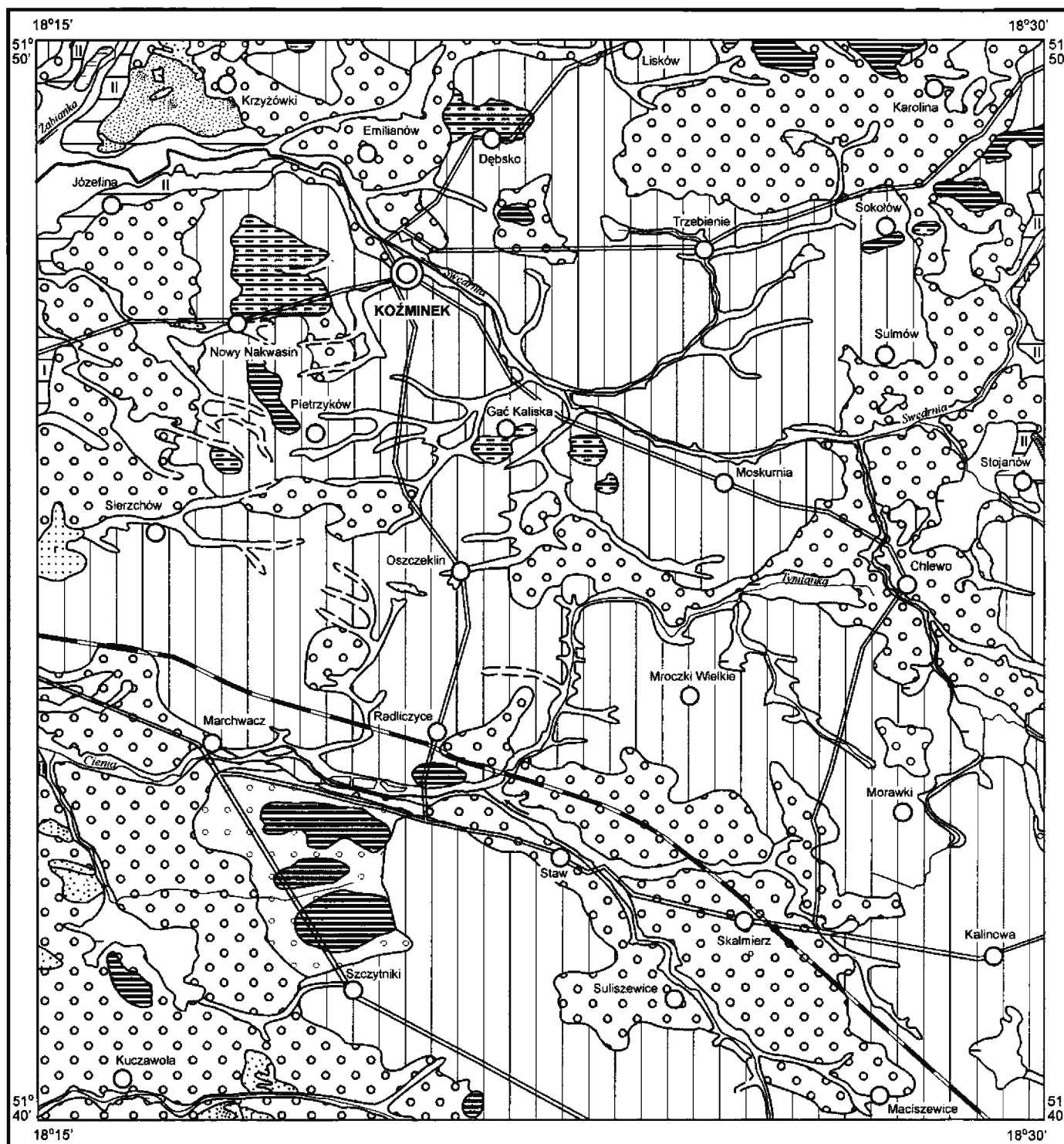
U w a g a: miąższości podano w metrach

Opracowali: J. ZIOMEK, W. BALIŃSKI

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Koźminek (623)

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

Tarasy kemowe

Ozy

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

Wydmy

Równiny płasków przewianych

Formy rzeczne

Dna dolin rzecznych

Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych:
I — wyższe, II — niższe

