



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

MARIA DANUTA BARANIECKA

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — W. MORAWSKI
Koordynator regionu Polski środkowej — D. GAŁĄŻKA

OBJAŚNIENIA DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Kłodawa (515)
(z 2 fig., 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 2012

Autor: Maria, Danuta BARANIECKA
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Redakcja merytoryczna: Zofia STAŃCZAK

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
prof. dr hab. Jerzy NAWROCKI

ISBN 978-83-7538-901-2

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2012

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	11
A. Stratygrafia.	11
1. Perm	12
a. Perm górny	12
Cechsztyń	12
2. Trias.	13
a. Trias górny	13
Kajper	13
3. Jura	14
a. Jura dolna	14
b. Jura środkowa.	14
c. Jura górna	15
4. Kreda	16
a. Kreda dolna	16
b. Kreda górna	16
5. Neogen	17
a. Miocen	17
b. Pliocen	18
6. Czwartorzęd	18
a. Plejstocen	18
Zlodowacenia południowopolskie	19
Zlodowacenie Sanu 1	19
Interglacjał ferdynandowski	19
Zlodowacenie Sanu 2	20
Interglacjał wielki	20
Interglacjał mazowiecki	20
Zlodowacenia środkowopolskie	21
Zlodowacenie Odry	21

Interglacja lubawski (lubelski)	21
Zlodowacenie Warty	21
Interglacja eemski	23
Zlodowacenia północnopolskie	23
Zlodowacenie Wisły	23
b. Czwartorzęd nierozdzielony	24
c. Holocen	24
B. Tektonika i rzeźba powierzchni podczwartorzędowej	25
C. Rozwój budowy geologicznej	26
IV. Podsumowanie	32
Literatura	33

SPIS TABLIC

- Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000
- Tablica II — Szkic geologiczny odkryty w skali 1:100 000
- Tablica III — Przekrój geologiczny C–D
- Tablica IV — Przekrój geologiczny E–F

I. WSTĘP

Obszar arkusza Kłodawa Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 (SMGP) wyznaczają współrzędne geograficzne: 18°45'–19°00' długości geograficznej wschodniej i 52°10'–52°20' szerokości geograficznej północnej. Ma on powierzchnię około 317 km².

Według regionalnego podziału Polski (Kondracki, 2002) północna część terenu badań położna jest na obszarze Pojezierzy Południowobałtyckich, w południowo-wschodniej części Pojezierza Wielkopolskiego, na Pojezierzu Kujawskim, a część południowa na obszarze Nizin Środkowopolskich, w północno-wschodniej części Niziny Południowowielkopolskiej, na Wysoczyźnie Kłodawskiej. Pod względem administracyjnym większa część terenu arkusza znajduje się we wschodniej części województwa wielkopolskiego, w obrębie powiatu kolskiego (gminy: Przedecz, Kłodawa, Chodów, Olszówka, Grzegorzew, Babiak i Koło). Niewielki fragment północno-zachodniej części leży w obrębie województwa kujawsko-pomorskiego, w powiecie włocławskim (gmina Izbica Kujawska), a południowo-wschodnie naroże w województwie łódzkim, w powiecie łęczyckim (gmina Grabów). W środkowej części omawianego obszaru znajduje się miasto Kłodawa (7 tys. mieszkańców).

Na obszarze arkusza dominują tereny rolnicze (90%). Jedyne w północno-zachodniej i zachodniej części, w rejonie miejscowości Marynki, rozciągają się większe kompleksy leśne, tzw. Królewski Las i Szlachecki Las.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane zgodnie z projektem badań zatwierdzonym przez Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (KZK/012/80/P/93) 28 września 1993 r., przez Marię Danutę Baraniecką z Państwowego Instytutu Geologicznego (PIG) w latach 1993–1997. W 2009 r. Dariusz Grabowski (PIG) i Joanna Mirosław-Grabowska (Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk) uzupełnili materiały źródłowe o profile nowych otworów oraz uzupełnili i dostosowali Objaśnienia i załączniki do Objaśnień, do wymogów Instrukcji opracowania i wydania Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 z 2004 r.

Prace geologiczno-zdjęciowe i obserwacje geomorfologiczne były prowadzone przez M.D. Baraniecką i częściowo przez M. Krawczyka w latach 1994–1997. Skartowano obszar całego arkusza, wykonując około 500 punktów dokumentacyjnych, w większości sond ręcznych. Wybrane punkty dokumentacyjne umieszczone na mapie geologicznej przedstawiono w tabeli 1.

Badany obszar charakteryzuje się niewielką ilością odsłonień. Niektóre z nich, o głębokości maksymalnie do 10 m, zostały zaznaczone na mapie jako piaskownie-żwirownie lub piaskownie.

Tabela 1
Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych (sond)

Numer punktu dokumentacyjnego		Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym			
1	302	Korzecznik	115,0	3,0
2		Kęcerzyn	118,0	1,0
3		Katarzyna	114,5	1,0
4	510	Katarzyna	113,5	2,2
5	332	Leszcze	117,0	3,0
6	29	Kobylata	118,0	3,0
7	34	Kobylata	119,9	3,0
8	12	Dziwie	118,8	3,0
9	533	Kłokoczyn	118,8	2,0
10	14	Dziwie	120,1	2,5
11	20	Janówek	98,0	2,0
12	443	Barłogi	98,0	2,0
13	456	Barłogi	102,0	2,0
14	342	Felicjanów	115,0	3,0
15	439	Grzegorzów	112,3	2,0
16	155	Zawadka	112,0	1,8
17	158	Zawadka	112,4	2,2
18	303	Krzewata	126,3	3,0
19	3,16	Olszówka	115,1	3,0

W celu uściślenia granicy pomiędzy glinami zwałowymi zlodowaceń Wisły i Warty przeprowadzono badania litologiczno-petrograficzne osadów z pięciu stanowisk badawczych (Kenig, 1996). Porównawczą analizę palinologiczną utworów czwartorzędowych z Maliszewka (poza arkuszem) wykonała Janczyk-Kopikowa (1996).

Podczas opracowywania budowy geologicznej obszaru arkusza Kłodawa wykorzystano także profile 224 otworów wiertniczych (archiwalnych), w tym 115 otworów hydrogeologicznych, 91 – badawczych i 18 – surowcowych (na mapie geologicznej zaznaczono 143). W większości były one wykonane w celu zbadania budowy

wysadu solnego, m.in. wiercenia badawcze struktury Izbica–Kłodawa–Łęczycza, wiercenia na podstawie których udokumentowano zwierciadło solne i złoża soli, a także otwory badawcze, w których stwierdzono osady miocenu z węglem brunatnym i jury środkowej z rudami żelaza. Najgłębsze otwory w Kłokoczynie (otw. 19 – głęb. 2778,0 m) i w Tarnówce (otw. 131 – głęb. 3403,0 m) związane były z rozpoznaniem budowy Nizu Polskiego. Wykorzystano również: 13 dokumentacji złożowych (8 – kruszywa naturalnego, 4 – soli, 1 – węgla brunatnego) i 7 sprawozdań z badań geologiczno-poszukiwawczych.

Budowa geologiczna omawianego obszaru została w sposób ogólny przedstawiona na arkuszu Konin Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Mańkowska, 1974; Ciuk E., 1979; Ciuk, Mańkowska, 1981). W niniejszym opracowaniu omówiono problematykę występowania, wykształcenia i stratygrafii osadów czwartorzędowych oraz ich bezpośredniego podłoża w ujęciu kompleksowym.

W bezpośrednim sąsiedztwie arkusza Kłodawa opracowano następujące arkusze SMGP: na północny – arkusz Izbica Kujawska (Brzeziński, 2000), na północnym-wschodzie – arkusz Lubień Kujawski (Baraniecka, 1991, 1993), na wschodzie – arkusz Krośniewice (Domosławska, 1960a, 1968a), na południu – arkusz Dąbie (Nowacki, 1995, 1996), a na zachodzie – arkusz Koło (Szałamacha, 1997).

Warunki hydrologiczne omawianego terenu przedstawiono na Mapie Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Kłodawa (Trzeciakowska, Owczarczak, 2002). Wody podziemne zostały dobrze rozpoznane w utworach czwartorzędowych, neogeńskich, paleogeńskich i kredowych oraz słabiej w utworach jurajskich. Użytkowe poziomy wodonośne znajdują się w obrębie utworów czwartorzędowych – poziom wód gruntowych (miąższość 1–10 m) i poziom międzyglinowy (10–20 m miąższości). Utworami wodonośnymi są piaski i żwiry rzeczne interglacialnych dolin kopalnych oraz kompleksów fluwioglacjalnych. W piętrze neogeńskim większe znaczenie ma miocenijski poziom wodonośny, który stanowią piaski, lokalnie piaski pyłowate, występujące pod ilasto-mułkowymi utworami miocenu na głębokości 29–70 m. Poziom ten jest nieciągły i zawiera wody subarteryjskie. Kredowe piętro wodonośne występuje w spękanych wapieniach kredy górnej (w zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru) na głębokości 40–105 m. Warstwa ta zawiera również wody subarteryjskie. Jurajskie piętro wodonośne występuje na głębokości około 100 m w obrębie spękanych wapieni i dolomitów jury górnej.

Na badanym terenie został wyznaczony, przez wielu autorów, maksymalny zasięg lądolodu zlodowacenia Wisły (Lencewicz, 1927; Mikołajski, 1927; Łyczewska, 1960; Domosławska-Baraniecka, 1965, 1969b; Różycki, 1972; Baraniecka, 1989). Stratygrafia osadów czwartorzędowych została przedstawiona jedynie w opracowaniach o znaczeniu lokalnym (Domosławska-Baraniecka, 1961, 1969b, 1969c).

Osady paleogeńskie i neogeńskie zostały ogólnie przedstawione na arkuszu Konin Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Ciuk, 1979; Ciuk, Mańkowska, 1981) oraz w opracowaniach syntetycznych (Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1995). Szczegółowiej zostały rozpoziomowane profile

osadów miocenu i pliocenu na arkuszu Łęczycza, na południowy wschód od Kłodawy (Domosławska-Baraniecka, 1960b, 1968b).

Podłoże mezozoiczne wraz z wysadową strukturą permskiej serii solnej było przedmiotem badań lokalnych (Znosko, 1957a, 1957b; Różycki, 1958). Opisane zostało również w Budowie Geologicznej Polski (Pożaryski, 1952, 1974; Dadlez, Marek, 1969; Marek, 1971, 1977; Marek, Pajchłowa, 1997).

Złoża soli odwiercono w latach 1946–1947 (Karaszewski, 1948). Prace wiertnicze prowadzone po 1947 r. umożliwiły okonturowanie złoża i wykonanie pierwszego szybu kopalni w latach 1950–1951. Budowę wysadu permskiej serii solnej opracowali m.in. Baraniecki (1958a, 1958b), Poborski (1960), Poborski (Werner i in., 1960) oraz Wagner (1994).

Zagadnienia tektoniki poruszali Marek i Znosko (1972b), a tektoniki wysadów solnych – Znosko (1957b) i Tarka (1992) oraz Krzywiec (2004).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Północna część obszaru objętego arkuszem Kłodawa położona jest na Pojezierzu Kujawskim a południowa na Wysoczyźnie Kłodawskiej (Kondracki, 2009). Najwyższy punkt znajduje się w okolicy miejscowości Przedecz, w północno-wschodniej części terenu (136,1 m n.p.m.), a najniższy (około 92 m n.p.m.) – w dolinie rzeki Rgilewki, w południowo-zachodnim narożu obszaru arkusza. Deniwelacja bezwzględna powierzchni terenu wynosi około 44 m.

Na omawianym terenie wyróżniają się główne jednostki geomorfologiczne – wysoczyzny morenowe i obszary sandrowe. W obrębie tych jednostek występują mniejsze formy rzeźby, których rozmieszczenie przedstawiono na szkicu geomorfologicznym (tabl. I).

Największy obszar na powierzchni arkusza (około 80%) zajmuje wysoczyzna morenowa płaska z okresu zlodowacenia Warty. Występuje ona na wysokości 115,0–120,0 m n.p.m. i obejmuje południową i środkową część terenu. Powierzchnia wysoczyzny urozmaicona jest morenami czółowymi o wysokości względnej do kilku metrów. Pomiędzy wzgórzami występują niewielkie zagłębienia końcowe (wytopiskowe). Pozostałością dynamicznej działalności wód lodowcowych są wydłużone formy akumulacji szczelinowej położone wzdłuż brzegów dolin Rgilewki (powyżej Kłodawy) i Olszówki. Tworzą one nieznaczne wzniesienia lub spłaszczenia w obrębie brzegów dolin, będących zarazem denudacyjnymi stokami wysoczyzny.

W północnej części obszaru wysoczyzna polodowcowa falista wznosi się powyżej 120,0 m n.p.m. Jej powierzchnia jest bardzo urozmaicona na skutek działalności wód roztopowych w okresie zlodowacenia Wisły. Jest to obszar tzw. młodej rzeźby polodowcowej. Na wysoczyźnie, w tej

części terenu, występuje wiele małych i kilka większych wznóżeń moren czołowych oraz zagłębienia bezodpływowe (wytopiska pochodzenia glacialnego).

Na północ od Kłodawy (w kierunku Przedeczy) zaznaczono kilka niewielkich moren czołowych prawdopodobnie wyznaczających zarys małego lobu wypustowego (Boulton i in., 2001; Dzierżek, 2009; Andrzejewski, Molewski, 2007) powstałego w tym rejonie podczas ostatniego zlodowacenia. Przypuszczalnie w strefie brzeżnej lądolodu doszło do niewielkiej szarży ubogiego w materiał skalny lodowca wypustowego, do czego mogło przyczynić się wyjątkowo mobilne podłoże w bliskim sąsiedztwie wysadu solnego.

Powierzchnia wysoczyzny falistej rozcięta jest licznymi rynnami subglacialnymi o stromych krawędziach. Niektóre rynny są przepływowe, a w niektórych znajdują się jeziora, np. Kórceznik, Kęcerskie i Przedecz.

Równiny sandrowe rozciągają się w zachodniej i północnej części terenu arkusza na wysokości około 100–125 m n.p.m. i położone są między fragmentami wysoczyzny i rynnami polodowcowymi. W północnej części są to równiny wysoczyznowe tworzące wyższy poziom sandrowy (115,0–125,0 m n.p.m.) z nasadami stożków napływowych wychodzącymi na starszą wysoczyznę z okresu zlodowacenia Warty. W części zachodniej, w kotlinie wykorzystywanej później przez Strugę Kielczowską, występuje niższy (100,0–115,0 m n.p.m.), ale bardziej rozległy poziom sandrowy. Ku południowi przechodzi on w tarasy rzeczne. Granicę tych form przyjęto wzdłuż doliny Rgilewki. Na powierzchni równin sandrowych lokalnie występują małe równiny zastoisowe.

W południowo-zachodniej części terenu arkusza znajdują się wydmy o maksymalnej wysokości kilku metrów. Przeważnie pozostały po nich jedynie nieregularne wały – nie do końca wykształcone wydmy paraboliczne. W innych częściach obszaru formy eoliczne występują sporadycznie.

