



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Opracował: JAN ZIOMEK
Zreambulowali: JANUSZ BADURA, EUGENIUSZ SZTROMWASSER

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

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkuszeł Belchatów (700)
(z 1 tab. i 2 tabl.)



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Niniejszy materiał został sfinansowany ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
Za jego zgodność odpowiada wyłącznie
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

WARSZAWA 2021

Autor: Jan ZIOMEK¹, 1992
Autorzy reambulacji: Janusz BADURA², Eugeniusz SZTROMWASSER², 2009

¹Uniwersytet Łódzki, Katedra Geologii, Pracownia Kartowania Geologicznego,
ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź

²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski
al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław

Redakcja merytoryczna: Magdalena KLUSZEWSKA

ISBN 978-83-66985-90-2

PIG-PIB, Warszawa 2021

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

tel. (+48) 22 45 92 000

biuro@pgi.gov.pl

Przygotowanie wersji cyfrowej: Anna MAJEWSKA, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	11
A. Stratygrafia	11
1. Trias	11
a. Trias dolny	12
Pstry piaskowiec	12
Pstry piaskowiec dolny i środkowy	12
b. Trias dolny–środkowy	12
Pstry piaskowiec	12
Pstry piaskowiec górny (ret)	12
c. Trias środkowy	12
Wapień muszlowy	12
d. Trias górny	12
Kajper	12
2. Jura	13
a. Jura dolna	13
b. Jura środkowa	13
c. Jura górna	14
3. Kreda	14
a. Kreda dolna	14
Alb	14
b. Kreda górna	14
Cenoman	15
Koniak–santon	15
Kampan	15
Mastricht	15
4. Neogen	16
a. Miocen	16
Miocen środkowy	16
Miocen górny	17
b. Pliocen	17

5. Czwartorzęd	17
a. Plejstocen	18
Złodowacenia południowopolskie	18
Interglacjał wielki	18
Złodowacenia środkowopolskie	19
Złodowacenie Odry	19
Złodowacenie Warty	20
Interglacjał eemski	21
Złodowacenia północnopolskie	21
Złodowacenie Wisły	21
b. Czwartorzęd nierozdzielony	22
c. Holocen	23
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	23
C. Rozwój budowy geologicznej	25
IV. Podsumowanie	30
Literatura	31

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

I. WSTĘP

Reambulację arkusza Bełchatów (700) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (SMGP) zrealizowano w latach 2006–2009 w Państwowym Instytucie Geologicznym w Oddziale Dolnośląskim we Wrocławiu. Podstawą do przeprowadzenia prac była umowa zawarta z Ministerstwem Środowiska (nr 548/2006/Wn-07/FG-kg-tx/D z 1.12.2006 r.). Podstawą prac reambulacyjnych była pierwsza wersja arkusza Bełchatów SMGP (Ziomek, 1992a, b). Głównym celem wykonania reambulacji było dopasowanie treści mapy do ujednoczonego układu współrzędnych „1942” i nowego podziału stratygraficznego. Obraz budowy osadów plejstoceniowych uszczegółowiono, wykorzystując odsłonięcia w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”. Prace reambulacyjne objęły analizę archiwalnych materiałów – profili otworów wiertniczych, dokumentacji geologicznych, wyników badań geologicznych dotyczących omawianego obszaru oraz obserwacje terenowe. Spośród 209 otworów wiertniczych zamieszczonych na mapie dokumentacyjnej, w ogromnej większości płytkich, do mapy geologicznej wybrano 88 otworów, które najlepiej dokumentują budowę geologiczną obszaru. Przy charakterystyce budowy geologicznej obszaru arkusza uwzględniono także rezultaty nowych badań petrologicznych, geochemicznych i tektonicznych.

Granice arkusza Bełchatów wyznaczają współrzędne geograficzne: 51°20'–51°30' szerokości geograficznej północnej i 19°15'–19°30' długości geograficznej wschodniej. Powierzchnia badanego obszaru wynosi około 323 km².

Teren arkusza Bełchatów znajduje się w województwie łódzkim, w przeważającej części w powiecie bełchatowskim i obejmuje fragmenty gmin: Bełchatów, Drużbice, Zelów, Kluki oraz miasto Bełchatów. Niewielkie fragmenty wschodniej części obszaru arkusza znajdują się w powiecie piotrkowskim, w gminach Grabica i Wola Krzysztoporska. Jest to region rolniczo-przemysłowy. Zakłady przemysłowe są skoncentrowane w Bełchatowie. Największym miastem na tym obszarze jest Bełchatów, będący ośrodkiem administracyjnym, gospodarczym, kulturalnym i sportowym rejonu. Ludność, poza rolnictwem, jest zatrudniona głównie w zakładach przemysłowych Bełchatowa oraz

w znajdujących się poza granicami terenu arkusza, Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) „Bełchatów” i Elektrowni „Bełchatów”.

Lasy zajmują około 20% powierzchni terenu arkusza. Duże kompleksy leśne znajdują się na zachód od Głupic i Drużbic, wokół miejscowości Łobudzice-Kolonia oraz na zachód od Bełchatowa. Gleby wysokich klas bonitacyjnych zajmują największe powierzchnie w północnej części obszaru arkusza, w okolicach Drużbic, Emilianowa i Huty.

W rejonie Bełchatowa prowadzono rozpoznanie głębokiego podłoża podmezozoicznego (Leszczyński, red., 2007). Około 1000 metrów na wschód od miejscowości Mzurki, na obszarze sąsiedniego arkusza Piotrków Trybunalski (Ziomek, 1985, 1986), odwiercono najgłębszy w tym rejonie otwór – Piotrków Trybunalski IG-1, o głębokości 4849,0 m. Z przyczyn technicznych został on zakończony w skałach cechsztyńskich. Otwór ten posiada najpełniejszą dokumentację podłoża podkenozoicznego (Leszczyński, red., 2007). W latach 60. XX wieku prowadzono także rozpoznanie pod kątem występowania złóż węglowodorów i złóż węgla brunatnego. Poszukiwaniom tym towarzyszyły prace geofizyczne, w tym sejsmiczne. Archiwalne otwory wiertnicze na terenie arkusza Bełchatów są rozmieszczone nierównomiernie. Największa ich liczba jest skoncentrowana w części południowej obszaru – w Bełchatowie i jego okolicach. Najstarsze osady nawiercone na obszarze arkusza Bełchatów należą do triasu.

Na obszarze arkusza Bełchatów udokumentowano wiele złóż kruszywa naturalnego: Borowa (Mikinka, 1993c), Boryszów (Mioduszevska, Mikinka, 1987; Kurzawa, 2006a; Mikinka, 2008a), Boryszów I (Kurzawa, 2006b), Boryszów III (Mikinka, 2008b), Dobiecin (Mikinka, 1997), Dobrzełów (Parchimowicz, Smędra, 1983), Janina-Michałów (Mikinka, 2001), Ludwików (Mikinka, 2003, 2008d), Mokracz (Jończyk, 2000), Moników I (Mikinka, 1998d, 2007a), Moników II (Mikinka, 2007b), Suchcice (Rypuszyńska, 1974), Wola Kruszyńska (Mikinka, 1996b), Wola Kruszyńska I (Mikinka 1998c, 2006), Wola Kruszyńska II (Mikinka, 1999), Zwierzyniec (Mikinka, 1990) i surowców ilastych ceramiki budowlanej: Bujny Szlacheckie (Mikinka, 2008c), Cegielnia Domiechowice (Michalak, 1980), Domiechowice (Litowczenko, 1973), Domiechowice I (Mikinka, 1994), Kociszew (Miziołek, 1987a), Kociszew II (Piętera, 1989a), Kociszew III (Piętera, 1989b), Kolonia Kociszew II (Lichwierowicz, 1990), Kolonia Kociszew III (Mikinka, 1993a), Kolonia Kociszew IV (Mikinka, 1993b), Kolonia Kociszew V (Mikinka, 1995b), Kolonia Kociszew VI (Mikinka, 1998a), Kolonia Kociszew VII (Mikinka, 1998b), Kolonia Łobudzice (Mikinka, 1995a), Łobudzice (Miziołek, 1987b), Zelówek-Bocianicha (Mikinka, 1996a).