Formy denudacyjne

Suche doliny

Dolinki denudacyjne

Formy jeziorne

Równiny jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

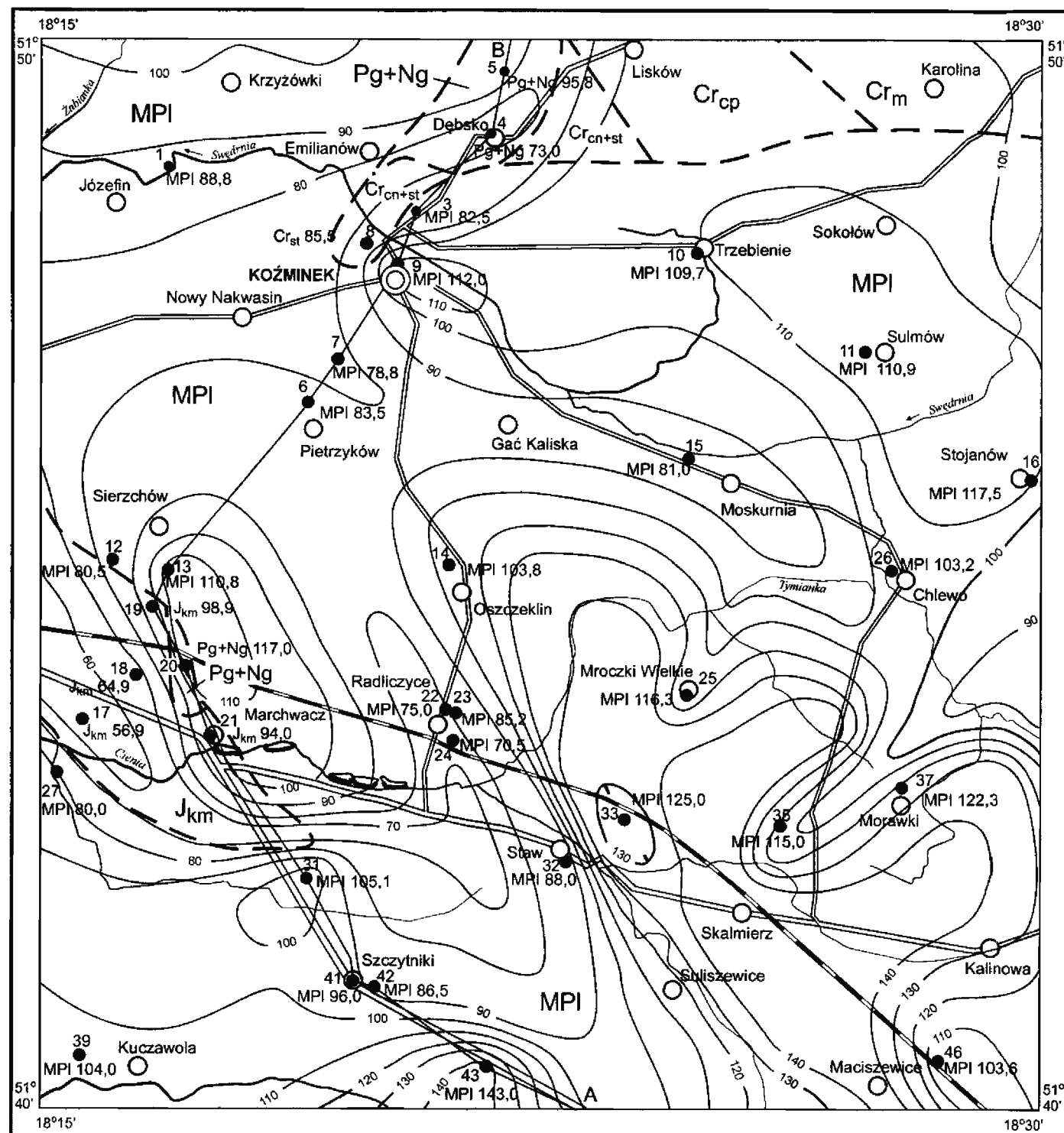
Równiny torfowe

Opracowali: W. BALIŃSKI, J. ZIOMEK

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Koźminek (623)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