Wysoczyzna morenowa płaska rozcięta jest przez doliny Rgilewki i Olszówki. Dnami są przeważnie wąskie. W nielicznych rozszerzeniach występują torfowiska lub zabagnienia, a w najwyższym odcinku doliny Olszówki znajduje się niewielki fragment jeziornej.

W dolinach rzecznych wyróżnić można nieciągłe powierzchnie tarasów akumulacyjnych. Zbocza dolin są jednocześnie długimi stokami wysoczyzny o łagodnych profilach denudacyjnych. Podobny charakter mają dwie doliny zaczynające się u ujścia rynien w strefie młodego krajobrazu polodowcowego, w północnej części terenu. Dolina położona we wschodniej części koło Dzierzbic ma przebieg południkowy i łączy się z doliną Rgilewki. Dolina występująca koło Bierzwiennej ma przebieg zbliżony do równoleżnikowego. Dolina Rgilewki składa się z trzech odrębnych odcinków. W pierwszym, o kierunku SE–NW, jej dno znajduje się około 10 m poniżej powierzchni wysoczyzny. Drugi, w okolicy Kłodawy, przybiera kierunek równoleżnikowy, lekko roz-

szerza się i ma 15–20 m głębokości. Trzeci, w zachodniej części terenu, łączy się z dolinami Strugi Kiełczowskiej (od północy) i Orłówki (od południa).

Niektóre elementy rzeźby wykazują zależność od budowy podłoża, a zwłaszcza od występującego w podłożu wysadu solnego, co przejawia się wyraźną kierunkowością form. W osiowej strefie wysadu grupują się najwyższe partie wysoczyzny, np. grzbiet między Kłodawą a Straszkówkiem o wysokości około 128 m n.p.m. W podłożu na wysokości 93,1 m n.p.m. znajduje się tutaj czapa wysadu solnego. Przykryta jest ona osadami czwartorzędowymi o najmniejszej miąższości (35 m). Od tego miejsca pasmo kulminacji ciągnie się zarówno ku południowemu wschodowi, jak i północnemu zachodowi. Najdalej na północ wysunięty jest fragment wysoczyzny koło Rysin, o wysokości około 124 m n.p.m. Jest to były nunatak otoczony niżej leżącymi formami i utworami młodszymi.

Strefa kulminacji rozcięta jest koło Kłodawy przez Rgilewkę i przez mniejszy ciek koło Bierzwiennej. Doliny te mają charakter przełomowy, co wyraża się zmianą kierunku doliny, wystromieniem zboczy, a także progami w profilu podłużnym. Ponadto ze zjawiskami tektonicznymi w czwartorzędzie (z migracją soli, ewentualnym wznoszeniem się wysadu i obniżeniem obocznych niecek) wiązać można inne linijne, ukierunkowane SE–NW, formy rzeźby równoległe do wysadu i położone na północno-wschodnim stoku. Może to być np. odcinek doliny Rgilewki powyżej Kłodawy i inne drobniejsze obniżenia ciągnące się na północny-zachód od Kłodawy w kierunku Bierzwiennej. Równoległe do wymienionych odcinków dolin występują wyżej wymienione pagórki akumulacji szczelinowej oraz ciąg niewielkich moren martwego lodu między Kłodawą a Łączówką.

Do form antropogenicznych wyraźnie zaznaczających się w terenie należą: kanały, wcięcia dróg, nasypy kolejowe, hałdy kopalni soli oraz piaszkownie – żwirownie i piaszkownie.

Na obszarze arkusza sieć rzeczna jest słabo rozwinięta. Głównym ciekim jest Rgilewka wraz z dopływem, przepływająca łukiem z południowego wschodu przez Kłodawę, na południowy zachód. Dolina tej rzeki jest bardzo urozmaicona, miejscami szeroka, a miejscami wąska do 3–4 m. Wzdłuż zachodniej granicy terenu arkusza płynie Struga Kiełczowska (będąca rowem melioracyjnym), która uchodzi do Rgilewki, a w południowej części ciek przepływający przez Olszówkę i uchodzący do Orłówki (lewobrzeżnego dopływu Rgilewki).

Część północno-zachodnia obszaru badań należy do Pojezierza Kujawskiego i znajduje się w zlewni rzeki Noteci. Występują tu liczne małe akweny i oczka polodowcowe oraz dwa jeziora: Jezioro Korzecznik o powierzchni 10,7 ha i Kęcerskie o powierzchni 6,1 ha. Jezioro Kęcerskie jest częściowo zarośnięte roślinnością wodną. Przy północnej granicy terenu występuje fragment jeziora Przedecz. Ponadto na omawianym terenie występują obszary podmokłe i torfowiska, powstające w wyniku zarastania jezior oraz wzdłuż niewielkich cieków.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Głównym przedmiotem badań geologicznych wykonanych w trakcie realizacji prac kartograficznych na obszarze arkusza Kłodawa były osady czwartorzędowe i podścielające je osady neogeńskie, paleogeńskie, mezozoiczne i permskie.

Najstarszymi skałami nawierconymi na omawianym terenie są utwory permskiej (cechsztyńskiej) serii solnej wchodzącej w skład struktury Izbica–Kłodawa–Łęczycza i tworzącej wysad kłodawski. Cechsztyńska seria solna została rozpoznana na obszarze arkusza w kilkudziesięciu otworach oraz w kopalni soli Kłodawa. Wysad solny przebija się przez utwory nadkładu (triasu, jury dolnej, środkowej i górnej oraz kredy dolnej i górnej). Od większości wymienionych ogniw mezozoiku oraz osadów neogenu i czwartorzędu oddziela go tzw. czapa wysadu. Położenie wysadu solnego kłodawskiego i sąsiadującego z nim – lubieńskiego, na południowo-zachodnim i północno-wschodnim brzegu kujawskiego odcinka wału środkowopolskiego, przedstawiono na [figurze 1](#).

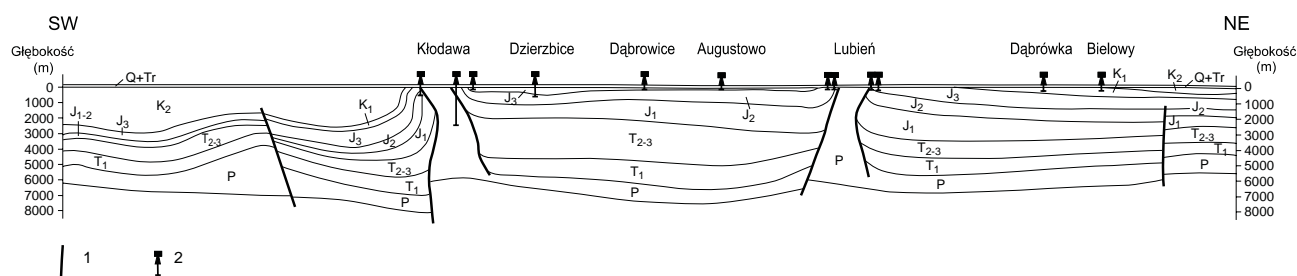


Fig. 1. Położenie wysadów solnych – kłodawskiego i lubieńskiego na brzegach kujawskiego odcinka wału środkowopolskiego (według Marka, w: Dadlez, Marek, 1969, uproszczone)

1 – struktury tektoniczne, 2 – otwory wiertnicze, Q+Tr – czwartorzęd+trzeciorzęd (paleogen+neogen),
K₂ – kreda górna, K₁ – kreda dolna, J₃ – jura górna, J₂ – jura środkowa, J₁ – jura dolna,
J₁₋₂ – jura dolna–jura środkowa, T₂₋₃ – trias środkowy–trias górny, T₁ – trias dolny, P – perm

Utwory nadkładu zostały opisane ogólnie w niniejszym tekście i przedstawione na szkicu geologicznym odkrytym ([tabl. II](#)). Właściwa seria solna nie została pokazana na szkicu, gdyż występuje pod osadami tworzącymi czapę wysadu. Wychodnie triasu występują na skłonach struktury solnej. W dwóch otworach, bezpośrednio pod czwartorzędem, natrafiono na utwory jury dolnej (otw. 6 i 101). Utwory jury środkowej są przykryte utworami neogeńskimi, a utwory jury górnej pokazane są na szkicu ([tabl. II](#)) jedynie na podstawie interpretacji przekrojów geologicznych (roboczych). Na osady kredy dolnej natrafiono bezpośrednio pod osadami czwartorzędowymi w otworze 1, natomiast z utworów kredy górnej zbudowane jest podłoże czwartorzędu na znacznych obszarach w południowo-zachodniej części terenu.

Osady paleogenu (paleocenu) to być może utwory stwierdzone w otworze 2 na głębokości 106,8 m oraz seria rumoszy skalnych, występujących pod osadami miocenu lub na wtórnym złożu w miocenie (otw. 108, 111 – tabl. III).

Osady neogenu leżące powszechnie na bogato urzeźbionej powierzchni mezozoiku zostały rozpoziomowane na podstawie cech litologicznych, a ich stratygrafię określono jedynie korelując je z osadami występującymi na obszarach sąsiednich. Wobec braku bezpośrednich danych zastosowano tradycyjny podział: do miocenu zaliczono serie piaszczyste i ilasto-mułkowe z warstwami węgla brunatnego, a do pliocenu tzw. serię iłó w pstrych z podrzędnie występującymi piaskami drobnoziarnistymi i sporadycznie mułkami.

Osady czwartorzędu zostały rozpoziomowane na podstawie cech litologicznych i facjalnych z uwzględnieniem cech morfologicznych. Wyniki badań litologiczno-petrograficznych potwierdziły przebieg linii zasięgu ostatniego zlodowacenia wyznaczony podczas kartowania geologicznego.

1. Perm

a. Perm górny

Cechsztyń

Sole kamienne, sole potasowo-magnezowe, anhydryty i dolomity tworzą kłodawski wysad solny (fig. 2). Zbudowany jest on z utworów czterech cyklotemów i składa się z różnych warstw soli kamiennej z przewarstwieniami soli potasowo-magnezowych, anhydrytów, zubrów, iłó w i iłó w ców solnych (Poborski, 1960; Werner i in., 1960; Wagner, 1994). Łączna miąższość serii solnej szacowana jest na około 1400 m. W cyklotemie Z1 występują najstarsze sole kamienne, białawe o szacowanej miąższości około 100 m. W kolejnym (Z2) są dwa kompleksy solne – starszych soli kamiennych o miąższości ponad 200 m i soli szarych, przewarstwionych solami potasowo-magnezowymi o miąższości około 12 m. Cyklotem Z3 zawiera młodsze, średnio- i gruboziarniste sole kamienne (sól spągowa – 40–60 m miąższości oraz stropowa – 80–20 m miąższości), natomiast cyklotem Z4 – sole podścielające z przerostami anhydrytów o grubości 3 m oraz najmłodsze sole kamienne pomarańczowe i różowe o miąższości około 70 m. Zwierciadło solne jest urozmaicone morfologicznie i leży na głębokości 100–350 m (średnio ok. 250 m).

Czapa wysadu zbudowana z iłó w , iłó w ców , a n h y d r y t ó w z wytrąceniami g i p s ó w , kalcytu i zubrów przykrywa serię solną w stropie i na stokach nachylonych ku północnemu wschodowi, gdzie wyklinowuje się pod utworami triasu. Miąższość czapy waha się od 100 do 150 m, maksymalnie

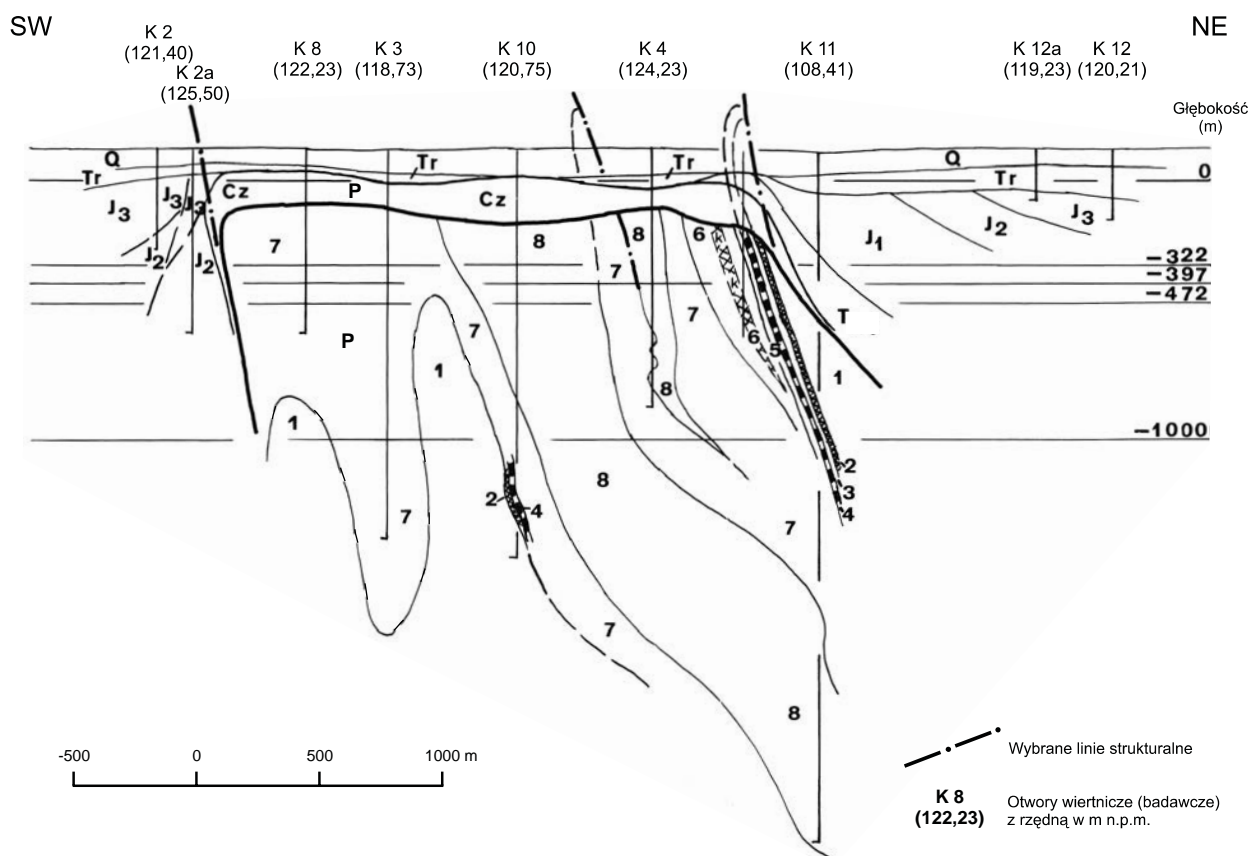


Fig. 2. Wewnętrzna budowa kłodzkiego wysadu solnego (według Poborskiego, w: Werner i in., 1960)

Sole najmłodsze: 8 – sole kamienne oraz czerwone iłowce solne i druzgoty soli;
 sole młodsze: 7 – sole oddziału górnego, 6 – sole oddziału środkowego z ławicą karnalitu (k),
 5 – sole oddziału dolnego, 4 – anhydryt główny, 3 – szary ił solny;
 sole starsze: 2 – sól potasowa, 1 – sól kamienna;
 Q – czwartorzęd, Tr – trzeciorzęd (paleogen+neogen), J₃ – jura górna, J₂ – jura środkowa,
 J₁ – jura dolna, T – trias (kajper), P – perm, Cz – czapa wysadu solnego

do 170 m. Występują dwa rodzaje czapy: iłowa z małą zawartością gipsów i gipsowa złożona z gipsów i anhydrytów z domieszką iłów (Werner i in., 1960). Są to utwory zwietrzelinowe – facja rezydualna cechsztynu.