Historia badań i obserwacji geologicznych na obszarze arkusza Bełchatów i jego najbliższego sąsiedztwa sięga początków XX wieku (Premik, 1924; Lewiński, 1928). Pierwsze po roku 1945 prace

kartograficzne były związane z realizacją arkusza Łódź Przegładowej Mapy Geologicznej Polski 1:300 000 (Dylik, Jurkiewiczowa, 1951; Jurkiewiczowa i in., 1955). Inne opracowania kartograficzne, obejmujące omawiany obszar, to między innymi: arkusz Łódź Mapy Geologicznej Polski 1:200 000 (Klatkowa, 1980; Piwocki, 1980; Klatkowa, Piwocki, 1981) i mapy geologiczne Polski 1:500 000 (Rühle, 1986; Marks i in., 2006), Mapa utworów czwartorzędowych 1:2 000 000 (Rühle, 1957), Mapa strukturalno-geologiczna Polski bez utworów kenozoicznych 1:500 000 (Sokołowski, 1966), Atlas tektoniczny Polski (Znosko, red., 1998) i Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku 1:1 000 000 (Dadlez i in., 2000). Dla omawianego obszaru opracowano również mapy tematyczne w skali 1:50 000 – hydrogeologiczną (Fabianowski, 1997) i geośrodowiskowe (Kochanowska, 2003; Bujakowska, Dziedziak i in., 2004; Bujakowska, Hrybowicz i in., 2004). W latach 70. i 80. XX wieku opublikowano arkusze SMGP 1:50 000 sporządzone dla terenów sąsiadujących z badanym obszarem: Żelów (Baliński, Gawlik, 1985, 1986), Kamieńsk (Baraniecka, 1971b, 1971d; zreambulowany – Bartczak, 2016 a, b), Pabianice (Klatkowa, 1985 1987), Piotrków Trybunalski (Ziomek, 1985, 1986). Dzięki uprzejmości pracowników Państwowego Instytut Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego: D. Wieczorka, W. Danel i D. Gałązki, na etapie redakcji arkusza Bełchatów korzystano również z danych zebranych w ramach aktualizacji arkuszy Żelów i Piotrków Trybunalski SMGP, które nie zostały jeszcze opublikowane.

Literatura naukowa z obszaru arkusza Bełchatów dotyczy problematyki budowy geologicznej i stratygrafii, obejmującej osady triasu, jury, kredy i kenozoiku. Ogólną budowę geologiczną i tektonikę regionu przedstawiali: Biernat (1968, 1971), Błaszczewicz i inni (1968), Dadlez (2003), Dadlez i inni (1995), Mrozek (1960, 1975), Znosko (1966, 1970). Wykształceniem i stratygrafią utworów mezozoiku zajmowali się: Dąbrowska (1970), Feldman-Olszewska (2007), Kopik (1973), Samsonowicz (1948), Senkowiczowa (1965, 1970, 1973) oraz Senkowiczowa i Szyperko-Śliwczyńska (1975). Opracowania syntetyczne dotyczące podziału stratygraficznego i wykształcenia litologicznego paleogenu i neogenu przedstawili: Ciuk (1970), Piwocki i Ziemińska-Tworzydło (1995) oraz Piwocki i inni (2004).

Obrazu budowy geologicznej osadów neogennych i plejstocennych oraz danych o neotektonice dostarczają prace prowadzone w rejonie KWB „Bełchatów”, których autorami są m.in.: Balwierz i inni (2006), Baraniecka (1982), Baraniecka i inni (1995), Brodzikowski (1985), Ciuk i Piwocki (1980), Gotowała i Hałuszczak (2002), Goździk (1995), Goździk i Zieliński (1996), Hałuszczak (2004), Krzyszkowski (1989a, b, 1990, 1991a, b, 1992, 1993), Krzyszkowski i Winter (1996), Krzyszkowski i inni (1992), Stuchlik i inni (1990) oraz Szykiewicz (2000).

Problematyka czwartorzędu, w tym głównie plejstocenu, ma bogatą literaturę. Prace o charakterze regionalnym, dotyczące wykształcenia i wieku osadów oraz analizy form w ramach większych jednostek fizjograficznych, a obejmujących badany obszar lub jego sąsiedztwo, wykonali m.in.: Baraniecka (1969, 1971a,c, 1983), Domosławska-Baraniecka (1967), Gawlik (1970), Janczyk-Kopikowa (1971), Jurkiewiczowa (1961), Klatkowa (1972), Krzemiński (1974), Krzyszkowski i inni (1992), Liszkowski (1975), Manikowska (1966, 1983), Nalewajko (1982), Piech (1930), Premik (1930, 1931).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski (Kondracki, 2002) obszar arkusza Bełchatów znajduje się na granicy dwóch makroregionów: Niziny Południowowielkopolskiej i Wzniesień Południowomazowieckich. W obrębie Niziny Południowowielkopolskiej na terenie arkusza wyróżniono mezoregiony Kotlina Szczercowska (w części południowo-zachodniej) i Wysoczyzna Łaska (w części północno-zachodniej). Wzniesienia Południowomazowieckie reprezentuje mezoregion Wysoczyzna Bełchatowska. Obejmuje on wschodnią, południową i środkową część opisywanego obszaru.

Kotlina Szczercowska jest obniżeniem (niemal równiną) o charakterze misy końcowej lądolodu warciańskiego. Na południe od miejscowości Parzno znajduje się najniższe położone miejsce na obszarze arkusza, o wysokości około 182 m n.p.m. Najwyżej położone powierzchnie rozciągają się na wysokości około 220 m n.p.m. Kotlina Szczercowska jest najbardziej zalesioną częścią obszaru arkusza. Wysoczyzna Łaska jest zdenudowaną, monotonną równiną morenową, o mało urozmaiconym krajobrazie, rozciętą potokami spływającymi ze środkowej części obszaru arkusza w kierunku zachodnim i północno-zachodnim. Kulminacje pagórków osiągają tu wysokość około 210 m n.p.m. Najniższe położone tereny znajdują się w dolinie Grabi na wysokości około 185 m n.p.m. Wysoczyzna Bełchatowska wyróżnia się pagórkowatą rzeźbą porozcinaną rzekami, m.in. Rakówką i Grabią oraz ich dopływami. Ośią wysoczyzny jest ukierunkowane południkowo pasmo wzgórz, często piaszczysto-żwirowych, związane z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia Warty. Różnice wysokości osiągają tu ponad 45,0 m. Najwyższe wzgórza znajdują się na północ i wschód od Bełchatowa. Wzgórze na zachód od Suchcic ma 239,7 m n.p.m. (jest to najwyżej położony punkt na obszarze arkusza Bełchatów), a na północ od Niedyszyny – 232,9 m n.p.m. Najniższej położone tereny, poniżej 194,7 m n.p.m., znajdują się w dolinie Rakówki, na południe od Bełchatowa. Deniwelacja na terenie arkusza wynosi około 57 m.