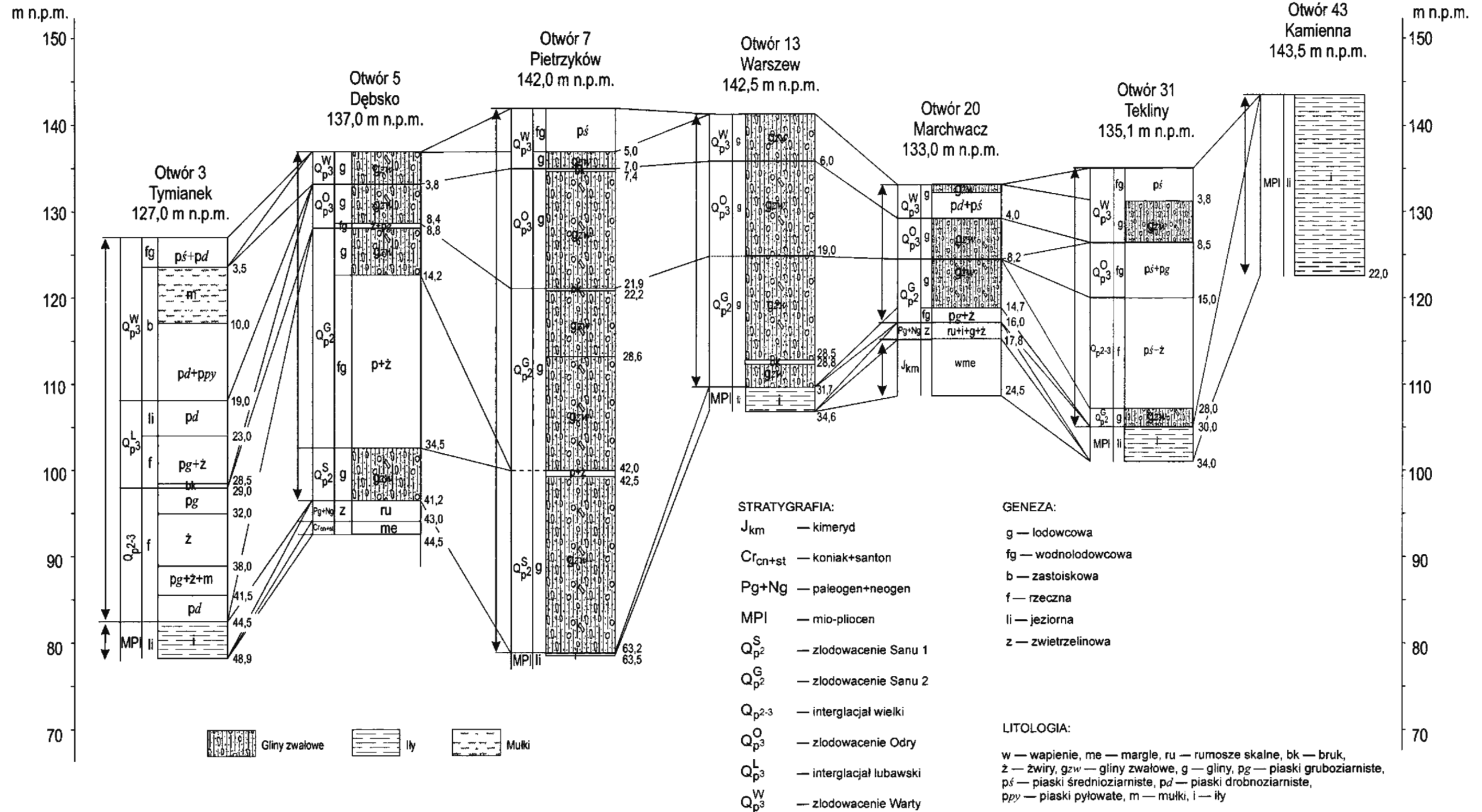


| | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------|---|---------------|
| NEOGEN | MIO-PLIOCEN | MPI | Iły, mułki i piaski | |
| PALEOGEN+NEOGEN | | Pg+Ng | Rumosze skalne, iły i gliny zwietrzelinowe | |
| KREDA | KREDA GÓRNA | Cr _m | Opoki, margle, wapienie i gezy | MASTRYCHT |
| | | Cr _{cp} | Opoki, opoki z czertami, margle i wapienie | KAMPAN |
| | | Cr _{cn+st} | Wapienie, wapienie z czertami, opoki i margle | KONIAK+SANTON |
| JURA | JURA GÓRNA | J _{km} | Wapienie i margle | KIMERYD |

- Granice geologiczne
- 100— Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
- 11 ● Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: MPI — mio-pliocen, Pg+Ng — paleogen+neogen, Cr_{cn+st} — koniak+santon, J_{km} — kimeryd; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu, w m n.p.m.)
- A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