2. Trias

a. Trias górny

Kajper

Iłowce, iłły: czerwone, wiśniowe, czekoladowe i szare, piaskowce hematytowe, druzgoty i wkładki soli kamiennych występują głównie na północno-wschodnim skłonie wysadu solnego, gdzie leżą w dyslokowanej pozycji. Są najstarszymi ze znanych ogniw mezozoiku, przez które przebiegał się wysad i są zapewne najbardziej zdeformowane. Podczas wznoszenia się wy-

sadu, występujące wokół niego utwory ilaste prawdopodobnie zostały rozwleczone i „rozsmarowane”. Mają one miąższość od kilku (otw. 53) do kilkunastu (otw.: 22, 33, 48, 53, 129, 143) i dwudziestu-kilku metrów (otw.: 54, 60, 106). W otworze 8 (tabl. IV) ich miąższość przekracza 30 m. Poza strukturą kłodawską osady triasu odwiercone zostały w Kłokocynie (otw. 19), gdzie mają największą miąższość i występują na głębokości 1805–2778 m. Od 1805 do 2085 m wyodrębniane są tam utwory retyku wykształcone w postaci iłowców wiśniowych o różnym stopniu zwięzłości i łupliwości, przechodzące ku górze w mułowce i piaskowce. Na głębokości 1810–1815 m i 1971–1974 m zanotowano obecność fauny (Nocoń, Jastrząb, 1990). Leżące niżej iłowce wiśniowe miejscami posiadają strukturę zlepieńcowatą i wtrącenia anhydrytów i pirytu. W ich spagu występują (2623–2628 m) dolomity, a niżej do głębokości 2778 m (o miąższości 150 m) zuber solny i sole kamienne.

3. Jura

a. Jura dolna

Jura dolna wykształcona jest w postaci piaskowców, mułowców i iłow szarych z fragmentami zwęglonych szczątków roślinnych. Bezpośrednio w podłożu czwartorzędu występują one ponad czapą wysadu w otworze 101 w Wólce Czepowej (K48) na głębokości od 54,0 do 157,5 m i osiągają miąższość 103,5 m. Ponadto zaburzone utwory tego wieku zlokalizowano bezpośrednio pod osadami neogenu, w otoczeniu wysadu, np. w otworze 5 w Marcjanowie (K63a), gdzie przewiercono je na głębokości 144,8–500,7 m (355,9 m) nie osiągając spagu. W sąsiednim otworze K63 (otw. 6) osady jury dolnej występują wprost pod utworami czwartorzędu, na głębokości od 163 m. Największą miąższość liasu (766 m) nawiercono poza strukturą kłodawską, w Kłokocynie (otw. 19). Wyróżniono tam wszystkie piętra stratygraficzne jury dolnej: hetang, synemur, plienschbach i toark (Nocoń, Jastrząb, 1990). Szczegółowo określono także wiek skał jury dolnej w Tarnówce (otw. 131) na plienschbach (domer) i toark. W tym otworze skały te mają miąższość minimum 156 m i występują na głębokości 3247,0–3403,0 m (głębokość spagu nie jest znana). Notowane są też lustra tektoniczne i upady o kątach od 10 do 24°, a także fauna esteriowa. Domieszki zwęglonych szczątków roślinnych i przemazy węgliste są opisywane w Marcjanowie (otw.: 4–6), gdzie występują także struktury zlepieńcowate. Wkładki dolomitów oraz węgla kamiennego stwierdzono w Kłokocynie (otw. 19).

b. Jura środkowa

Piaskowce, mułowce, ily, muszłowce syderytowe i syderytyczne, syderyty, wapienie (skrzemieniałe) oraz dolomity, krzemienie i czerty (w stropie) zostały nawiercone w kilku otworach. Pełny profil i kontakt z osadami jury dolnej w spagu i jury górnej w stropie stwierdzono w Kłokocynie (otw. 19) i Tarnówce (otw. 131). Miąższość

utworów jury środkowej wynosi 370,5 m (głęb. 668,5–1039,0 m) w Kłokocynie, na wschód od kłodawskiej struktury solnej w obrębie wału kujawskiego i 105,0 m (głęb. 3142,0–3247,0 m) w Tarnówce, na zachód od wału, w niecce mogileńsko-łódzkiej. Utwory tego wieku nawiercono też w Kocewi (otw. 69 – 16,7 m miąższości) w spągu osadów jury górnej.

W profilu otworu w Kłokocynie wyróżniono utwory pięter: aalenu, bajosu, kujawu, batonu i keloweju, a w Tarnówce: bajosu, batonu i keloweju (upady 15–25°). W obu profilach obserwowano ślady fauny oraz stwierdzono brak warstw lub wkładek syderytycznych.

W otworach w Rgilewie (otw. 104) i Rdutowie (otw. 108) położonych w strefie wschodniego obrzeżenia struktury kłodawsko-łęczyckiej badano jurę brunatną ze względu na obecność warstw syderytów. W Rgilewie, według opisu Znoski (1957a), występują osady batonu górnego i środkowego o miąższości 133,6 m (głęb. 150,0–283,6 m). Na głębokości 221,8–232,1 m stwierdzono wkładki: piaskowca syderytowego z odciskami po faunie (*Terebratura* sp.), syderytu piaszczystego i piaskowca syderytowo-dolomitowego oraz strefę dyslokacyjną na głębokości 150,0–185,5 m w postaci druzgotów skał osadowych i krzemieni. Pełniejszy profil pochodzi z Rdutowa (otw. 108), gdzie odwiercono (193,3 m) utwory jury środkowej (głęb. 193,0–386,3 m): bajos górny, baton i kelowej (Kowalska, 1962). Najdokładniej sprofilowany został w bajosie górnym poziom *Parkinsonia ferruginea* (głęb. 350,0–368,35 m), gdzie wśród łupków występują muszlowce syderytowe i syderytyczne, syderyty ilaste i muszlowe, sferosyderyty i toczne syderytów. Zawartość żelaza notowana w poszczególnych próbkach waha się od 13,0 do 26,0, maksymalnie do 29,9%. Drobne ślady sferosyderytów i piaskowców żelazistych notowane są w tym profilu także w utworach batonu. Charakterystyczny jest skład keloweju, łatwo rozpoznawalnego horyzontu przewodniego. Na głębokości 192,9–210,7 m występują zbite wapienie krystaliczne, skrzemieniałe, częściowo piaszczyste, z czertami, z okruchami fauny amonitów oraz okruchy krzemieni i piaskowców.

W strefie zachodniego obrzeżenia kłodawskiej struktury solnej jura brunatna nawiercona została w profilach otworów K2 i K2a (otw. 77 i 78), odpowiednio o miąższości 61 m (głęb. 315,0–376,0 m) i 404,4 m (głęb. 299,0–703,4 m). Miąższość w otworze 78 (K2a) jest największą nawierconą miąższością osadów jury środkowej w obrębie arkusza Kłodawa. Łupki z przerostami piaskowców i fauną kontaktują tu na głównej strefie dyslokacyjnej, na południowo-zachodnim brzegu wysadu, bezpośrednio z serią solną. Skały jury środkowej są ustawione pionowo, takie też są notowane upady warstw. W strefie tej nie stwierdzono syderytów.

c. Jura górna

Wapienie, podrzędnie wapienie margliste i dolomity zostały nawiercone lub przewiercone na obrzeżu kłodawskiej struktury solnej w wierceniach badawczych (np. otw.: 3, 26, 67, 68, 77, 78, 105, 108, 111).

We wschodniej części terenu arkusza, na obszarze wału kujawskiego utwory jury górnej nawiercono w Kłokocynie (otw. 19) na głębokości 129,0–668,5 m (539,5 m miąższości), w Dzierzbicach (otw. 37) od 98,0 do 200,0 m (102 m miąższości) oraz w Kocewi (otw. 69) na głębokości 128,0–525,0 m (397 m miąższości). Są to wapienie margliste i margle (otw. 19), w stropie rumosz, niżej wapienie dolomityczne, częściowo też z kawernami (otw. 37) oraz wapienie z fauną jeżowców, liliowców, belemnitów i amonitów (otw. 69). W Kłokocynie występują utwory oksfordu, a w Kocewi oksfordu (argow, raurak i astart) i kimerydu (Bąkowski, Kucia, 1959).

W zachodniej części terenu, na obszarze niecki mogileńsko-łódzkiej, utwory jury górnej występują w pełnym wykształceniu (nad jurą środkową i pod kredą dolną) i osiągają największą miąższość (707 m) w Tarnówce (otw. 131– głęb. 2435,0–3142,0 m.). W spągu znajdują się wapienie margliste, wapienie dolomityczne i dolomity oraz znaczny kompleks wapieni pelitowych, w stropie przeważnie marglistych (oksford), wyżej margle i wapienie margliste (kimeryd), a następnie margle ilaste i łupki margliste z wkładkami wapieni i dolomitów, w stropie przechodzące w iłowce margliste lub iłowce o spoiwie wapnistym (wołg dolny, środkowy i górny) (Marek, 1986).

4. Kreda

a. Kreda dolna

Piaskowce, piaski i mułowce, lokalnie iły i iłowce znane są wyłącznie z zachodniej części terenu arkusza, z obszaru niecki mogileńsko-łódzkiej. W Podlesiu (otw. 1) występują bezpośrednio pod osadami czwartorzędu na głębokości 168,5–297,1 m, a w Krzewacie – pod osadami miocenu (otw. 118) na głębokości 120,0–198,0 m. Pełny profil kredy dolnej (pod kredą górną i na kimerydzie) znany jest z Tarnówki (otw. 131). Występują tam osady wszystkich pięter (Marek, 1986). Łączna miąższość utworów wynosi 253,5 m (głęb. 2181,5–2435,0 m). Są to mułowce i piaskowce margliste, następnie piaskowce ilaste, sporadycznie mułowce, w stropowej części z domieszką glaukonitu i wreszcie piaskowce mniej zróżnicowane, miejscami ilaste lub ze spoiwem ilasto-wapnistym.

b. Kreda górna

Opoki i margle występują w południowo-zachodniej części obszaru arkusza bezpośrednio pod osadami czwartorzędu. Znane są one z kilkunastu otworów studziennych i hydrogeologicznych – badawczych, gdzie osiągają miąższość od kilku do kilkudziesięciu metrów (np. otw.: 71, 115, 117, 133, 134, 135, 139). Pełny profil utworów kredy górnej stwierdzono jedynie w Tarnówce (otw. 131), gdzie ich miąższość wynosi 2159,0 m (głęb. 22,5–2181,5 m).

Powierzchnia stropowa utworów kredy górnej jest urozmaicona. Najwyżej znajdują się one w otworze 115 (77,7 m n.p.m.), a najniżej w otworach 71 i 139 (3,0 i 7,8 m n.p.m.). Utwory kredy górnej

– najbardziej miąższy kompleks mezozoiku – charakteryzują się monotonną litologią. Oprócz przeważających opok i margli, miejscami występują wapienie margliste. W jednym z profili (otw. 116) zanotowano piaskowce. Upady omawianych utworów w profilu otworu w Tarnówce, znajdującym się przed osią niecki mogileńsko-łódzkiej, wahają się od 13 do 20°.

5. Neogen

a. Miocen

Na omawianym obszarze wyróżniono dwie serie osadów mioceńskich: dolną – piaszczystą i górną – ilasto-mułkową. Dolna część wykształcona przeważnie jako seria piasków kwarcowych, miejscami żwirów, z wkładkami mułków i ilów oraz węgla brunatnego występuje na znacznej części obszaru, z wyjątkiem płaskowyżu zbudowanego z utworów kredy górnej w południowej części terenu oraz najwyżej wyniesionych elementów podłoża kenozoiku w obrębie kłodawskiej struktury solnej (tabl. II). Serii piaszczystej miocenu brak jest w kopalnych czwartorzędowych dolinach (np. otw. 117 i 139) i obniżeniach (otw. 71) oraz w czwartorzędowych rowach tektonicznych (otw. 1 i 6) skąd zostały wyerodowane, głównie przez wody lodowcowe. Szczególną pozycję piaski mioceńskie mają w młodoneogeńskich rowach tektonicznych (zapewne właśnie mioceńskich), gdzie są zrzucone (otw.: 4, 8, 143) w stosunku do normalnego położenia poza rowem. Spąg kenozoiku na wyrównanej powierzchni mezozoiku występuje na wysokości od -10 do + 30 m n.p.m. Wyjątkowo nisko położony jest natomiast w otworach: 4, 8, 104 i 123 (odpowiednio: -172, -88, -35, -55,5 m n.p.m.). W serii piaszczystej występują podrzędnie warstwy lub wkładki ilów. Znajdują się one przeważnie w jej stropie, a sporadycznie w spągu. Zazwyczaj w stropie omawianej serii lub na pograniczu z serią ilastą występuje cienka warstwa węgla brunatnego (otw. 104). Na wschód od Kłodawy (przekrój A–B) znajduje się prawie ciągły poziom składający się z zespołu warstw węgla brunatnego (ewentualnie węgla z przewarstwieniami piasków lub ilów węglistych) osiągający miąższość kilku metrów (otw. 69).

Na obszarze, gdzie utwory mioceńskie (piaski) są jedynie nawiercone pod ilami pstrymi, umownie zaliczono je do dolnej (piaszczystej) serii mioceńskiej. Miejscami w spągu serii piaszczystej (np. w Rdutowie, otw. 108 i 111) występują rumosze krzemieni o miąższości do kilkunastu metrów. Omawiana seria wypełnia obniżenia silnie urzeźbionej, strukturalno-tektonicznej powierzchni mezozoiku łagodząc w znacznym stopniu deniwelację. Miąższość serii piaszczystej jest bardzo różna, w rowach tektonicznych sięga 100–130 m (np. otw. 4 i 8), a w zagłębieniach strukturalnych 60–120 m (np. otw.: 22, 97, 123).

Iły i mułki z wkładkami węgla brunatnego, lokalnie piaski zbiorników śródlądowych. W obrębie tego wydzielenia piaski występują sporadycznie, w stropie serii ilasto-mułkowej, w strefie rozciętej kłodawskiej struktury solnej i w jej otoczeniu (tabl. II). Jest to kontynuacja sedymentacji serii piaszczystej i węgla brunatnego. W serii ilasto-mułkowej występują wkładki piasków lub drobne przewarstwienia węgla brunatnego.