Najpowszechniej występującą formą pochodzenia lodowcowego jest wysoczyzna morenowa falista. Zajmuje ona około 60% powierzchni terenu arkusza (tabl. I). Została silnie przeobrażona zarówno w czasie ostatniego zlodowacenia, kiedy w warunkach peryglacialnych zatarła się pierwotna ostrość rzeźby, jak i w wyniku częściowego przykrycia pokrywami piasków eolicznych. Jedyna stwierdzona na badanym terenie morena czółowa znajduje się w południowo-wschodnim narożu obszaru. Jest to forma wydłużona południkowo, a jej kulminacja znajduje się na obszarze arkusza Kamieńsk SMGP. Szczyt wzgórza znajduje się na wysokości około 230 m n.p.m. W kilku miejscach przy wschodniej granicy obszaru arkusza wydzielono moreny martwego lodu głównie na kontakcie z glinami zwałowymi.

Równiny wodnolodowcowe tworzą różnej wielkości płyty leżące na wysoczyźnie morenowej falistej. Większe obszary zajmują w części zachodniej i południowej opisywanego obszaru. W części północno-wschodniej i wschodniej obszaru arkusza, m.in. na południe od miejscowości Mzurki, występują kemy i plateau kemowe. Ich powierzchnie znajdują się na wysokości około 220–230 m n.p.m. Nieliczne kemy rozpoznano również w zachodniej i południowej części terenu arkusza. Pojedyncze formy akumulacji szczelinowej stanowią silnie zdenudowane wzniesienia o wysokości do 239,7 m n.p.m. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza występują fragmenty równin zastoiskowych.

Formy eoliczne – równiny piasków przewianych i wydmy, występują nierównomiernie na obszarze całego arkusza, ale największe pola są zlokalizowane w części południowo-zachodniej (w Kotlinie Szczercowskiej) i w części północno-zachodniej (na Wysoczyźnie Łaskiej). Formy eoliczne najczęściej występują wśród równin wodnolodowcowych i na tarasach rzek. Miejscami piaski eoliczne zostały nawiane także na wychodnie glin zwałowych. Wydmy mają kształty zarówno form parabolicznych, jak i równoleżnikowo wydłużonych wałów. Wysokości względne opisywanych form rzadko przekraczają 5,0 m, a jedynie wyjątkowo, np. na zachód od Bełchatowa, są one wyższe, do około 10 m. Między wydrami i na równinach piasków przewianych występują drobne zagłębienia deflacyjne czasami wypełnione wodą.

Doliny rzeczne tworzą gęstą sieć w północnej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza. W dolinach większych rzek utworzyły się trzy poziomy tarasów akumulacyjnych. Najniższe tarasy (poziom III), o wysokości 0,5–2,0 m n.p. rzeki, są związane z holoceniowym przepływem. Miejscami występują na nich mady związane z rolniczym przekształcaniem krajobrazu. Tarasy o wysokości 3,5–8,0 m n.p. rzeki (poziom II) powstały w czasie zlodowaceń północnopolskich. Tworzą one powierzchnię znajdującą się powyżej granicy współczesnych powodzi, m.in. w dolinach

Rakówki, Grabi, Pilski i Dąbrówki. Najwyższe tarasy, 8,0–10,0 m n.p. rzeki (poziom I), były akumulowane w okresie zlodowacenia Warty i występują we wschodniej części obszaru arkusza, w dolinie Dąbrówki, w sąsiedztwie granicy z terenem arkusza Piotrków Trybunalski.

Formami denudacyjnymi są o s t a ń c e wychodni margli i wapieni mastrychtu, które występują w północnej części obszaru arkusza nad doliną Grabi. Formy te powstały w neogenie i zapewne były ponownie erodowane w czasie zlodowaceń południowopolskich i środkowopolskich. Wysoczyzny morenowe i równiny wodnolodowcowe rozcinają dolinki denudacyjne. Na obszarze wysoczyzn morenowych falistych występują drobne zagłębienia o różnej genezie, które mogą być zagłębieniami po bryłach martwego lodu.

W części zagłębień po bryłach martwego lodu powstały formy utworzone przez roślinność – r ó w n i n y t o r f o w e. Występują one także w szerokich dnach podmokłych dolin rzecznych. Największe powierzchnie równin torfowych występują w południowo-zachodniej i północnej części obszaru arkusza.

Na obszarze arkusza Bełchatów występuje kilka typów form antropogenicznych. P i a s k o w n i e, p i a s k o w n i e - ż w i r o w n i e i ż w i r o w n i e są wyrobiskami związanymi z eksploatacją złóż kruszywa naturalnego (piasków i żwirów). Są one zlokalizowane głównie w części północnej i wschodniej obszaru arkusza. Znaczna część złóż jest wyeksploatowana, a wyrobiska po nich są wypełnione wodą, zalesione lub niezrekultywowane. G l i n i a n k i są efektem eksploatacji złóż glin zwałowych jako surowca do produkcji ceramiki budowlanej. Ślady po gliniankach stwierdzono w części północno-zachodniej obszaru arkusza i w rejonie Domiechowic koło Bełchatowa. N a s y p y występują w rejonie ścisłej zabudowy Bełchatowa w obrębie budownictwa mieszkaniowego i przemysłowego, infrastruktury drogowej, wodno-kanalizacyjnej, gazowej i energetycznej. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. I) zaznaczono wyłącznie wyrobiska wyraźnie zaznaczające się w morfologii terenu oraz nasypy w obrębie Bełchatowa.

Obszar arkusza Bełchatów jest położony na pograniczu zlewni Odry i Wisły. Przeważająca część opisywanego terenu leży w dorzeczu Odry, jedynie jego południowo-wschodni fragment należy do dorzecza Wisły. Północna i środkowa część obszaru arkusza są odwadniane przez dopływy Widawki – Grabię i Pilsię oraz ich dopływy. Południowo-zachodnią i południową część terenu odwadnia Rakówka i jej dopływy. Ciekie te należą do zlewni Warty. Południowo-wschodnią część obszaru arkusza, należącą do zlewni Pilicy, odwadniana Dąbrówka i jej dopływy.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Obszar arkusza Bełchatów znajduje się w granicach segmentu mogileńsko-łódzkiego, będącego częścią większej jednostki tektonicznej – synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in., 2011). Według starszych regionalizacji omawiany obszar znajduje się w granicach niecki łódzkiej, będącej południową częścią większej jednostki – niecki mogileńsko-łódzkiej w obrębie niecki szczecińsko-łódzko-miechowskiej (Stupnicka, 2007). Na powierzchni podkenozoicznej niecka łódzka jest tu zbudowana z utworów kredy górnej. Pod nimi występują osady starsze: kredy dolnej, jury, triasu i prawdopodobnie permu (Sokołowski, 1966; Ziomek, 1986). Stratygrafia obszaru arkusza została opracowana w oparciu o profile otworów wiertniczych, w tym otworów kartograficznych (wierconych na potrzeby pierwszej wersji arkusza Bełchatów) oraz publikowane prace naukowe. Stwierdzono tu osady czwartorzędu, neogenu, kredy, jury i triasu. Na powierzchni terenu, spod utworów czwartorzędowych odsłaniają się osady kredy górnej. Podkenozoiczną budowę geologiczną tego obszaru rozpoznano na podstawie wychodni skał oraz profili dziewięciu głębokich otworów wiertniczych, sięgających maksymalnie osady triasu dolnego. Całkowita, maksymalna miąższość przewierconych osadów mezozoiku wynosi 3111,0 m w Wielopolu (otw. 47), natomiast stwierdzona miąższość osadów kenozoicznych, reprezentowanych przez miocen, pliocen i czwartorzęd wynosi do 95,0 m (otw. 47) i 87,0 m w Kolonii Kaszewice (otw. 79).