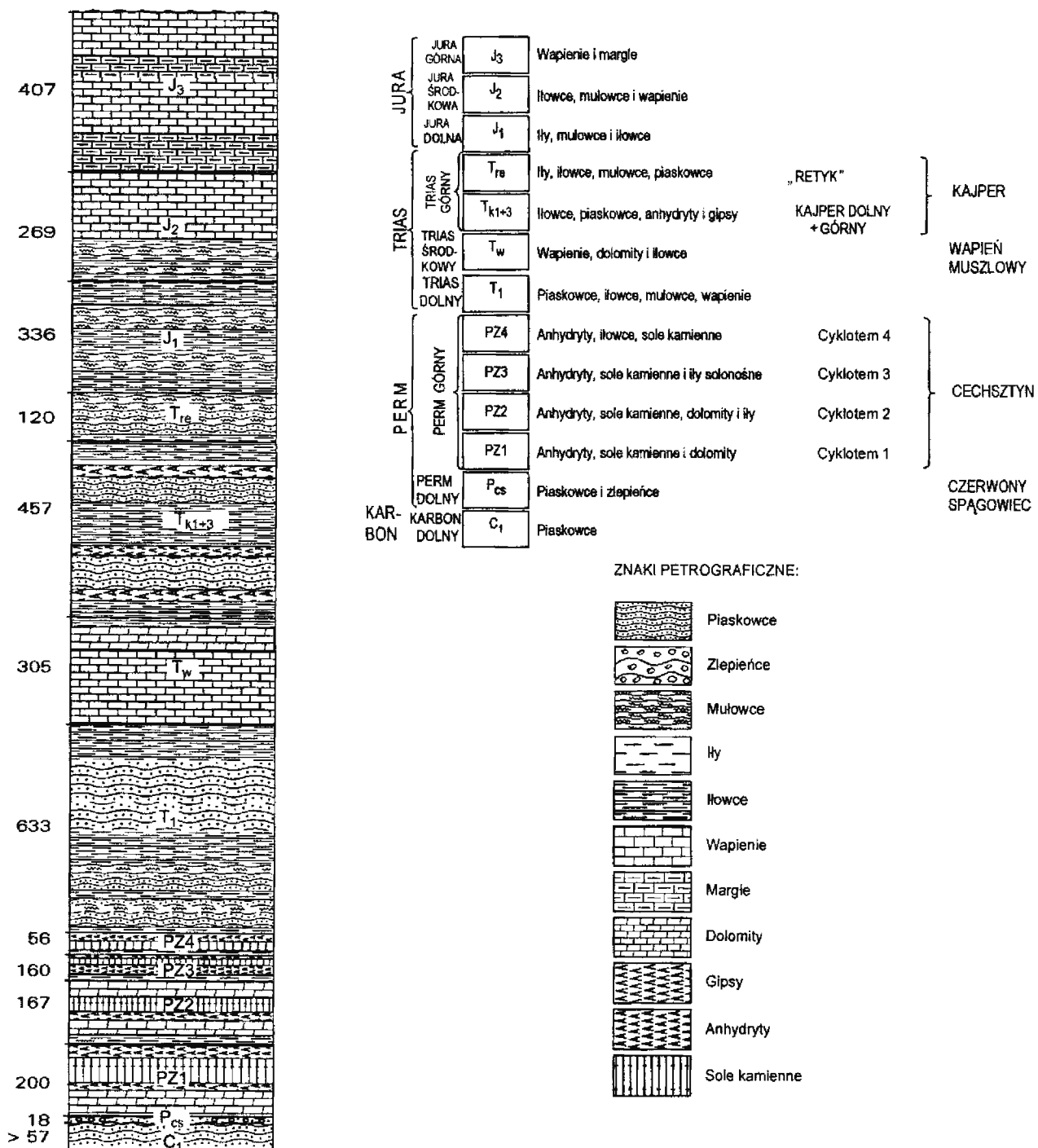
Opracowali: W. BALIŃSKI, J. ZIOMEK

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



Opracowali: J. ZIOMEK, W. BALIŃSKI

PROFIL GEOLOGICZNY UTWORÓW STARSZYCH OD KREDY



Uwaga: miąższości podano w metrach

Opracowali: J. ZIOMEK, W. BALIŃSKI