Utwory ilaste i mułki miocenu występują na zwartym obszarze koło Kłodawy, a seria piasków odsłania się (tabl. II) na obrzeżach, szczególnie południowych, tego terenu. Strop miocenu w normalnym położeniu sięga około 60–70 m n.p.m, a maksymalnie – 97,5 m n.p.m. (otw. 48). Miąższość omawianej serii na wschód od Kłodawy wynosi 15–25 m.

b. Pliocen

Iły i mułki, lokalnie piaski jeziorzysk, gównie iły i mułki ilaste, tworzą charakterystyczną serię iłów pstrych (zwanymi także poznańskimi) i miejscami zawierającą wkładki piasków drobnoziarnistych. Występują na przeważającym obszarze omawianego arkusza, a brak ich jedynie na płaskowyżu zbudowanym z utworów kredy górnej w południowo-zachodniej części oraz w strefie osiowej kłodawskiej struktury solnej (tabl. II). Strop ich sięga maksymalnie 97,0–98,6 m n.p.m. (otw. 22 i 23), przeważnie 70–80 m n.p.m. Miąższość plioceńskiej serii ilastej jest zmienna – 10–30 m, maksymalnie dochodzi do 40–50 m (np. otw. 10 i 23). Miejscami w iłach obserwuje się zaburzenia glacitektoniczne (otw. 3).

Na obszarze arkusza Kłodawa brak jest udokumentowania palinologicznego omawianych osadów, a ich przynależność stratygraficzną określono na podstawie korelacji regionalnej poszczególnych horyzontów glacialnych oraz ich cech makroskopowych. Badania palinologiczne serii iłów pstrych (poznańskich) zostały przeprowadzone na terenach sąsiednich, gdzie zaliczono je do miocenu górnego lub pogranicza miocenu i pliocenu (Grabowska, Słodkowska, 1993; Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1995).

6. Czwartorzęd

Na zróżnicowanej hipsometrycznie, od około 3 do około 99 m n.p.m. (tabl. II), powierzchni podłoża występują osady czwartorzędowe. Ich miąższość wynosi od 35 m na obszarze ponad wysadem solnym w rejonie Kłodawy do około 163 m w Marcjanowie, w północnej części terenu. Wśród tych utworów wyróżniono osady plejstocenu, holocenu i czwartorzędu nierozdzielonego (tab. 2), przekroje geologiczne A–B oraz C–D (tabl. III) i E–F (tabl. IV).

Najstarszymi osadami czwartorzędowymi na omawianym obszarze są piaski rzeczne, pochodzące z okresu zlodowaceń południowopolskich, a najmłodszymi – holoceni torfy.

a. Plejstocen

W obrębie osadów plejstoceniowych wyróżniono osady lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe zlodowaceń: południowopolskich (Sanu 1 i Sanu 2), środkowopolskich (Odry i Warty) i północnopolskich (Wisły) oraz osady rezydualne, rzeczne i jeziorne interglacjałów: ferdynandowskiego, mazowieckiego, lubawskiego (lubelskiego) i eemskiego.

Zlodowacenia południowopolskie

Na opracowanym obszarze występują osady zlodowaceń południowopolskich o łącznej miąższości dochodzącej do 60 m. Osady te zostały stwierdzone na prawie całym terenie arkusza Kłodawa. W ich spągu znajdują się piaski rzeczne, podścielające gliny zwałowe. W obrębie glin zwałowych wyróżniono poziomy – dolny i górny oraz odpowiadające im sekwencje osadów podścielających – transgresywnych i recesyjnych rozdzielone utworami rzecznyymi. Przynależność tych glin do odpowiednich pięter w obrębie zlodowaceń południowopolskich, wobec braku wskaźników litologiczno-petrograficznych, została ustalona na podstawie korelacji z sąsiednimi arkuszami Turek (Trzmiel, 1996a, b) i Dąbie (Nowacki, 1995, 1996).

Cienką warstwę piasków, z przewarstwieniami żwirów, rzecznych (w spągu rezydualnych) nawiercono na północ od Kłodawy w otworach: 32, 33, 34 oraz w rejonie Ponętowa Dolnego w otworze 112, gdzie osiągają miąższość około 3,5 m. Występują one także w zachodniej części omawianego terenu i osiągają miąższość około 20 m w Bylicach (otw. 39) i w Barłogach (otw. 113), gdzie w spągu, bezpośrednio na osadach miocenu, leżą otoczaki i żwiry. Największa miąższość piasków (35 m) notowana jest przy wschodniej granicy obszaru arkusza w Rdutowie (otw. 108).

Zlodowacenie Sanu 1

Mułki zastoiskowe nawiercono jedynie w rejonie Smardzewa (otw. 139), w południowej części terenu arkusza. Występują tam pod glinami zwałowymi i osiągają 2 m miąższości. Są to mułki ilaste, szare, zawierające węglan wapnia.

Gliny zwałowe stwierdzone w rejonie Zbójna (otw. 33 i 34), Dębiny (otw. 31 i 32) i Bylic (otw. 39) tworzą cienką warstwę. W Bierzwiennej (otw. 25 i 27) i Barłogach (otw. 71) miąższość ich dochodzi do 10–11 m. Gliny zawierają w kładki piasków i lokalnie okruchy lignitu.

Iły zastoiskowe nawiercono jedynie w rejonie Zbójna (otw. 33) na północ od Kłodawy i w południowej części terenu (otw. 140). Występują tam nad glinami zwałowymi i osiągają miąższość około 1 m. Są to ły ciemnoszare, warwowe, bezwapniste.

Interglacjał ferdynandowski

Żwiry, głązy i piaski rezydualne występują wśród materiału północnego i zawierają otoczaki wapieni, miejscami przykrywają gliny zwałowe (dolne). Największa ich miąższość, około 4 m, notowana jest w Barłogach (otw. 71).

Piaski rzeczne (dolin kopalnych) oraz piaski rzeczno-jeziorne z wkładkami mułków i łów wypełniają kopalne doliny, zapadliska i rowy tektoniczne. Wykształcone są w postaci piasków drobnoziarnistych, sporadycznie z wkładkami łów i mułków zawierających substancję organiczną (otw. 1 i 6). Miejscami tworzą kilka cykli akumulacyjnych, rozpoczynających się żwirami i brukiem w spągu. Miąższość ich dochodzi do 38 m w Barłogach (otw. 71) i 43 m w południowej

części terenu (otw.: 135, 139, 142). Skrajną wartość, około 100 m, osiągają w rowie tektonicznym Marcjanowa, gdzie leżą na wysokości 48 m n.p.m.

Złodowacenie Sanu 2

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują lokalnie, w spagu glin zwałowych na południe od Kłodawy (otw. 140).

Mułki i ropy zastoiszkowe mają charakter łąw warwowych, miejscami są piaszczyste, silnie wapniste. Ich miąższość wynosi od około 6 m w północnej części omawianego terenu (otw. 7) do 8 m w Rdutowie (otw. 111).

Iły ciemnoszare z piaskami glaukonitowymi, oligoceńskie, jako kry w glinach zwałowych występują w spagu glin. Zostały nawiercone w Straszkówku (otw. 100) na południe od Kłodawy.

Mułki piaszczyste z pyłem węglowym, okruchami lignitu i koncentracjami pirytu, mioceńskie, jako kry w glinach zwałowych występują w spagu glin. Zostały nawiercone w Rgilewie (otw. 104) na południowy wschód od Kłodawy.

Gliny zwałowe tworzą dość ciągły poziom o miąższości średnio 10 m na całym obszarze arkusza. Maksymalna ich miąższość (27 m) znana jest z rejonu Dzierzbic (otw. 70), ze wschodniej części terenu. Są to gliny piaszczyste, miejscami ilaste, szare i wapniste. W ich obrębie występują kry utworów mioceńskich i oligoceńskich. W takich miejscach miąższość kompleksu osadów może sięgać do 50 m.

Piaski wodnolodowcowe są osadami pochodzącymi z recesji lądolodu. Znane są z rejonu Kłodawy (otw.: 61, 63, 64), gdzie ich miąższość wynosi około 5 m.

Iły i piaski pyłowate zastoiszkowe o miąższości do 4 m nawiercono w Kłodawie i Rdutowie (otw. 61 i 81).

Interglacjał wielki

Interglacjał mazowiecki

Żwiry, głązy i piaski rezydualne występują płatami na glinach zwałowych złodowacenia Sanu 2 lub jako ich pozostałość, np. w Leszczach (otw. 11), Rycerzewie (otw. 125) i Grabince (otw. 140). Ich miąższość wynosi 3–5 m.

Mułki brunatne rzeczne występują cienką warstwą o miąższości 2 m w Olszówce (otw. 134) i w Rdutowie (otw. 111) pod piaskami rzecznyymi o niewielkiej miąższości. Piaski, lokalnie z mułkami, rzeczne (w spagu cykli sedymentacyjnych z poziomami żwirów) o miąższości 10–20 m występują powszechnie na terenie arkusza. Miejscami można wyróżnić dwa cykle sedymentacyjne ze żwirami w spagu, np. w Leszczach (otw. 11), gdzie miąższość całej

serii wynosi około 20 m. W obrębie piasków znajdowane są krzemienie, prawdopodobnie wypreparowane z występujących w podłożu skał jury górnej (otw. 143). Na wschód od Kłodawy omawiane osady wypełniają nieckę artezyjską, a ich miąższość dochodzi do 30, maksymalnie 50 m (otw. 80). W stropie serii występują wkładki mułków rzeczno-rozlewiskowych z niewielkimi przemazami szczątków organicznych.

Zlodowacenia środkowopolskie

Osady zlodowaceń środkowopolskich występują na całym obszarze arkusza Kłodawa, tworząc ciągłą pokrywę o miąższości do 50 m. Ich spąg znajduje się na wysokości 70–100 m n.p.m. W obrębie tych utworów wyróżniono dwa poziomy glin zwałowych oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe i lokalnie – rezydualne.

Zlodowacenie Odry

Kompleks osadów zlodowacenia Odry tworzy ciągłą pokrywę o miąższości do około 20 m. Wyróżniono jeden poziom glin zwałowych oraz osady wodnolodowcowe i zastoiskowe.

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e występują w stropie piasków rzecznych o miąższości od kilku do 10–12 m w rejonie Bierzwiennej (otw. 22 i 24) i Rycerzewa (otw. 126).

Mułki i ily, miejscami piaski pyłowate, zastoiskowe mają charakter warwowy. Występują one w okolicach Dziwina (otw.: 13, 15, 16) w północno-wschodniej części terenu arkusza i na południe od Kłodawy (otw. 136 i 140). Ich miąższości wynosi 5–6 m.

Gliny zwałowe, miejscami z wkładkami piasków występują prawie na całym obszarze omawianego arkusza. Tworzą warstwę o miąższości średnio 15–20, maksymalnie 39 m (otw. 80), której strop znajduje się na wysokości 90,0–110,0 m n.p.m. W północno-zachodniej części terenu zostały one częściowo zerodowane. Są to gliny ciemnoszare, lekko piaszczyste, z licznymi gładzikami.

Interglacja lubawski (lubelski)

P i a s k i i ż w i r y r e z y d u a l n e o r a z p i a s k i r z e c z n e (miejscami bruk) występują lokalnie w obniżeniach i są pozostałością po glinach zwałowych zlodowacenia Odry (otw.: 2, 36, 104, 114). Ich miąższość wynosi 2–3 m. Miejscami mogą być połączone z piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty.

Zlodowacenie Warty

Osady zlodowacenia Warty występują powszechnie na obszarze arkusza Kłodawa, a ich miąższość dochodzi do 40 m. Są to gliny zwałowe oraz osady zastoiskowe i wodnolodowcowe. Gliny zwałowe odsłaniają się na powierzchni terenu.

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e (dolne) występują w obniżeniach, w zachodniej części terenu arkusza (otw.: 1, 2, 112), gdzie osiągają miąższość do kilkunastu metrów. Miejscami mogą występować w stropie piasków rezydualnych pochodzących z interglacjału lubawskiego (lubelskiego). Są to piaski średnio- i gruboziarniste.

I ł y i m u ł k i, m i e j s c a m i p i a s k i, z a s t o i s k o w e występują lokalnie, np. w rejonie Barłogów (otw.: 71, 113, 114), gdzie osiągają miąższość do 30 m. Częściowo są one przykryte i przewarstwione kilkoma wkładkami piasków pyłowatych i drobnoziarnistych (otw. 114).

G l i n y z w a ł o w e, m i e j s c a m i z w k ł a d k a m i p i a s k ó w występują w postaci ciągłego poziomu, o miąższości od 10 do ponad 20 m. Zwiększenie miąższości i wyższe położenie glin stwierdzono w strefie ponad strukturą solną w rejonie Podgajew–Staszkówek–Kłodawa–Bierzwienna–Rysiny. Powszechnie gliny te odsłaniają się na powierzchni terenu. Średnie wartości współczynników petrograficznych (O/K – K/W – A/B)¹ glin zwałowych z okolicy Krzewaty (punkt dok. 18) wynoszą według Kenig (1996): 1,40 – 0,78 – 1,15 (część dolna) oraz 1,75 – 0,66 – 1,22 (część górna). Wyrównane zawartości, w piaszczystych próbkach z tego profilu, wykazują dolomity północne (ok. 4,1%) i mułowce paleogenu (5–6%). Cechy te są charakterystyczne dla glin zlodowacenia Warty.

Dolna część glin zwałowych z profilu z Felicjanowa (punkt dok. 14) reprezentuje także zlodowacenie Warty. Charakteryzują się one współczynnikami: 1,47 – 0,69 – 1,4 i 2,2-procentową zawartością dolomitów oraz 2,2-procentową – mułowców paleogenu (Kenig, 1996). Współczynniki glin w części górnej są inne, co może świadczyć o tym, że reprezentują one zlodowacenie Wisły (Kenig, 1996), choć uwzględniając konstrukcję całości mapy geologicznej nie ma dowodów na obecność osadów glacialnych ostatniego zlodowacenia w okolicach Felicjanowa. Współczynniki glin zwałowych z profilu Olszówka (punkt dok. 19): 1,89 – 0,55 – 1,70 i znacząca zawartość dolomitów (5,1%) świadczą o tym, że gliny te mogą pochodzić zarówno ze zlodowacenia Warty, jak i ze zlodowacenia Odry.

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i m o r e n c z o ł o w y c h i m o r e n m a r t w e g o l o d u. P i a s k i z d o m i e s z k ą g ł a z ó w i ż w i r ó w l o d o w c o w e. Z osadów tych zbudowana jest strefa wzgórz morenowych w środkowej i południowej części terenu arkusza. Utwory te, o zróżnicowanej miąższości dochodzącej do 10 m, tworzą najwyższe wzgórza w południowej części obszaru, częściowo grupując się w równoleżnikowym pasie, a miejscami otaczając rynnę wykorzystywaną obecnie przez Olszówkę.

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

Piaski z domieszką żwirów akumulacji szczelinowej. Z utworów tych zbudowane są niewielkie podłużne wzniesienia występujące wzdłuż doliny Rgilewki i wzdłuż zachodniego zbocza doliny Olszówki. Miąższość ich dochodzi do kilkunastu metrów.

Piaski wodnolodowcowe (górne) lokalnych sandrów występują na badanym obszarze wzdłuż doliny Rgilewki na północ od Rycerzewa oraz w dolinie Olszówki na zachód od Zawadki, gdzie stanowiły materiał źródłowy dla piasków eolicznych. Osady te charakteryzują się niewielkimi miąższościami i dobrym wysortowaniem.