1. Trias

Trias na omawianym obszarze jest reprezentowany przez trias dolny, środkowy i górny. Pełny profil osadów triasu nawiercono w Wielopolu (otw. 47). W sześciu innych otworach (otw. 16, 28, 44–46 i 75) wiercenia zakończono w osadach triasu górnego. Strop utworów triasu występuje na głębokości od 1390,0 (otw. 75) do 2008,0 m (otw. 16). Osady te były na ogół przewiercane bezrdzeniowo.

Pstry piaskowiec górny (ret) w niniejszym opracowaniu został umieszczony na pograniczu triasu dolnego i środkowego zgodnie z tabelą Korelacji wybranych podziałów stratygraficznych (Wieczorek i in., 1979). Jednakże jego pozycja była przyjmowana również jako trias dolny (Instrukcja w sprawie opracowania i wydania Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 z 1977 r.). W tabeli formalnych jednostek geochronologicznych (2014) pstry piaskowiec jest zaliczony do triasu wczesnego, a ret jest jego częścią (Kardynał i in., 2016).

a. Trias dolny

Pstry piaskowiec

Pstry piaskowiec dolny i środkowy

Piaskowce, mułowce i iłowce zaliczane do pstręgo piaskowca dolnego i środkowego są najstarszymi osadami nawierconymi na obszarze arkusza Bełchatów. Stwierdzono je tylko w Wielopolu (otw. 47) na głębokości od 2797,0 m. Piaskowce te są drobnoziarniste o lepiszczu żelazisto-dolomitycznym z przewarstwieniami mułowców i iłowców. W mułowcach i iłowcach są obecne oczka gipsowe. Osady te mają barwy czerwono-brunatną, beżowoczerwą i beżowoczerwoną. Nieprzewiercona seria skał pstręgo piaskowca dolnego i środkowego ma miąższość 409,0 m.

b. Trias dolny–środkowy

Pstry piaskowiec

Pstry piaskowiec górny (ret)

Dolomity margliste, dolomity margliste z gipsem i wapienie nawiercone na głębokości 2657,0 m w otworze 47 zaliczono do retu. Tworzą one serię osadów barwy ciemnoszarej, prawie czarnej. Są one zwarte i mają miąższość 140,0 m. Gipsy występują w formie drobnych, białych żyłek i gniazd.

c. Trias środkowy

Wapień muszłowy

Wapień muszłowy jest reprezentowany przez anhydryty, dolomity margliste, margle i iłowce. Serię tych osadów o miąższości 394,0 m nawiercono na głębokości 2263,0 m (otw. 47). Anhydryty stanowią przewarstwienia między dolomitami i iłowcami. Dolomity i margle są szare i popielate. Sporadycznie występują również piaskowce barwy czekoladowej o lepiszczu ilasto-węglanowym.

d. Trias górny

Kajper

Iłowce z gipsem zaliczone do dolnej części kajpru nawiercono na głębokości 1685,0 m w Wielopolu (otw. 47) i 1910,0 m w Helenowie (otw. 44), na północny wschód od Bełchatowa. Iłowce mają barwę czerwoną i szarozieloną a gipsy tworzą wśród nich drobne gniazda lub nieregularne wkładki. Miejscami stwierdzono również wtrącenia piaskowców drobnoziarnistych. Miąższość opisywanych osadów wynosi 578,0 m (otw. 47).

Iłowce i mułowce ilaste stanowią stropową część profilu triasu górnego (retyku). Są to osady barwy czerwonej i czerwonożółtej z zielonymi plamami, zlustrowane. Strop utworów retyku nawiercono na głębokości od 1390,0 m w Niedyszynie (otw. 75), 1540,0 m w Wielopolu (otw. 47) do 2008,0 m w Teofilowie (otw. 16) w północnej części obszaru arkusza. Maksymalna miąższość nieprzewierconych osadów retyku wynosi 341,0 m w Kąciku koło Bukowia Dolnego (otw. 28), a przewierconych – 298,0 m w Helenowie (otw. 44).

2. Jura

Utwory jury nawiercono w dziewięciu otworach (16, 28, 44–49 i 75) ale pełny ich profil przewiercono tylko w otworach: 16, 28, 44–48. Strop osadów znajduje się na głębokości od 519,0 m (otw. 48) do 758,1 m (otw. 16). Całkowita miąższość osadów jury waha się w granicach od 810,0 m (otw. 75) do 1257,0 m (otw. 28). W otworze 75 nie stwierdzono osadów jury dolnej, podobnie jak w otworze Piotrków Trybunalski IG-1, zlokalizowanym w rejonie Mzurek, tuż za wschodnią granicą obszaru arkusza (Ziomek, 1986; Feldman-Olszewska, 2007). Sugeruje to, że we wczesnej jurze doszło do wypiętrzania poduszki solnej Bełchatowa w antyklinie Bełchatowa (Mrozek, 1975). W profilach otworów wierconych na terenie arkusza Bełchatów osady jury dolnej są opisane jako jura dolna – lias (otw. 28, 44, 45, 46) lub tylko jura dolna (otw. 16, 47), osady jury środkowej jako jura środkowa (otw. 16, 47) lub dogger (otw. 28, 44, 45, 75). Jedynie utwory jury górnej w części profili zostały rozdzielone na piętra (otw. 16, 28, 45, 46, 75).

a. Jura dolna

Utwory jury dolnej na obszarze arkusza są reprezentowane przez piaskowce, mułowce ilaste i iłowce z syderytami. Osady te mają barwę popielatoszarą, zieloną, zielonoszarą, ciemnoszarą a nawet czarną. Syderyty w iłowcach występują w formie gniazd (otw. 28). Utwory jury dolnej zostały nawiercone na głębokości od 1397,5 m (otw. 47) do 1752,6 m (otw. 16). Ich miąższość mieści się w granicach od 9,0 m (otw. 44) do 175,0 m (otw. 46) i maksymalnie 255,4 m (otw. 16).

b. Jura środkowa

Utwory jury środkowej są wykształcone jako mułowce dolomityczne, iłowce, piaskowce wapniste i dolomity. Strop osadów jury środkowej nawiercono na głębokości od 1282,0 (otw. 47) do 1592,2 m (otw. 16). Ich miąższość wynosi od 77,0 m (otw. 75), 175,0 (otw. 46) do 265,0 m (otw. 28). Utwory jury środkowej mają zabarwienie szare, ciemnoszare, popielate, brązowe i brunatnoczarne.

c. Jura górna

Osady dolnej części jury górnej są wykształcone jako wapienie i dolomity jasnożełwe, żełwe i jasnokremowe z detrytusem skorup wapiennych. Mają miąższość od 291,0 m (otw. 28), 504,0 m (otw. 49) do 540,0 m (otw. 46). Jasnopopielate i popielate margle i wapienie środkowej części jury górnej mają miąższość do 491,0 m (otw. 28). Ciemnoszare i ciemnobrunatne margle, wapienie i ilowce z liczną fauną amonitów, występujące w górnej części jury górnej, mają miąższość około 49 m (otw. 49). Łączna miąższość osadów jury górnej mieści się w granicach od 733,0 m (otw. 75) do 834,1 m (otw. 16), a ich strop stwierdzono na głębokości od 519,0 m (otw. 48) do 758,1 m (otw. 16).