Interglacjał eemski

Żwir i piaski, rezydualne rzeczne występują lokalnie w obniżeniach (otw. 108). Ich miąższość dochodzi do 6 m.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Osady zlodowacenia Wisły tworzą dość zwartą pokrywę w północnej części terenu arkusza. Miąższość ich dochodzi do 20 m.

Piaski wodnolodowcowe (dolne) przeważnie o miąższości 2–3 m, miejscami do 16 m, występują lokalnie na północ od Bierzwiennej (otw.: 9, 10, 11). Są to piaski średnioziarniste, miejscami z domieszką żwirów.

Gliny zwałowe stanowią cienki pokład o miąższości 1,5–2,0 m (punkt dok.: 6, 7, 8), maksymalnie 3–6 m (otw. 10 i 11) i występują jedynie w północnej części terenu. Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K – K/W – A/B oznaczone dla próbek z Korzecznika (punkt dok. 1) wynoszą: 1,0 – 1,0 – 0,92 (spąg) i 0,86 – 1,35 – 0,66 (strop) (Kenig, 1996).

Żwir, piaski i głązy morenczowych. Zbudowane z nich są mniejsze i większe wzniesienia występujące w północnej części terenu arkusza. Są to piaski średnio- i gruboziarniste ze zmienną ilością grubszego materiału. W odsłonięciach widoczne są pakiety grubookruchowych żwirów w częściach wierzchowinowych i górnych stoków, przy powierzchni zaglinione. W niższych partiach występują lepiej wysegregowane piaski z wkładkami żwirów, warstwowane skośnie i krzyżowo (odsłonięcia w miejscowości Góra koło Przedecza oraz koło Rysin i Kęcerzyna).

Mułki zastoiskowe stwierdzono w północnej części terenu arkusza w niewielkich zagłębieniach wytopiskowych (np. punkty dok.: 2, 3, 13) oraz przy rynnach polodowcowych. Miejscami przechodzą one w piaski mułkowate lub towarzyszą piaskom wodnolodowcowym.

Piaski wodnolodowcowe (górne) sporadycznie zawierają domieszkę żwirów. Ich miąższość dochodzi do 10 m n.p.m. w rejonie Kobylaty. Często tworzą cienką (do 2 m) warstwę przykrywającą gliny zwałowe i mułki zastoiskowe.

Piaski wodnolodowcowe (sandrowe) występują wzdłuż zachodniej granicy terenu arkusza, tworząc rozległe powierzchnie równinne. Wykształcone są jako piaski drobnoziarniste, miejscami pyłowate, oraz miejscami jako mułki piaszczyste.

Piaski rzeczno-peryglacjalne tarasów nadzalewowych 2,0–3,5 m n. p. rzeki wypełniają doliny rzeczne na całym badanym obszarze, tworząc powierzchnie tarasów nadzalewowych. Wykształcone są przeważnie w postaci piasków średnio- i gruboziarnistych oraz żwirów o miąższości średnio 2–3 m, maksymalnie 16 m. Podrzędnie występują w nich wkładki piasków pyłowatych, a nawet mułków (punkty dok.: 4, 11, 12, 13, 17).

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Pod koniec plejstocenu i w holocenie na obszarze omawianego arkusza tworzyły się osady zwietrzelinowe (eluwialne) oraz eoliczne.

Piaski pyłowate zwietrzelinowe (eluwialne) występują na wierzchołkach i stokach wysoczyzny. Tworzą niewielkiej miąższości 1,0–1,5 m pokrywy na całym badanym obszarze. Są to zwięzłe piaski pyłowate, zawierające domieszkę żwirów pochodzenia rezydualnego lub eluwialnego. Wykształciły się w wyniku wietrzenia odsłaniających się na powierzchni stropowych partii glin zwałowych lub osadów ablacyjnych.

Piaski eoliczne występują głównie w południowo-wschodniej części badanego obszaru, w formie równin piasków przewianych, gdzie tworzą cienką 2–3-metrowej miąższości pokrywę.

Piaski eoliczne w wydmach tworzą niewysokie, łukowato wygięte wydmy w południowej części terenu. Najwyższa z nich jest wydma (ok. 10 m) koło Kadzidłowej.

c. Holocen

Kompleks najmłodszych osadów czwartorzędowych na obszarze arkusza Kłodawa obejmuje osady: rzeczne, jeziorne, zagłębień bezodpływowych i organogeniczne.

Piaski rzeczne tarasów zalewowych 0,0–2,0 m n.p. rzeki i piaski humusowe zagłębień bezodpływowych, o miąższości dochodzącej do 4 m, występują w dnach dolin rozcinających wysoczyzny oraz w dnach zagłębień bezodpływowych.

Namuły piaszczysto-humusowe i torfiaste występują w dnach szerszych dolin w południowo-zachodniej części terenu arkusza, towarzysząc piaskom humusowym.

Kreda jeziorna występuje w górnej części doliny Olszówki i ma miąższość 0,7 m (punkt dok. 16).

Torfy wypełniają liczne zagłębienia na powierzchniach wysoczyzn i sandru oraz obniżenia (miejscami o charakterze starorzeczy) w dnach dolin rzecznych. Średnie miąższości torfów wynoszą 1,0–1,5 m. Torfy w dolinie Orłówki zostały częściowo wyeksploatowane.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA POWIERZCHNI PODCZWARTORZĘDOWEJ

Założenia tektoniczne obszaru arkusza Kłodawa związane są z rozwojem bruzdy środkowopolskiej leżącej między krawędzią platformy wschodnioeuropejskiej od północnego wschodu, a frontem fałdowań waryscyjskich od południowego zachodu. Subsycencja bruzdy doprowadziła do powstania kompleksu osadowego i równocześnie przekształceń tektonicznych pod wpływem sił skierowanych z podłoża, z południowego zachodu i południa. Na obszarze arkusza Kłodawa występują dwa elementy bruzdy: wał kujawsko-pomorski (środkowopolski) i niecka mogileńsko-łódzka. Granica pomiędzy tymi dwiema jednostkami tektonicznymi przebiega ukośnie przez obszar arkusza z północnego zachodu na południowy wschód.

Na południowo-zachodnim skłonie części kujawskiej wału kujawsko-pomorskiego, rozwinięta jest struktura antyklinalna Izbica–Kłodawa–Łęczycza z wydłużonym wysadem solnym przebiegającym przez obszar arkusza od Marcjanowa do Rycerzewa. Wysad ten przebija utwory triasu górnego, jury dolnej, środkowej i górnej z głębokości 6–8 km prawie do powierzchni terenu (do 35 m). Utwory serii solnej są silnie sfałdowane, a cała struktura jest pochylona ku południowemu zachodowi.

Obszar arkusza Kłodawa obejmuje także fragment niecki mogileńsko-łódzkiej wypełnionej osadami mezozoicznymi. W południowo-zachodnim narożu omawianego terenu występuje antyklina Ponętowa, wchodząca w skład strefy tektonicznej Gopło–Ponętów–Pabianice i zaburzająca osady triasu, jury i kredy. Wał kujawsko-pomorski i niecka mogileńsko-łódzka podzielone są, w nawiązaniu do podłoża waryscyjskiego, na wiele bloków, które wraz ze strukturami solnymi tworzą skomplikowany układ. Od triasu górnego, wraz z ruchem mas solnych, naprężenia na granicach bloków i jednostek tektonicznych podłoża permomezozoiku ujawniały się wielokrotnie. Główne ruchy tektoniczne zakończyły się na pograniczu kredy i paleogenu (ruchy alpejskie – faza Iaramijska). Słabsze – wystąpiły jeszcze w neogenie i czwartorzędzie. Na obrzeżach wysadu kłodawskiego tworzyły się pęknięcia i rowy tektoniczne wypełnione następnie osadami miocenu lub pliocenu, a po odnowieniu – osadami czwartorzędu.

W czasie czwartorzędu, w okresie zlodowaceń, miały miejsce naprężenia i wstrząsy skorupy ziemskiej. Powstały linijskie pęknięcia lądolodu nawiązujące do granic pomiędzy jednostkami tektonicznymi. W osi kłodawskiego wysadu solnego nasiliły się tendencje wypiętrzające terenu, co miało wpływ na formy rzeźby.

W kilku miejscach na obszarze arkusza Kłodawa udało się zaobserwować glacitektoniczne deformacje osadów, które można wiązać z naciskiem lądolodu, a także natrafiono na kry osadów oligocenu i miocenu w obrębie glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Schemat rozwoju budowy geologicznej został przedstawiony w [tabeli 2](#).

W permie górnym (cechsztynie) w wysychających i ponownie rozprzestrzeniających się morzach, trzykrotnie następowała sedymentacja ewaporatów w cyklach tzw. soli starszych, młodszych i najmłodszych. Sedymentacja poszczególnych cykli objęła kolejno: anhydryty, sole kamienne, sole potasowe, miejscami ponownie anhydryty. W tym czasie panował klimat suchy i gorący o dużych wahaniami temperatury.

W triasie dolnym i środkowym (na podstawie danych z obszarów sąsiednich) na badanym obszarze miały miejsce rozległe, płytkie i zmienne zalewy morskie, w których trwała sedymentacja klastyczna (pstry piaskowiec), a po niej, w warunkach głębszego morza, sedymentacja węglanowa (wapien muszlowy). Utwory z tego okresu nie zachowały się lub nie zostały stwierdzone w zaburzonych tektonicznie strukturach.

W triasie górnym, basen morski zmniejszył się i przekształcił w śródkontynentalny zbiornik, w którym trwała sedymentacja brakiczna i limnicza. W warunkach gorącego klimatu powstały serie czerwonych i wiśniowych iłów i iłowców, a w okresach większego parowania i koncentracji minerałów wytrącały się sole, gipsy i anhydryty. W kajprze górnym zaznaczył się wyraźny ruch mas solnych przebijających się ku górze. Jest to moment uważany za początek długotrwałego, wielofazowego procesu powstawania wysadów solnych na Niżu Polskim.

W jurze dolnej, w klimacie bardziej wilgotnym i chłodniejszym, trwała sedymentacja limniczna osadów piaszczystych i ilastych przerywana licznymi ingresjami morskimi. W tym okresie na obszarze przyszłego wału kujawskiego zaznaczała się większa subsydencja niż na sąsiadującym od południowego zachodu obszarze przyszłej niecki mogileńsko-łódzkiej.

W jurze środkowej omawiany obszar pokrywało morze. Aktywność tektoniczna bloków podłoża i migracje mas solnych powodowały zmiany położenia dna, prowadzące nawet do spłyceń i rozmyć oraz wielokrotne zmiany facji z piaszczystych na ilaste. W tych warunkach tworzyły się muszlowce i zlepieńce sydereityczne (kujaw, baton). Pod koniec jury środkowej, w keloweju nastąpiło ogólne spłylenie morza, redukcja poziomów stratygraficznych i koncentracja poziomów amonitowych.

W jurze górnej trwała względnie spokojna akumulacja w głębszym morzu, przejawiająca się osadzeniem osadów facji węglanowej o znacznych miąższościach. W pojawiających się warunkach ruchliwości podłoża nastąpiły podmorskie wypływy solanek, miała miejsce mineralizacja osadów i powstanie dolomitów. W portlandzie rozległe morze jurajskie ustąpiło.

Na pograniczu jury i kredy oraz w kredzie dolnej występowały liczne wahania poziomu wód dość płytkich mórz, w których efemerycznie dochodziło do wytrąceń gipsów i anhydrytów. Ponadto miało miejsce dalsze nabrzmiewanie podmorskich struktur solnych i związanych z tym spłyceń.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia				Utory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne							
System	Oddział	Piętro	Podpiętro									
d	H o l o c e n			Torfy — $t Q_h$ Kreda jeziorna — $kj Q_h$ Namuły piaszczysto-humusowe i torfiaste — $n Q_h$ Piaszki rzeczne tarasów zalewowych 0,0–2,0 m n.p. rzeki i piaszki humusowe zagłębień bezodpływowych — $f_p Q_h^{(T)}$	Akumulacja organiczna (roślinna) Akumulacja jeziorna (wytrąceń chemicznych) Akumulacja mineralno-organiczna w podmokłych obniżeniach terenu Akumulacja w dnach dolin rzecznych, rozlewiskach i zagłębieniach bezodpływowych							
				Piaszki eoliczne w wydmach — $e_p Q^{(W)}$ Piaszki eoliczne — $e_p Q$ Piaszki pyłowate zwietrzelinowe (eluvia) — $z_{ppv} Q$	Tworzenie wydm Wywiewanie i akumulacja eoliczna Denudacja							
e	z	r	o	e	n	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Piaszki rzeczno-peryglacialne tarasów nadzalewowych 2,0–3,5 m n.p. rzeki — $f-pg_p Q_{p^4}^{B(L)}$ Piaszki wodnolodowcowe (sandrowe) — $fg_p Q_{p^4}^B$ Piaszki wodnolodowcowe (górne) — $fg_{p2} Q_{p^4}^B$ Mułki zastoiskowe — $b_m Q_{p^4}^B$ Żwiry, piaszki i głazy moren czołowych — $gc_z Q_{p^4}^B$ Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^4}^B$ Piaszki wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{p1} Q_{p^4}^B$	Akumulacja przez wody lodowcowe i rzeczne, formowanie tarasów nadzalewowych Akumulacja przez wody roztopowe, formowanie poziomu sandrowego dolinnego Akumulacja przez wody roztopowe wśród brył martwego lodu poziomu sandrowego wysoczyznowego Akumulacja zastoiskowa w niewielkich zbiornikach na sandrze Akumulacja lodowcowa przed czołem łądolodu Akumulacja lodowcowa Nasunięcie łądolodu w północnej części obszaru Akumulacja przez wody roztopowe			
								Interglacjał eemski	Żwiry i piaszki, rezydualne i rzeczne — $rf_{zp} Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja rzeczna (lokalna) Denudacja, erozja rzeczna		
								Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Piaszki wodnolodowcowe (górne) — $fg_{p2} Q_{p^3}^W$ Piaszki z domieszką żwirów akumulacji szczelinowej — $gs_p Q_{p^3}^W$ Piaszki z domieszką głazów i żwirów lodowcowe — $g_p Q_{p^3}^W$ Piaszki ze żwirami i głazami moren czołowych i moren martwego lodu — $gc_p Q_{p^3}^W$ Gliny zwałowe, miejscami z wkładkami piasków — $g_{gzw} Q_{p^3}^W$ Iły i mułki, miejscami piaszki, zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^3}^W$ Piaszki wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{p1} Q_{p^3}^W$	Akumulacja przez wody roztopowe wśród brył lodu i w szczelinach oraz przed czołem łądolodu Akumulacja lodowcowa Nasunięcie i obciążenie terenu łądolodem Akumulacja zastoiskowa podczas transgresji łądolodu Akumulacja przez wody roztopowe	
										Interglacjał lubawski (lubelski)	Piaszki i żwiry rezydualne oraz piaszki rzeczne — $rf_{pz} Q_{p^3}^L$	Akumulacja rzeczna (?) Denudacja i erozja rzeczna
										Zlodowacenie Odry	Gliny zwałowe, miejscami z wkładkami piasków — $g_{gzw} Q_{p^3}^O$ Mułki i iły, miejscami piaszki pyłowate, zastoiskowe — $b_{mi} Q_{p^3}^O$ Piaszki wodnolodowcowe — $fg_{p1} Q_{p^3}^O$	Akumulacja lodowcowa Nasunięcie i obciążenie terenu łądolodem Akumulacja zastoiskowa przed czołem łądolodu Akumulacja przez wody roztopowe przed czołem łądolodu
											Interglacjał wielki	Piaszki, lokalnie z mułkami, rzeczne (w spągu cykli poziomy żwirów) — $f_p Q_{p^{2-3}}^M$ Mułki rzeczne — $f_m Q_{p^{2-3}}^M$ Żwiry, głazy i piaszki rezydualne — $r_z Q_{p^{2-3}}^M$