3. Kreda

Osady kredy na obszarze arkusza Bełchatów są reprezentowane przez utwory kredy dolnej (albu) oraz kredy górnej (cenomanu, koniak, santonu, kampanu i mastrychtu). Podłoże podkenozoiczne na tym obszarze stanowią osady kredy górnej. Najmłodsze skały kredy górnej, mastrychtu, występują również na powierzchni terenu w rejonie miejscowości Głupice, Wola Głupicka i Czarny Las w północnej części obszaru. Miąższość przewierconych osadów kredy w obrębie niecki łódzkiej na omawianym obszarze wynosi od 430,0 m (otw. 47) do 748,1 m (otw. 16).

a. Kreda dolna

Alb

Osady albu, wykształcone jako piaskowce, margle, wapienie i mułowce leżą na głębokości od 482,0 m (otw. 45) do 713,0 m (otw. 16). Strop tej serii znajduje się na wysokości od 255,0 m p.p.m. do 495 m p.p.m. Ich miąższość waha się od 26,0 m (otw. 28) do 65,0 m (otw. 75). Piaskowce te są drobnoziarniste, kwarcowe i z glaukonitem. Mają kolor ciemnopopielaty, szary lub zielony. Są przeławiczone marglami, mułowcami glaukonitowymi i łupkami marglistymi. W stropie serii osadów kredy dolnej miejscami występują wapienie białoszare, margliste, ze smugami margli zielonych.

b. Kreda górna

Osady kredy górnej w otworach wiertniczych nawiercono na głębokości od 4,0 m (otw. 4) do 95,0 m (otw. 47). Powierzchnia stropu utworów kredy górnej w profilach otworów wiertniczych znajduje się na wysokości od 115,5 m n.p.m. w Kolonii Kaszewice (otw. 79) do 220,0 m n.p.m. w Kąciuku koło Bukowia Dolnego (otw. 28). Łączna miąższość osadów kredy górnej wynosi od 395,0 m (otw. 47) do 703,0 m (otw. 16). W profilach dwóch otworów wydzielone zostały osady cenomanu, a utwory

pozostałych pięter kredy górnej były opisane łącznie i ich miąższość wynosi 427,0 m (otw. 46) i 513,0 m (otw. 28).

Cenoman

Osady cenomanu są wykształcone jako jasnoszare i zielonkawoszare margle, miejscami zapiaszczone. Wydzielone w nielicznych profilach otworów wiertniczych osady cenomanu mają miąższość 59,0 m (otw. 28) i 38,0 m (otw. 46). Nawiercono je na głębokości 523,0 m (otw. 28) i 477,0 m (otw. 46) przy rzędnych powierzchni stropu, odpowiednio 293,0 m p.p.m. i 242,0 m p.p.m.

Koniak–santon

Wapienie, margle wapniste i piaskowce. Osady tego wieku wydzielono na podstawie profili otworów wiertniczych, zlokalizowanych w granicach wychodni na powierzchni podczwartorzędowej. Są one wykształcone głównie jako wapienie jasnoszare, margliste oraz margle wapniste, kredowe o barwie białej, kremowej, jasnoszarej i szarej. Margle są zbite, masywne, miejscami z wąskimi szczelinami, na kontaktach których widoczna jest mineralizacja manganu (otw. 42). Piaskowce drobnoziarniste o miąższości 17,0 m nawiercono w Bełchatowie (otw. 82).

Kampan

Margle, wapienie i opoki. Osady kampanu są reprezentowane głównie przez margle, margle i wapienie, powszechnie margliste. Są one jasnoszare, szare i popielatoszara. Margle kredowe są masywne, zbite, z licznymi szczelinkami, miejscami piaszczyste (otw. 52). Opoki o miąższości 9,0 m opisano w Kazimierzowie (otw. 27). Utwory kampanu opisano na podstawie profili otworów wiertniczych, zlokalizowanych w granicach wychodni na powierzchni podczwartorzędowej.

Mastrycht

Margle, wapienie margliste, piaskowce i opoki. Osady tego wieku występują również na powierzchni terenu. W rejonie Głupic i Woli Głupickiej oraz Czarnego Lasu tworzą one dwa ostańce oddzielone od siebie doliną Grabi. Wychodnie koło Czarnego Lasu w morfologii stanowią równoleżnikowy garb, a w rejonie Głupic są położone na skłonie wysoczyzny. Osady mastrychtu są wykształcone głównie w postaci szarych, popielatoszarych i zielonych margli oraz cienkopłytych wapieni marglistych. Białe i kremowe opoki kredowe nawiercono we Wdowinie (otw. 19). Odnaczają się one licznymi szczelinkami i spękaniem oraz przewarstwieniami margli. Piaskowce o miąższości ponad 40,0 m nawiercono w Kociszewie (otw. 1). W odsłonięciach były opisywane fragmenty skamieniałości cienko- i gruboskorupowych małży, jeżowców i gąbek (Ziomek, 1992b).

4. Neogen

Utwory neogenu występują w lokalnych obniżeniach skał górnokredowych o założeniach tektonicznych, zapadliskowych i erozyjnych w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, w rejonie Bełchatowa i na północ od miasta. Są reprezentowane przez osady miocenu i pliocenu. Miąższość ich jest zróżnicowana i zależna od tektoniki podłoża mezozoicznego. Maksymalna, przewiercona miąższość serii osadów neogenu wynosi 61,0 m (otw. 79), a nieprzewiercona – przekracza 79,0 m (otw. 83). Powierzchnia spągu tych osadów leży na wysokości od 182,2 m n.p.m. (otw. 29) do poniżej 95,5 m n.p.m. (otw. 83). Na powierzchni podczwartorzędowej obszaru arkusza Bełchatów, poza wychodniami utworów kredy górnej, odsłaniają się osady ilasto-mułkowo-piaszczysto-żwirowe miocenu górnego i pliocenu.

a. Miocen

Miocen środkowy

Mułki, mułki piaszczyste, ily i węgiel brunatny stwierdzono w otworze 79 odwierconym w Kolonii Kaszewice. W stropie tej serii, na głębokości 73,8 m (wysokość 128,7 m n.p.m.), występuje warstwa węgla brunatnego miąższości 1,2 m. Ma on kolor czarny i jest silnie zdiagenezowany (Ziomek, 1992b, 1995). Poniżej węgla brunatnego zalega warstwa mułków zielonych, plastycznych oraz piaski różnoziarniste z drobnymi warstewkami węgla brunatnego i mułki piaszczyste o łącznej miąższości 12,0 m. Osady w tym otworze uznano za reprezentujące miocen środkowy na podstawie korelacji z litostratygraficznym profilem odsłoniętym w KWB Bełchatów, mimo ich niejednoznacznej interpretacji palinostratygraficznej (Ziomek, 1992b, 1995). W południowej części obszaru arkusza, w Grocholicach (otw. 83), stwierdzono warstwę węgla brunatnego o miąższości 1,0 m na głębokości 42,4–43,4 m oraz ily i piaski z węglem brunatnym. Osady tego wieku mają większe rozprzestrzenienie na obszarze sąsiadującego od południa arkusza Kamięnsk (Baraniecka, 1971b, d; Bartczak, 2016a, b). Wskazują na to również dane z profilu otworu 83, w którym osady miocenu nie zostały przewiercone do głębokości 99,5 m (95,5 m n.p.m.). Obniżenie to nazwane zostało rowem tektonicznym Grocholic (Ziomek, 1992b, 1995).

Badania palinologiczne próbek pobranych z węgla brunatnego w otworze 79, z głębokości 73,8–75,0 m (Ziomek, 1995) wskazują na liczny udział roślin wilgociolubnych: *Pinus silvestris* (20,5%), *Alnus* (43,0%), *Ulmus* (14,5%), *Nyssa* (10,5%) oraz *Juglans* (7,0%). Miąższość osadów miocenu środkowego wynosi od 13,2 m (otw. 79) do ponad 57,1 m (otw. 83).

Miocen górny

Osady miocenu górnego reprezentują iły, mułki i piaski. Warstwę piasków gruboziarnistych ze żwirami, nawiercono na głębokości 70,0 m, powyżej warstwy węgla brunatnego, w otworze 79, usytuowanym w rowie Grocholic (synklinie Kaszewic wg Ziomka, 1995). W profilach innych otworów do miocenu górnego zaliczono również iły zielone i niebieskie (otw. 38, 70, 71) oraz mułki i piaski z pyłem węglowym (otw. 79, 83).

Wyniki badań palinologicznych próbki osadów z głębokości 72,5–73,8 m z otworu 79 (Ziomek, 1995), wskazują na akumulację osadów w warunkach ochładzającego się klimatu przy dużym udziale pyłku traw *Graminae* (28,5%) oraz *Pinus silvestris* (37,0%) i *Pinus haploxyton* (9,0%). Miąższość osadów miocenu górnego wynosi od 1,0 m (otw. 70) do 8,2 m (otw. 83). Nie można wykluczyć, że osady miocenu górnego były również nawiercone z otworze 47, ale stropowe kilkaset metrów wiercone było tu gryzerem i nie rozdzielono osadów kenozoiku.

b. Pliocen

Piaski, żwiry, mułki i iły mają na obszarze arkusza Bełchatów największe rozprze-strzenie spośród utworów neogenu. Są to przeważnie piaski różnoziarniste z cienkimi (do 10 cm) przewarstwieniami różnobarwnych, głównie niebiesko-zielonych mułków. Analizy sporowo-pyłkowe osadów z profili otworów Wygoda (otw. 20), Zbijowa (otw. 30) i Kolonia Kaszewice (otw. 79) wskazały na ich plioceński wiek (Ziomek, 1992b, 1995). W zespole roślin drzewiastych dominowała *Pinus silvestris*. Bardzo mały jest udział pyłków roślin cyprysnikowatych oraz drzew liściastych, udział pyłków roślin zielnych jest znaczny. Na uwagę zwracają taksony wskazujące na ich redepozycję. Są to formy morskie, prawdopodobnie pochodzące z denudacji skał górnokredowych. Osady pliocenu nawiercono na głębokości od 20,3 m (otw. 83) do 61,6 m (otw. 50). Rzędne powierzchni stropowej pliocenu znajdują się w przedziale od 165,5 m n.p.m. (otw. 81) do 191,2 m n.p.m. (otw. 29). Miąższość osadów pliocenu wynosi od kilku do 44,0 m (otw. 79) i 54,6 m (otw. 52).

5. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe występują na całym obszarze arkusza Bełchatów, z wyjątkiem dwóch wychodni skał kredy górnej w rejonie Głupic i Czarnego Lasu. Miąższość utworów czwartorzędu jest zróżnicowana i waha się w granicach od kilku do ponad 60 m. Największe miąższości stwierdzono w otworach 21 (63,0 m) i 74 (65,0 m). Osady zlodowaceń południowopolskich są zaburzone glacitektonicznie. Wskazuje na to duża przestrzenna zmienność występowania glin zwałowych, piasków wodnolodowcowych i mułków zastoiskowych. Na niewielkim obszarze gwałtownie zmienia się

liczba poziomów wyżej wymienionych osadów, ich miąższość oraz wysokość na jakiej występują. Takie rozprzestrzenienie osadów najlepiej tłumaczą procesy glacitektoniczne, zaburzające osady w sposób ciągły – fałdowy lub w wyniku nasunięcia się na siebie kilku warstw w formie łusek odkłutych osadów. Podobny styl deformacji jest obserwowany w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów (Brodzikowski, 1985; Krzyszkowski, 1992; Bartczak, 2016b).

a. Plejstocen

Zlodowacenia południowopolskie

Gliny zwałowe zlodowaceń południowopolskich występują niemal na całym obszarze arkusza. Brak ich jedynie w rejonie wysoko położonego z powodu wyniesienia podłoża górnokredowego. Gliny lodowcowe mają barwy od brunatnej do czarnej. Są plastyczne w stanie wilgotnym lub zbite i twarde w stanie suchym, zawierają dużą ilość klastów eratycznych. Silnie reagują z kwasem solnym. Gliny zwałowe są silnie zaburzone glacitektonicznie. Pośrednio o glacitektonicznej deformacji tych osadów świadczy duża zmienność miąższości, liczne rozwarstwienia oraz występowanie na różnych wysokościach.

Mułki z domieszką iłó w zastoiskowe stwierdzano w kilku otworach położonych w południowo-zachodniej oraz środkowej części obszaru arkusza (otw. 26, 52, 81). Są to m.in. popielatoszare i szare mułki, piaszczyste, z okruchami krzemieni i skał skandynawskich oraz ily. Osady zastoiskowe mają różną miąższość – od decymetrowej do kilkumetrowej.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w różnych sytuacjach wynikających z ich glacitektonicznego przemieszczenia. Prawdopodobnie jedynie w południowo-zachodniej części obszaru arkusza są one mniej zaburzone glacitektonicznie. Wykształcone są zarówno jako grubo-okruchowe żwiry z gładzami, jak i średnio- i gruboziarniste piaski. W składzie frakcji żwirowej licznie występują krzemienie oraz żwiry i gładz margli górnokredowych

Interglacjał wielki

Piaski i mułki rzeczne prawdopodobnie interglacjalne występują w otworze 79 w Kolonii Kaszewice. Powyżej grubookruchowej serii żwirów i gładzików oraz mułków piaszczystych o barwie seledynowej i pomarańczowej (zaliczonej do pliocenu), na głębokości 19,5–26,0 m zalegają piaski z gładzikami i przerostami mułków seledynowych, piaszczystych, wydzielone jako osady interglacjalne. Są tu okruchy skał krystalicznych, jak i wapieni jurajskich, krzemieni i margli kredowych. Piaski prawdopodobnie reprezentują osady facji korytowej, a mułki – poza korytowej.

W Wygodzie (otw. 20) na głębokości 9,2–14,8 m Ziomek (1992a, b) opisał osady interglacjału jako rezydualne. Na podstawie opisu można jednak zinterpretować ich genezę jako wodnolodowcową. Utwory te wypełniają rynną subglacialną wyciętą w glinach zwałowych i piaskach wodnolodowcowych zlodowaceń południowopolskich. Występują tu żwiry grubookruchowe skał krystalicznych, krzemieni, kwarcu i margli kredowych o wielkości dochodzącej do 70 mm z gładzikami i gładzami oraz piaski. Dominuje materiał ostrokrawędzisty ale są też otoczaki. Ostrokrawędziste żwiry o wielkości do 70 mm są typowe dla niewyrównanych energetycznie przepływów wód glacialnych. Całkowita miąższość osadów w rynnie subglacialnej wynosi 18,3 m.

Zlodowacenia środkowopolskie

Zlodowacenie Odry

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry tworzą warstwę o zmiennej miąższości. Występują one powszechnie na całym obszarze arkusza i tworzą poziom leżący dyskordantnie na glaciektonicznie zaburzonych osadach z okresu starszych zlodowaceń. Są to gliny barwy popielatoszarej z odcieniem brunatnym, z dużą zawartością frakcji żwirowej. W rejonie płytkiego występowania skał mezozoicznych gliny zwałowe są nieznacznie zaburzone glaciektonicznie.