C z w a r t o r z ę d		P l e j s t o c e n		Z l o d o w a c e n i a p o ł u d n i o w o p o l s k i e			
K r e d a	K r e d a g ó r n a			Z l o d o w a c e n i e S a n u 2	<p>Iły i piaski pyłowate zastoiskowe — $b_i Q_{p^2}^G$</p> <p>Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^2}^G$</p> <p>Gliny zwałowe — $g_{gzw} Q_{p^2}^G$</p> <p>Mułki piaszczyste z pyłem węglowym, okruchami lignitu i konkrekcjami pirytu, miocenijskie, jako kry w glinach zwałowych — $M Q_{p^2}$</p> <p>Iły z piaskami glaukonitowymi, oligocenijskie, jako kry w glinach zwałowych — $Ol Q_{p^2}$</p> <p>Mułki i iły zastoiskowe — $b_{mi} Q_{p^2}^G$</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^G$</p>	<p>Akumulacja w zastoiskach podczas topnienia lądolodu</p> <p>Akumulacja przez wody z topniejącego lądolodu</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Nasunięcie i obciążenie terenu lądolodem</p> <p>Zaburzenia glacictektoniczne — powstanie kier lodowcowych</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem lądolodu</p> <p>Akumulacja przez wody roztopowe</p>	
	K r e d a d o l n a			Z l o d o w a c e n i e S a n u 1	<p>Iły zastoiskowe — $b_i Q_{p^2}^S$</p> <p>Gliny zwałowe z wkładkami piasków — $g_{gzw} Q_{p^2}^S$</p> <p>Mułki zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^2}^S$</p>	<p>Topnienie lądolodu, akumulacja zastoiskowa</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Nasunięcie i obciążenie terenu lądolodem</p> <p>Akumulacja zastoiskowa przed czołem lądolodu</p>	
				Interglacjał ferdynandowski	<p>Piaski rzeczne (dolin kopalnych) oraz piaski rzeczno-jeziorne z wkładkami mułków i ilów — $f_p Q_{p^2}^F$</p> <p>Żwiry, glazy i piaski rezydualne — $r_z Q_{p^2}^F$</p>	<p>Akumulacja w cyklach se-dymentacyjno-erozyjnych</p> <p>Akumulacja rzeczno-jeziorna</p> <p>Akumulacja rzeczna, spływy, rozmycia, powstawanie dolin</p> <p>Degradacja i erozja w miarę wynoszących ruchów tektonicznych</p> <p>Odnawianie i powstawanie rowów tektonicznych</p>	
					<p>Piaski z przewarstwieniami żwirów, rzeczne (w spągu rezydualne) — $f_p Q_{p^2}$</p>	<p>Akumulacja rzeczna</p> <p>Denudacja i erozja rzeczna</p>	
		Neogen-czwartorzęd	Pliocen-Plejstocen		<p>Niszczenie powierzchni terenu (denudacja)</p> <p>Wypiętrzanie wysadu solnego oraz wału środkowopolskiego</p>	Odnawianie rowów tektonicznych	
		Neogen	Pliocen		<p>Iły i mułki, lokalnie piaski — $im P_l$</p>	Akumulacja w jeziorzyskach	
			Miocen		<p>Iły i mułki z wkładkami węgla brunatnego, lokalnie piaski — $im M$</p> <p>Piaski, miejscami żwiry, z wkładkami mułków i ilów oraz węgla brunatnego — $p M$</p>	<p>Akumulacja w zmiennych zbiornikach śródlądowych</p>	Powstawanie rowów tektonicznych
			Paleogen			Denudacja	Aktywizacja tektoniczna na Nizu w związku z powstawaniem Alpidów
					<p>Opoki i margle — $ome Cr_3$</p>	<p>Akumulacja morska</p> <p>Subsydencja</p>	
					<p>Piaskowce, piaski i mułowce, lokalnie iły i ilowce — $pc Cr_1$</p>	<p>Akumulacja morska, lagunowa</p> <p>Wynoszenie podłoża na zmianę z subsydencją</p> <p>Okresowe recesje i transgresje morskie</p>	

J u r a	Jura górną		Wapienie, wapienie margliste i dolomity — $w J_3$	Akumulacja w głębszym morzu Subsydencja	Pionowe ruchy bloków podłoża. Przemieszczanie mas solnych
	Jura środkową		Piaskowce, mułowce, iły, muszłowce syderytowe i syderytyczne, syderyty, wapienie (skrzemień), dolomity oraz krzemienie i czerty (w stropie) — $pc J_2$	Akumulacja morska Wynoszenie dna morskiego, okresowo subsydencja	
	Jura dolną		Piaskowce, mułowce i iły — $pc J_1$	Akumulacja morska, epizodycznie lądowa Wahania dna morskiego	
T r i a s	Trias górny	Kajper	Ilowce, iły, piaskowce hematytowe i wkładki soli kamiennych — $ic T_3$	Sedymentacja brakiczna i limniczna w zbiorniku śródkontynentalnym Akumulacja morska, subsydencja	
	Trias dolny+ +środkowy			Zalew morski	
P e r m	Perm górny	Cechsztyń	Iły, ilowce, anhydryty i gipsy (czapa wysadu solnego) — $i P_3$	Powstawanie tzw. czapy wysadu solnego z rezydów. Niszczenie (rozpuszczanie) serii solnych	
			Sole kamienne, sole potasowo-magnezowe, anhydryty i dolomity (wysad solny) — $Na P_3$	Cykliczna akumulacja morska chemiczna, ewaporacja, zalewy i wysychanie mórz	

W albie środkowym rozpoczęła się górnokredowa transgresja. Początkowo tworzyły się osady piaszczysto-glaukonitowo-węglanowe, a następnie od cenomanu po mastrycht dolny – marglisto-węglanowe.

Kolejne fazy tektoniczne występujące szczególnie od koniak, a zwłaszcza po mastrychcie dolnym, doprowadziły do wypiętrzenia wału środkowopolskiego i przebicia ku powierzchni struktur solnych.

W paleogenie omawiany obszar był lądem, na którym trwały intensywne procesy denudacji. Procesy te doprowadziły do odsłonięcia części kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego i utworzenia rzeźby strukturalnej. Kompleks ten miejscami pokryty jest utworami zwietrzelinowymi i rumoszami.

W miocenie, w obniżeniach powstały śródlądowe zbiorniki o zmiennych zasięgach, w których osadzały się serie piaszczyste z wkładkami węgla brunatnego, a także serie ilaste z wkładkami piasków i węgla brunatnego.

W pliocenie (ewentualnie miocenie górnym) powiększyła się powierzchnia zalewów zwanych jeziorzyskami, które nie obejmowały jednak wzniesień zbudowanych z utworów kredy, skałek jurajskich oraz kulminacji czapy wysadu solnego.

W neogenie, na obrzeżeniu wysadu solnego, np. w Marcjanowie, Rysinach i Radzynie tworzyły się rowy tektoniczne, w których osady zostały zrzucone kilkadziesiąt, a nawet ponad 100 m. Dna rowów leżą obecnie na różnej wysokości, do maksymalnie 170 m n.p.m.

Na pograniczu pliocenu i plejstocenu, i na początku plejstocenu występuje luka stratygraficzna. Obszar okolic Kłodawy wraz z całym wałem środkowopolskim położony był wyżej niż struktury sąsiednie, zarówno ku południowemu zachodowi, jak i północnemu wschodowi. Zapewne także podlegał nie-

znacznemu wynoszeniu. Na skutek tego procesu, osady plioceńskie i starsze oraz powierzchnia terenu ulegały degradacji, a utwory preglacjalne i najstarszego zlodowacenia nie były akumulowane lub zostały w późniejszych okresach usunięte.

Najstarsze osady plejstoceńskie na obszarze arkusza Kłodawa pochodzą z okresu zlodowaceń południowopolskich. Rozwinęły się one w dwóch cyklach glacialnych: Sanu 1 i Sanu 2. Początkowo były to osady rezydualne, świadczące o silnej erozji i denudacji oraz osady rzeczne. W czasie transgresji lądolodu zlodowacenia Sanu 1, przed jego czołem, utworzył się zbiornik zastoiskowy, w którym gromadziły się ropy i mułki. W czasie deglacjacji wytopiły się gliny zwałowe, a następnie były akumulowane ropy zastoiskowe. Nasunięcie lądolodu spowodowało nacisk na podłoże, a następnie jego odciążenie, co wywołało uwolnienie wewnętrznych naprężeń piętra permsko-mezozoicznego, szczególnie na liniach granicznych wału oraz w miejscach wysadów solnych, np. w odcinku kłodawskim.

W tych warunkach interglacjał ferdynandowski był okresem erozji rzecznej i denudacji, w którym powstały utwory rezydualne. Następnie miała miejsce akumulacja osadów rzecznych i jeziornych. W tym czasie nastąpiło też odnowienie i powstanie nowych rowów tektonicznych.

Ponowne ochłodzenie klimatu spowodowało kolejną transgresję lądolodu, prawdopodobnie zlodowacenia Sanu 2. Początkowo akumulowane były piaski i żwiry wodnolodowcowe, a następnie, przed czołem lądolodu, utworzyło się zastoisko. W końcowym etapie tego zlodowacenia zostały złożone gliny zwałowe, które charakteryzują się obecnością porwaków z podłoża, co świadczy o zachodzących w tym czasie procesach glacitektonicznych. W czasie deglacjacji lokalnie akumulowane były osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. Podobnie jak w czasie zlodowacenia Sanu 1 tak i w czasie zlodowacenia Sanu 2, po zaniku obciążenia obszaru lądolodem nastąpiły potomne ruchy wypiętrzające wału środkowopolskiego i uwolnione zostały wewnętrzne naprężenia struktur permsko-mezozoicznych.

W tak określonych warunkach interglacjał mazowiecki zaznaczył się silną denudacją, która doprowadziła do znacznego rozmycia osadów glacialnych (żwiry, piaski i głązy rezydualne) i erozją, w wyniku której powstały doliny rzeczne. Następnie w dolinach i rozlewiskach były akumulowane osady mineralno-organiczne (mułki brunatne) oraz piaski rzeczne. Przykładem lokalnych zapadlisk może być rejon wschodniej części Kłodawy, gdzie utworzyła się wydłużona niecka wypełniana stopniowo osadami piaszczystymi (kłodawska niecka artezyjska). Rozciągłość tej niecki równoległe i obocznie do wysadu solnego wskazuje, że geneza zapadliska może być związana ze specyficzną kombinacją dynamiki mas solnych i nacisków lądolodu.

Transgredujący lądolód zlodowacenia Odry objął swoim zasięgiem cały obszar arkusza Kłodawa. Przed czołem nasuwającego się lądolodu były akumulowane osady wodnolodowcowe, a w lokalnie utworzonych zbiornikach – mułki i ropy zastoiskowe. Po wytopieniu lądolodu gliny zwałowe utworzyły ciągły poziom glacialny. Wydaje się, że istniało dynamiczne oddziaływanie nacisków lądolodu i „elastyczne zachowanie podłoża” związane z halotektoniką w strefie wysadu solnego, w wyniku którego nastąpiło wyraźne zwiększenie miąższości poziomu glin zwałowych na obszarze kłodawskiej niecki

artezyjskiej, a w okolicach Bierzwiennej – zmniejszenie miąższości glin wraz z wysklepieniem ku górze tego poziomu.

W interglacjale lubawskim (lubelskim) początkowo miała miejsce erozja i denudacja, która zniszczyła gliny zwałowe zlodowacenia Odry, pozostawiając piaski i żwiry rezydualne, a później nastąpiła akumulacja rzeczna.

Na początku zlodowacenia Warty, przed czołem lądolodu gromadziły się osady wodnolodowcowe oraz zastoiskowe. Po nasunięciu lądolodu, a następnie jego wytopieniu pozostał jeden miąższy poziom glin zwałowych, z którego zbudowana jest wysoczyzna w środkowej i południowej części terenu arkusza Kłodawa. Postój lądolodu zaznaczył się utworzeniem wzgórz moren czołowych i moren martwego lodu. Przepływy wód lodowcowych w tunelach i szczelinach pękającej pokrywy lodowej umożliwiły akumulację osadów żwirowo-piaszczystych przyszłych form akumulacji szczelinowej. W schyłkowym etapie zlodowacenia Warty wody roztopowe akumulowały osady wodnolodowcowe.

W interglacjale eemskim na omawianym obszarze występowały intensywne procesy erozji i denudacji, a także lokalnie – akumulacji rzecznej. Na obszarze arkusza Kłodawa można uznać za starsze od interglacjału eemskiego powierzchnie wysoczyzn rozciągające się na południu obszaru arkusza i młodsze – w północnej części terenu. W sąsiadujących z arkuszem Kłodawa regionach występuje wiele, opracowanych palinologicznie, stanowisk jeziornych osadów eemskich, np. Kaliska (Janczyk-Kopikowa, 1965), Ruszków (Janczyk-Kopikowa, 1997) i Krzyżówki koło Koła (Szalamacha, Skompski, 1999). Strefa struktury Ozorków–Izbica Kujawska o tendencjach wynoszących zapewne pozbawiona była w interglacjale eemskim zbiorników jeziornych.

Ostatnia transgresja lądolodu na omawianym obszarze miała miejsce w okresie zlodowacenia Wisły i objęła północną część terenu arkusza. Przed czołem lądolodu nastąpiła akumulacja osadów wodnolodowcowych. Po wytopieniu lądolodu pozostała cienka warstwa glin zwałowych. Na tej podstawie, jak też dzięki rozciągłości moren czołowych i obecności wyraźnych rynien polodowcowych wyznacza się zasięg tego zlodowacenia. Ponadto na bliskim przedpolu, w warunkach peryglacialnych istniała strefa przetrwałych wieloletnich lodów lub brył martwego lodu lodowcowego pozbawionych materiału skalnego. Powstały wzgórza moren czołowych oraz lokalne niewielkich rozmiarów zastoiska. Wody roztopowe osadzały sandry: wysoczyznowy i rozleglejszy sandr dolinny. W rynnach polodowcowych i wytopiskach powstały jeziora, będące wyznacznikiem młodego krajobrazu polodowcowego. W schyłkowym etapie zlodowacenia Wisły została ukształtowana współczesna sieć rzeczna, wykorzystująca wcześniejsze kierunki odpływu wód lodowcowych. Nastąpiła akumulacja osadów rzecznych.