Mułki z domieszką piasków zastoiskowe pokazano na przekroju geologicznym (otw. 79) w południowo-zachodniej części obszaru arkusza Bełchatów (Ziomek, 1992a, b). Niestety w karcie otworu badawczego, kartograficznego (NAG 131336) na tej głębokości nie ma zaznaczonej serii 3-metrowej miąższości mułków. Jest to seria mułków seledynowych, z domieszką piasków drobnoziarnistych (Ziomek, 1992b).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe tworzą ciągły horyzont rozdzielający gliny dwóch zlodowaceń środkowopolskich. Na podstawie analogii do wykształcenia osadów formacji Czyżów (Krzyszkowski, 1991a, b) przyjęto, że występują one w pozycji międzymorenowej także na obszarze arkusza Bełchatów. W Ławach (otw. 40) przyjęto, że osady te, w postaci piasków różnoziarnistych z domieszką żwirów, wypełniają rynną subglacialną na głębokości 8,0–36,0 m.

Rynnę subglacialną wciętą w glinach zwałowych i piaskach wodnolodowcowych zlodowaceń południowopolskich przyjęto na podstawie profilu otworu 20. Na głębokości 9,2–27,5 m jest ona wypełniona osadami wodnolodowcowymi w postaci żwirów grubookruchowych skał krystalicznych, krzemieni, kwarcu i margli kredowych, o wielkości do 70 mm, z przewarstwieniami piasków.

Złodowacenie Warty

Gliny zwałowe tworzą prawie zwartą pokrywę na obszarze Wysoczyzny Bełchatowskiej i Łaskiej. Są to brązowe i brunatnożółte gliny piaszczyste z gładzikami. Ich miąższość dochodzi do około 10 m. W stropie, do głębokości 1,5 m są odwapnione. Pod glinami bardzo często występuje kilkucentymetrowa warstewka bruku skalnego składającego się głównie ze skał krystalicznych.

Piaski z domieszką żwirów i gładów lodowcowe tworzą kilka cienkich, niewielkich płatów leżących na glinach zwałowych, m.in. na południe od Bełchatowa. Osady te były akumulowane już w trakcie deglacjacji na uwolnionej spod lodu powierzchni.

Piaski ze żwirami i gładami moren czołowych wyznaczają miejsca postoju lądolodu w południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Osady te występują w rejonie Miłakowa w postaci wyraźnych wzgórz, które tworzą pasmo o orientacji południkowej.

Piaski, gliny zwałowe i żwiry moren martwego lodu towarzyszą m.in. formom kemowym, różnią się jednak litologią osadów. Moreny martwego lodu są zbudowane głównie z piasków różnoziarnistych, glin spływowych i żwirów różnokruchowych. Osiągają one miąższość do kilku metrów. Występują przy wschodniej granicy obszaru arkusza, w rejonie Kolonii Postękalice, Krzepczowa Starego i na południe od Nowej Wsi.

Piaski i piaski ze żwirami akumulacji szczelinowej występują w okolicach Suchcic i Korczewa. Wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych, warstwowanych, ze żwirami i pojedynczymi gładami. Miąższość tych osadów dochodzi do około 7 m. W odsłonięciu w Suchcicach stwierdzono przekątnie warstwowane piaski różnoziarniste z przewarstwieniami żwirów a nawet frakcji grubokruchowych żwirów z gładzikami. Osady te wypełniają szczelinę powstałą w glinach zwałowych.

Piaski i mułki, miejscami piaski ze żwirami kemów licznie występują w północno-wschodniej części obszaru arkusza. Pojedyncze kemy występują również przy zachodniej i południowej granicy obszaru arkusza. Formy te są zbudowane głównie z piasków drobnoziarnistych i mułków, miejscami z domieszką żwirów grubokruchowych, w tym m.in. margli kredowych. Obecnie struktury sedymentacyjne w zewnętrznych partiach kemów są mało wyraźne lub zatarte przez erozję. Szczególnie licznie materiał kredowy jest reprezentowany w zespole pagórków między Dziewulinem a Kobyłkami. Miąższość osadów kemowych wynosi od kilku do kilkunastu metrów. Ze względu na znaczenie złożowe, a także efektowne formy, kemy były przedmiotem licznych prac naukowych (Klatkova, 1972; Krzemiński, 1974).

Piaski i mułki plateau kemowych występują głównie w północno-wschodniej i wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Rusocin i Józefowa, na styku z arkuszem Piotrków

Trybunalski (W. Danel, D. Gałązka, inf. ust.). Plateau kemowe są zbudowane z piasków różnoziarnistych, zaglinionych, miejscami z pojedynczymi głazami skał północnych i lokalnych oraz jasnożółtych, miejscami czekoladowych mułków, plastycznych, z laminami żelazistymi. Miąższość opisywanych osadów dochodzi do kilku metrów.

Piaski i mułki z domieszką iłów zastoiskowe stwierdzono tylko w południowej części obszaru arkusza, w rejonie miejscowości Nowy Świat, Ludwików i Kolonia Kaszewice. Prawdopodobnie były one akumulowane w lokalnych zbiornikach w obrębie pokryw sandrowych. Miąższość tych osadów wynosi 1,3–3,0 m.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w dużych płatach w północnej, północno-wschodniej oraz zachodniej i południowej części obszaru arkusza. Nawiercone zostały w otworze 79, na głębokości 0,0–10,0 m. Wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych i żwirów z głazikami i głazami skał północnych, licznie występują czarne, fioletowe i miodowożółte krzemienie oraz margle kredowe. Opisywane utwory stwierdzono także w Wygodzie (otw. 20). Na głębokości 0,0–5,0 m są to piaski średnio- i gruboziarniste ze żwirami i głazikami, wśród których oprócz skał krystalicznych licznie występują krzemienie i otoczaki margli kredowych. Maksymalne miąższości piasków wodnolodowcowych nie przekraczają 12,0 m.

Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 8,0–10,0 m n.p. rzeki stwierdzono w południowo-wschodniej części obszaru arkusza Bełchatów w dolinie Dąbrówki, w rejonie Kazimierzowa i Kolonii Postękalice. Reprezentują je piaski średnioziarniste z przewarstwieniami mułków.

Interglacjał eemski

Piaski i mułki rzeczne oraz torfy. Na obszarze arkusza Bełchatów udokumentowane zostało stanowisko interglacjału eemskiego z Krzepczowa Starego (Klatkova, 1972). Osady organiczne są reprezentowane przez czarne mułki torfowe z soczewkami brunatnych torfów mszystych, szare i szaroniebieskie piaski z wkładkami szaroniebieskich żwirów o połysku stalowym i mułki.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Mułki i mułki z piaskami zagłębień bezodpływowych wypełniają obniżenia powstałe w warunkach peryglacialnych po wytopieniu lodów gruntowych. Występują one zarówno na glinach zwałowych jak i w dolinach rzecznych. Mułki i mułki z piaskami wypełniają bezodpływowe, kopalne zagłębienia. Miejscami są przykryte piaskami lub torfami holocenijskimi.

Występują one w rozległym nieckowatym obniżeniu na południe od Dziewulin w północno-wschodniej części obszaru arkusza, w okolicy Wielopola w środkowo-wschodniej jego części oraz w Miłakowie w dolinie Dąbrówki w południowo-wschodniej części obszaru arkusza.