Na przełomie plejstocenu i holocenu, w czasie panowania chłodniejszych warunków klimatycznych i braku zwartej pokrywy roślinnej, miały miejsce liczne procesy, prowadzące do przemodelowania wcześniej powstałych osadów i form rzeźby. Na glinach zwałowych tworzyły się miejscami cienkie pokrywy zwietrzelinowe. Górne warstwy osadów piaszczystych podlegały procesom eolicznym –

utworzyły się pola piasków przewianych oraz wydmy. W obniżeniach (stanowiących zaczątki przyszłych jezior wytopiskowych), powstałych pomiędzy topniejącymi bryłami martwego lodu, osadzały się starsze osady jeziorne.

W holocenie w dolinach rzek były akumulowane piaski humusowe. W obniżeniach na powierzchni wysoczyzny i sandrów oraz wokół jezior i we fragmentach den dolin rzecznych tworzyły się namuły piaszczysto-humusowe, torfy i sporadycznie kreda jeziorna. Akumulacja jeziorna, rzeczna, deluwialna i bagienna trwa do dzisiaj.

IV. PODSUMOWANIE

Badania geologiczne prowadzone na obszarze arkusza Kłodawa pozwoliły na rozpoznanie budowy i określenie genezy osadów czwartorzędowych występujących w tym regionie oraz podście-lających je osadów neogeńskich. Osady kenozoiczne przedstawiono na tle budowy podłoża mezozoicznego i kłodawskiego wysadu cechsztyńskiej serii solnej. Struktura Izbica–Kłodawa–Łęczyca, do której należy wysad kłodawski, jest najwybitniejszą strukturą solną Nizy Polskiego. W obrębie arkusza Kłodawa prze-biega ona z północnego zachodu na południowy wschód i stanowi obrzeżenie wału kujawskiego oraz granicę z niecką mogileńsko-łódzką.

Wyodrębniono pięć poziomów glin zwałowych, należących do zlodowaceń: Sanu 1, Sanu 2, Odry, Warty i Wisły oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe i zastoiskowe. Interglacjały: ferdynandow-ski, mazowiecki, lubawski (lubelski) i eemski reprezentowane są głównie przez utwory rezydualne, podrzędnie rzeczne. Niestety brak jest udokumentowania palinologicznego tych osadów.

Na podstawie analizy profili otworów wiertniczych można wnioskować o aktywności w czwar-torzędzie procesów tektonicznych. Ponadto odtworzono przebieg rozwoju rzeźby na tym terenie, od schyłku zlodowacenia Warty do dziś.

Dalsze badania na omawianym obszarze powinny koncentrować się na poszukiwaniu wystąpień osadów organogenicznych, które mogłyby potwierdzić stratygraficzny podział czwartorzędu oraz na poszerzeniu wiedzy o czwartorzędowych strukturach związanych z tektoniką podłoża, których szczególnie można się spodziewać na przedłużeniu struktury solnej ku północnemu zachodowi w kierunku Izbicy Kujawskiej.

Zakład Kartografii Geologicznej
Struktur Płytkich
Państwowego Instytutu Geologicznego
Państwowego Instytutu Badawczego
w Warszawie

Warszawa, 2009 r.

LITERATURA

- Baraniecka M. D., 1989 – Zasięg lądolodu bałtyckiego w świetle stanowisk osadów eemskich na Kujawach. *Geol. Morza*, **4**: 131–135.
- Baraniecka M. D., 1991 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski (480). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1993 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski (480). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecki J., 1958a – Kartowanie zwierciadła solnego na północ od Kłodawy (nr 3928/354). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Baraniecki J., 1958b – Kłodawski wysad solny na odcinku Ksawerówek–Marcjanowo. *Prz. Geol.*, **6**, 11.
- Bąkowski J., Kucia Z., 1959 – Opis profilu wiertniczego Kłokoczyn (nr 13255). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Brzeziński M., 2000 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Izbica Kujawska (479). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Ciuk E., 1979 – Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Konin, wyd. B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ciuk E., Mańkowska A., 1981 – Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Konin. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Marek S., 1969 – Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **13**, 3: 545–565.
- Domosławska M. D., 1960a – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Krośniewice (516). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Domosławska M. D., 1960b – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Łęczycza (552). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1961 – Osady rzeczne Rgilewki. *Kwart. Geol.*, **2**.
- Domosławska-Baraniecka, M. D., 1965 – Stratygrafia czwartorzędu okolic Chodcza na Kujawach. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **187**: 85–105.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1968a – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Krośniewice (516). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1968b – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Łęczycza (552). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1969a – Zasięg zlodowacenia a pradolina pod Kołem. *W: Przew. 41. Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Konin: 171–174.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1969b – Ze stratygrafii i rozwoju czwartorzędu południowych Kujaw. *W: Przew. 41. Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Konin: 49–58.
- Domosławska-Baraniecka M. D., 1969c – Okolice Kłodawy. *W: Przew. 41. Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Konin: 174–178.
- Grabowska I., Słodkowska B., 1993 – Katalog profili osadów trzeciorzędowych opracowanych palinologicznie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

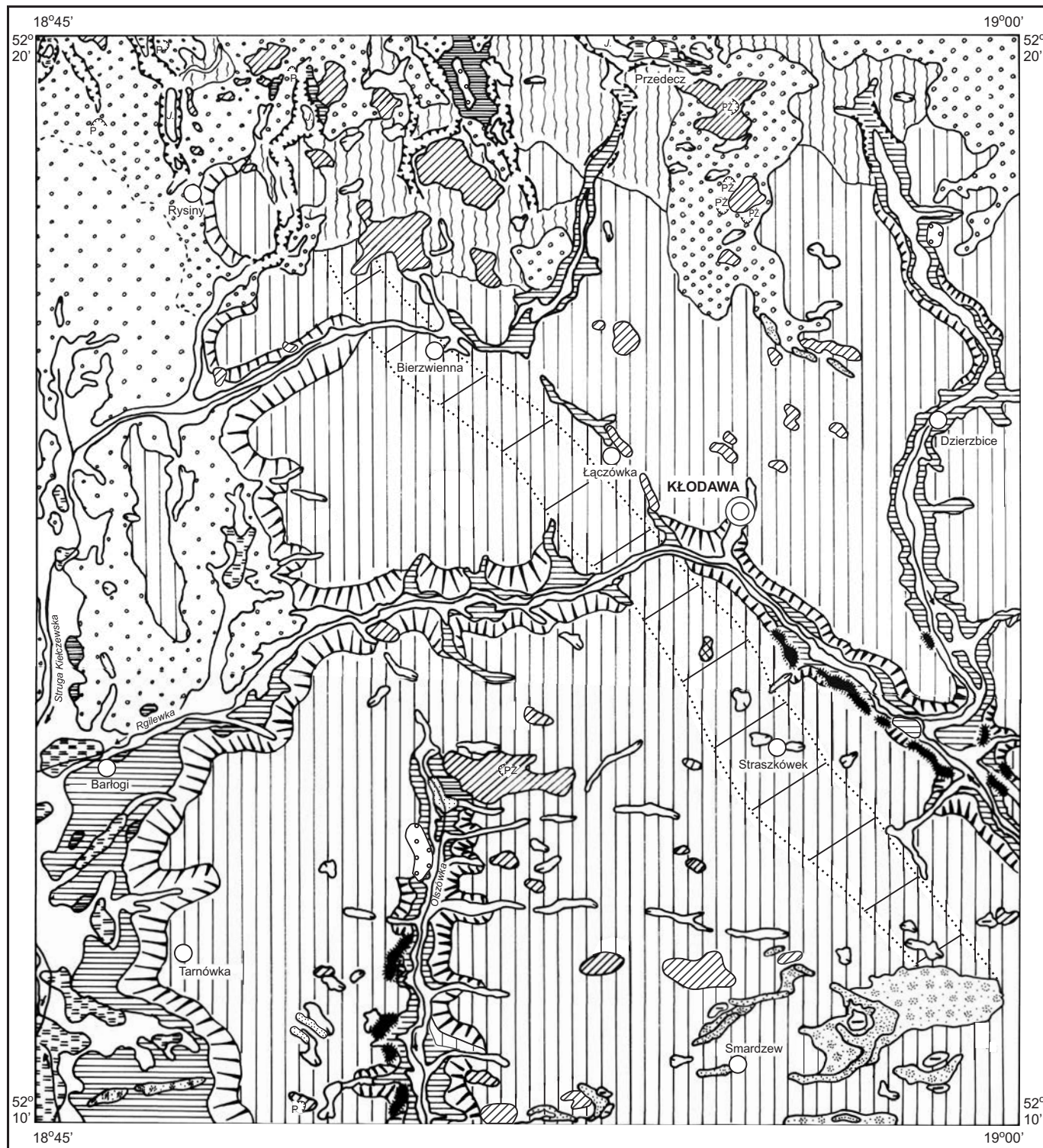
- Janczyk-Kopikowa Z., 1965 – Flora interglacjału eemskiego w Kaliskiej koło Chodcza na Kujawach. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 187: 107–118.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1996 – Ekspertyza palinologiczna dla profilu Maliszewko. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1997 – Analiza pyłkowa osadów interglacjału eemskiego w Ruszkówku na Pojezierzu Kujawskim. *Prz. Geol.*, 45, 1: 101–104.
- Karaszewski W., 1948 – Opis profilu wiertniczego K1 w Kłodawie (nr 36612). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Kenig K., 1996 – Budowa litologiczno-petrograficzna osadów czwartorzędowych, ark. Kłodawa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Kondracki J., 2009 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kowalska M., 1962 – Opis profilu wiertniczego Rduć 2/XX (nr 89744). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Krzywiec P., 2004 – Triassic evolution of the Kłodawa salt structure: basement-controlled salt tectonics within the Mid-Polish Trough (Central Poland). *Geol. Quart.*, 48, 2: 123–134.
- Lenczewicz S., 1927 – Dyluwium i morfologia środkowego powiśla. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 2: 67–220.
- Łyczewska J., 1960 – Uwagi na temat czwartorzędu Kujaw wschodnich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 150.
- Mańkowska A., 1974 – Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Konin, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Marek S. (red.), 1971 – Ropo- i gazonośność wału kujawskiego i obszarów przyległych na tle budowy geologicznej. 1. Budowa geologiczna. Lias i Retyk. *Pr. Geostruktur. Inst. Geol.*
- Marek S. (red.), 1977 – Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 80: 1–165.
- Marek S., 1986 – Opis profilu wiertniczego Tarnówka (nr 131366). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Marek S., Pajchłowa M. (red.), 1997 – Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 153: 1–125.
- Marek S., Znosko J., 1972a – Historia rozwoju geologicznego Kujaw. *Kwart. Geol.*, 16, 2: 233–248.
- Marek S., Znosko J., 1972b – Tektonika Kujaw. *Kwart. Geol.*, 16, 1: 1–18.
- Mikołajski J., 1927 – O powstaniu tzw. pradoliny warszawsko-berlińskiej. *Bad. Geogr. nad Polską Półn.-Zach.*, 2–3: 53–84.
- Nocoń W., Jastrząb M., 1990 – Opis profilu wiertniczego Kłokoczyn (nr 132545). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Nowacki K., 1995 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Dębnie (551). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Nowacki K., 1996 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dębnie (551). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 – Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, 43, 11: 916–927.
- Poborski J., 1960 – Cechsztyńskie zagłębienie solne Europy środkowej na ziemiach polskich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 30: 355–366.
- Pożaryski W., 1952 – Podłoże mezozoiczne Kujaw. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 55.
- Pożaryski W. (red.), 1974 – Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika. 1. Niż Polski. Wyd. Geol., Warszawa.

- Różycki S. Z., 1958 – Dolna jura południowych Kujaw. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 133.
- Różycki S. Z., 1972 – Plejstocen Polski środkowej. PWN, Warszawa.
- Szałamacha G., 1997 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Koło (514). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Szałamacha G., Skompski S., 1999 – Biogenic sediments of the Eemian Interglacial at Krzyżówki near Koło (central Poland). *Geol. Quarter.*, **43**, 1: 99–106.
- Tarka R., 1992 – Tektonika wybranych złóż soli w Polsce na podstawie badań mezostrukturalnych. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 138.
- Trzmieł B., 1996a – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Turek (550). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Trzmieł B., 1996b – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Turek (550). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Trzeciakowska M., Owczarczak B., 2002 – Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Kłodawa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Wagner R., 1994 – Stratygrafia osadów i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niziu Polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 146.
- Werner Z., Poborski J., Orska J., Bąkowski J., 1960 – Złoże solne w Kłodawie w zarysie geologiczno-górnicznym. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 30: 467–512.
- Znosko J., 1957a – Zarys stratygrafii łączyckiego doggeru. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 125.
- Znosko J., 1957b – Wznoszenie się wysadu kłodawskiego w jurze i jego wpływ na genezę muszlowców syderytowych. *Kwart. Geol.*, **1**, 1: 90–103.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kłodawa (515)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska
- Wysoczyzna morenowa falista
- Moreny czołowe akumulacyjne
- Zagłębienia końcowe (wytopiskowe)

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe (sandr dolinny)
- Równiny sandrowe (wysoczyznowe)
- Równiny zastoiskowe
- Formy akumulacji szczelinowej
- Rynny subglacjalne

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych
- Zagłębienia deflacyjne

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych i tarasy zalewowe
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych

Formy denudacyjne

- Długie stoki

Formy jeziorne

- Równiny jeziorne

Formy o założeniach tektonicznych

- Wzniesienia w obrębie wysoczyzny morenowej związane z wysadem solnym

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

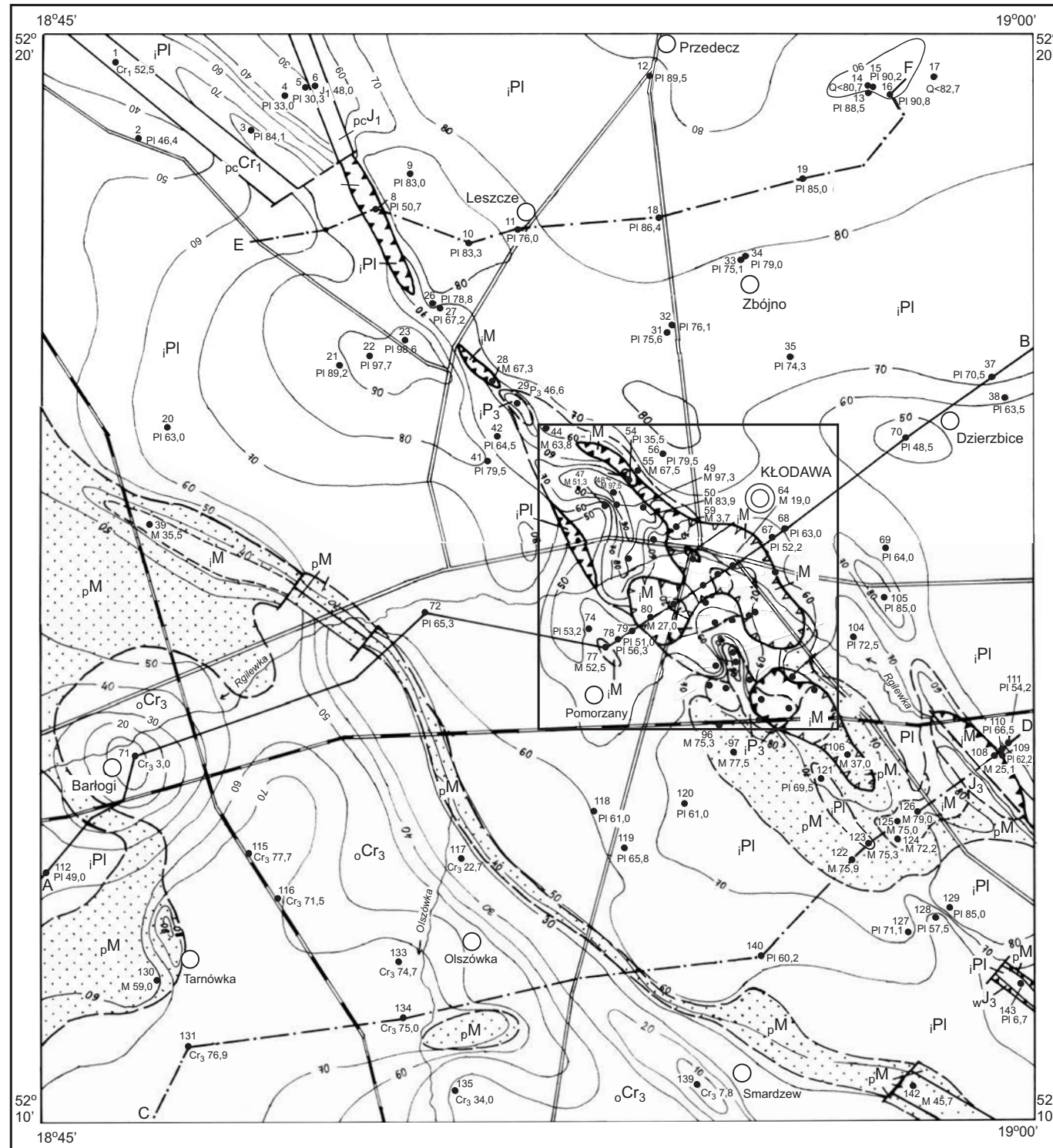
Formy antropogeniczne

- Piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P)
- Hałdy kopalniane

Opracowali: M.D. BARANIECKA
D. GRABOWSKI,
J. MIROSLAW-GRABOWSKA



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kłodawa (515)

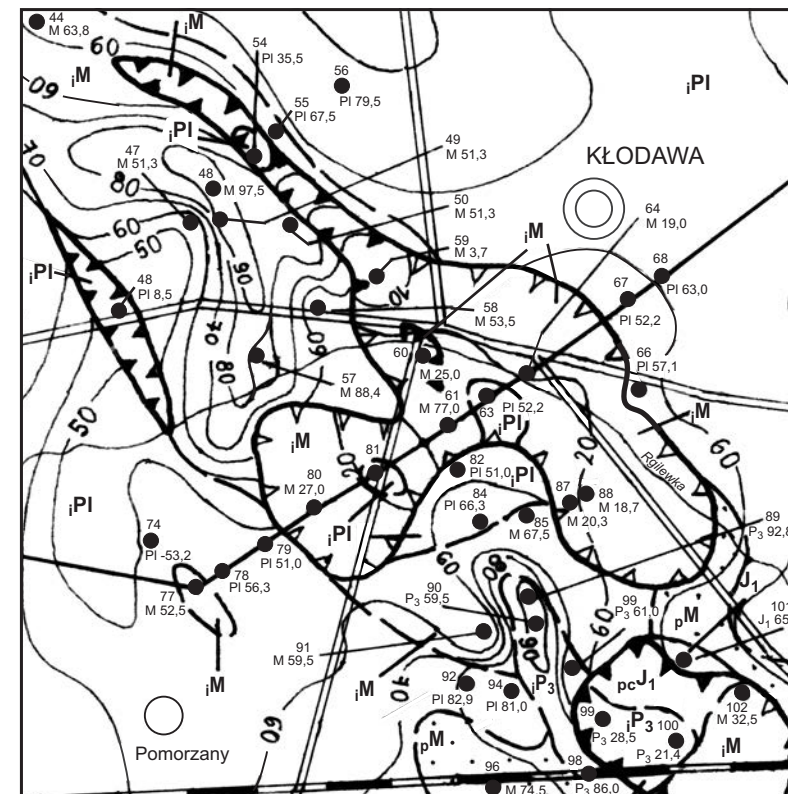


SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

NEOGEN	PLOCEN	iPI	Iły i mułki, lokalnie piaski
	MIOCEN	iM	Iły i mułki z wkładkami węgla brunatnego
		pM	Piaski, miejscami żwiry z wkładkami mułków i ilów oraz węgla brunatnego
KREDA	KREDA GÓRNA	oCr ₃	Opoki i margle
	KREDA DOLNA	pcCr ₁	Piaskowce, piaski i mułowce, lokalnie iły i ilowce
JURA	JURA GÓRNA	wJ ₃	Wapienie, wapienie margliste i dolomity
	JURA DOLNA	pcJ ₁	Piaskowce, mułowce i iły
PERM	PERM GÓRNY	iP ₃	Iły, ilowce, anhydryty i gipsy (czapa wysadu solnego)

CECHSZTYN

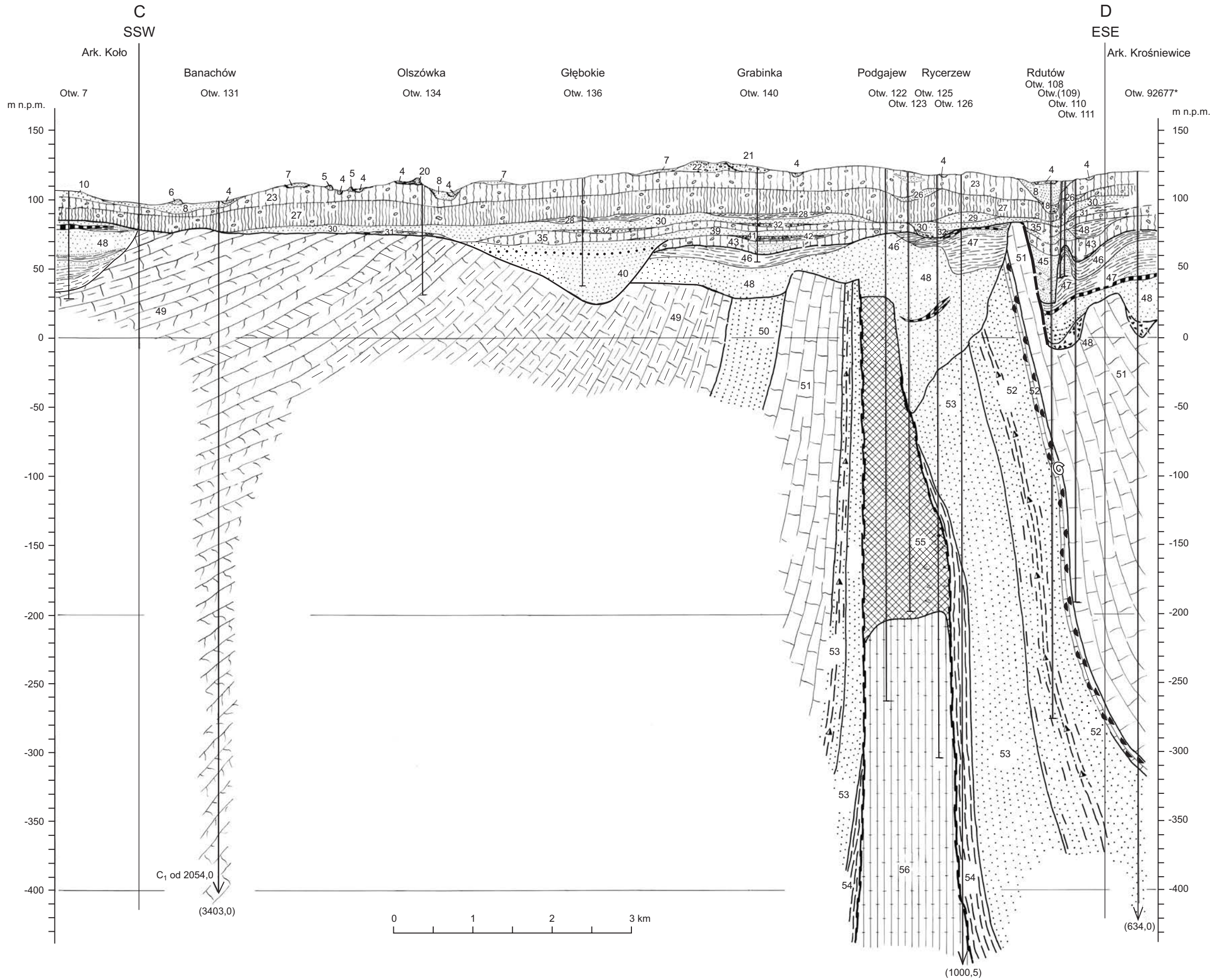


- Granice geologiczne
- - - Granice litologiczne
- 30— Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
- Uskoki pewne
- - - Uskoki przypuszczalne
- ▲▲ Granice rowów (zapadłisk) tektonicznych
- ▲▲ Granice obniżeń o innej genezie
- 88 M 18,7 Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.).
- A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej
- C—D Linie przekrojów geologicznych załączonych w tekście



Opracowali: M.D. BARANIECKA,
D. GRABOWSKI,
J. MIROSLAW-GRABOWSKA

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



OBJAŚNIENIA

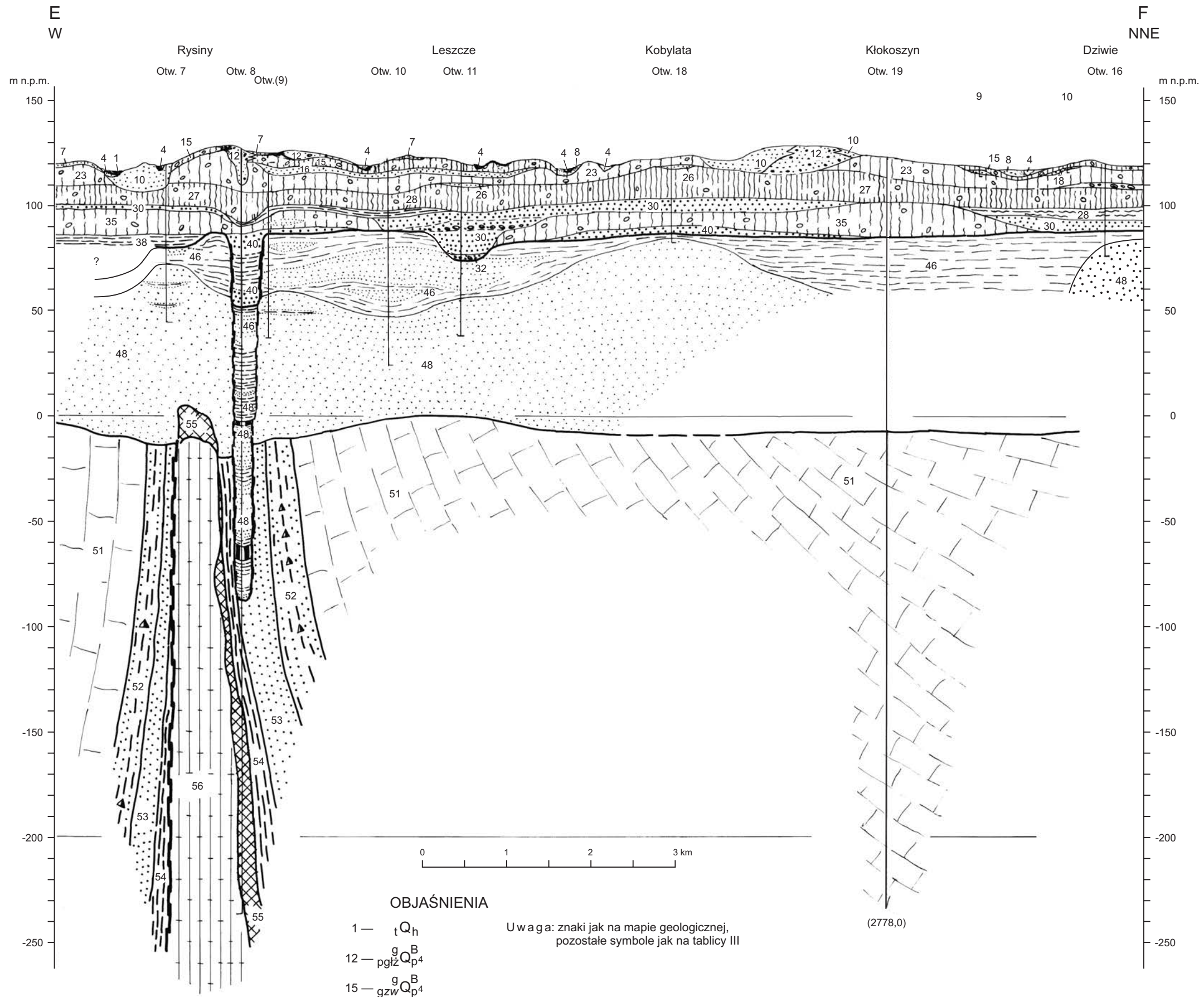
4 —	f _p Q ^h	39 —	fg _{pz} Q ^G _{p2}
5 —	e _p Q ^w	40 —	f _p Q ^F _{p2}
6 —	e _p Q	42 —	b _i Q ^S _{p2}
7 —	ppy ^z Q	43 —	g _{gzw} Q ^S _{p2}
8 —	f-pg _p Q ^B _{p4}	44 —	b _{im} Q ^S _{p2}
10 —	fg _{p2} Q ^B _{p4}	45 —	f _p Q ^S _{p2}
18 —	rf _{zp} Q ^{p3-4}	46 —	imPI
23 —	g _{gzw} Q ^W _{p3}	47 —	imM
26 —	rf _{pz} Q ^L _{p3}	48 —	pM
27 —	g _{gzw} Q ^O _{p3}	49 —	omeCr ₃
28 —	b _{mi} Q ^O _{p3}	50 —	pcCr ₁
29 —	fg _p Q ^O _{p3}	51 —	wJ ₃
30 —	f _p Q ^M _{p2-3}	52 —	pcJ ₂
31 —	f _m Q ^M _{p2-3}	53 —	pcJ ₁
32 —	r _z Q ^M _{p2-3}	54 —	icT ₃
35 —	g _{gzw} Q ^G _{p2}	55 —	iP
38 —	b _{mi} Q ^G _{p2}	56 —	NaP ₃

Uwaga: pozostałe znaki jak na mapie geologicznej

* Otw. 92677 (numer CBDG) —
Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.-PIB

Opracowali: M.D. BARANIECKA,
D. GRABOWSKI,
J. MIROSLAW-GRABOWSKA

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY E-F



Opracowała: M.D. BARANIECKA