W Kałdunach (otw. 42) na głębokości 3,0–6,0 m występują mułki popielatoszare i siwe z odcieniem zielonkawym. W interwale 3,0–4,0 m stwierdzono licznie występującą faunę ślimaków oraz liczny detrytus roślinny (Ziomek, 1992b). Charakter szczątków zwierzęcych i roślinnych, stwierdzonych w osadach wskazuje, że badane osady reprezentują środowisko jeziorne funkcjonujące w fazie interglacjalnego ocieplenia.

Piaski i piaski z mułkami rzeczne tarasów nadzalewowych 3,5–8,0 m n.p. rzeki występują w dolinach: Pilski, Grabi, Brzezi, Rakówki i innych. Wykształcone są one w postaci piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych, często zawierają wkładki mułków i pyłów. Maksymalną szerokość, około 1 km, ma taras w okolicy Brzezia w dolinie Grabi i Brzezi.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski i piaski pyłowate zwietrzelinowe (peryglacjalne) występują na glinach zwałowych w południowej części obszaru arkusza. Są to osady powstałe w trakcie wietrzenia glin oraz prowadzenia prac rolniczych na glebach utworzonych na glinach zwałowych. Rozdrobniony materiał jest przemieszczany na stokach i gromadzi się u ich podstawy, jak również jest transportowany na niewielkie odległości.

Gliny i piaski deluwialne wypełniają dna dolin okresowo przepływowych. W zależności od budowy zboczy osady deluwialne zawierają mniej lub więcej frakcji piaszczystej. Gliny na ogół mają barwę brązową lub płową. Ich miąższość miejscami może dochodzić do 4,0 m.

Piaski eoliczne występują nierównomiernie na obszarze całego arkusza, ale tworzą rozległe powierzchnie w Kotlinie Szczercowskiej oraz w dolinie Pilski. Są to przewiewane piaski wodnolodowcowe zawierające ziarna kwarcu o zmatowionej powierzchni. Barwa osadów jest zmienna od białej przez żółtą do rdzawej w miejscach podmokłych. Piaski eoliczne są związane głównie z równinami wodnolodowcowymi i tarasami rzek.

Piaski eoliczne w wydmach występują na obszarach występowania piasków eolicznych. Wydmy tworzą formy nieregularnych lub równoleżnikowo wydłużonych wałów, o wysokości względnej około 4–10 m. Wydmy najczęściej są związane z podłożem piaszczystym wodnolodowcowym, ale w niektórych miejscach zostały one przewiane na obszar występowania glin zwałowych. Najwyższe wydmy znajdują się w okolicy Wierzychów Parzeńskich w południowo-zachodniej części obszaru arkusza.

c. Holocen

Piaski rzeczne tarasów zalewowych 0,5–2,0 m. n.p. rzeki budują dna dolin rzecznych oraz najniższy taras zalewowy. Najbardziej rozległy jest taras zalewowy w dolinie Grabi w okolicy Brzezia. Na tarasach tego poziomu miejscami występują mułki i piaski (mady) rzeczne facji pozakorytowej rzek. Tworzenie się mad jest związane z rolniczym przekształcaniem krajobrazu.

Piaski humusowe wypełniają drobne zagłębienia terenu. Są to osady akumulowane w wyniku powierzchniowego spływu poziomu gleby organiczno-mineralnej w okresach przerw wegetacyjnych. Ich powstawanie jest ściśle związane z sezonowością prowadzenia prac polowych na polach ornych.

Na muły torfiaste tworzą się w zagłębieniach terenu zarówno w obrębie niecek deflacyjnych, jak i w szerokich obniżeniach den dolinnych. W podobnych miejscach na obszarze arkusza tworzą się torfy niskie. Osady torfowe występują ponadto w dolinach rzek i w zagłębieniach bezodpływowych. Miąższość torfów waha się w granicach 2,5–5,0 m. W misach deflacyjnych ich miąższość jest niewielka, maksymalnie wynosi 1,0 m. Są to torfy mszysto-turzycowe i trzciniowe. Niektóre torfowiska były w przeszłości eksploatowane. Największe pola torfowe występują w dolinie Grabi i Brzezi w północnej części obszaru arkusza oraz w rejonie Wierzchowca w południowo-zachodniej jego części.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Bełchatów leży w obrębie paleozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej, w granicach synklinorium szczecińsko-miechowskiego, a dokładniej w południowej części segmentu mogileńsko-łódzkiego (Żelaźniewicz i in., 2011). W strukturze permo-mezozoicznej leży on na styku bloku Gniezno–Łask i wschodnim skrzydle antykliny Bełchatowa, będącym mezozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich (Leszczyński, red., 2007). Omawiany obszar znajduje się w zasięgu jednostek tektonicznych utworzonych w okresie ruchów laramijskich.

Permo-mezozoiczną ewolucję synklinorium szczecińsko-miechowskiego (niecki szczecińsko-mogileńsko-łódzkiej), w tym rejonu segmentu mogileńsko-łódzkiego (niecki łódzkiej), opisano w licznych pracach, m.in. Dadleza (2003), Dadleza i innych (1995), Leszczyńskiego (red., 2007), Marka i Pajchlowej (red., 1997) oraz Mazura i innych (2005). Obrazy budowy tektonicznej zawarte na mapach przeglądowych nieznacznie różnią się między sobą (Dadlez i in., 2000; Leszczyński, red., 2007; Piwocki, 1980; Ziomek, 1992b). Niestety na podstawie wierceń hydrogeologicznych nie ma

możliwości rozdzielenia litostratygraficznego skał późnokredowych na obszarze arkusza Bełchatów, a więc wyciągania bardziej szczegółowych wniosków tektonicznych.

W neogenie obszar arkusza znajdował się po północnej stronie formującego się rowu Kleszczowa (Bełchatowa) (Baraniecka, 1971b, d; Gotowała, Hałuszczak, 2002). Prawdopodobnie na omawianym obszarze doszło do niewielkich ruchów blokowych. W południowej części obszaru powstał rów Grocholic wypełniony serią osadów plejstoceńskich i neogeńskich (otw. 83) o miąższości około 100 m. Inny rów tektoniczny, założony również w skałach kredowych i wypełniony osadami neogenu i plejstocenu o miąższości od ponad 60 m (otw. 49, 50) do około 95 m (otw. 47), stwierdzono w rejonie Wielopola. Z kolei w rejonie Suchcice–Kącik, skały podłoża mezozoicznego na niewielkim obszarze zostały wydźwignięte. Antyklinalne wyniesienie Suchcic jest widoczne w ukształtowaniu współczesnej rzeźby powierzchni terenu. Jest to rejon najwyższej położony na obszarze arkusza, z wysokością maksymalną 239,7 m n.p.m. Osady pokrywające tę strukturę mają miąższość 10,0 m w Kąciku (otw. 28) ale na jej obrzeżeniu grubość pokrywy kenozoicznej przekracza już 30,0 m (otw. 31) i 57,0 m (otw. 32).

W czwartorzędzie omawiany obszar podlegał nadal nieznacznej aktywności tektonicznej częściowo indukowanej ruchami izostatycznymi (Liszkowski, 1975; Baraniecka, 1983). W północnej części omawianego obszaru margle kredowe odsłaniają się na powierzchni terenu. Wychodnie te są rozdzielone współczesną doliną Grabi. Wynikające z tektoniki uskokowej i ruchów obniżających formy synklinalne i rowy tektoniczne stanowią miejsca największej akumulacji skał neogenu i plejstocenu. Rowy tektoniczne Grocholic i Wielopola kształtowały się w okresie od kredy po neogen i czwartorzęd.

W czasie zlodowaceń południowopolskich doszło do zaburzenia osadów neogeńskich, a przede wszystkim plejstoceńskich w wyniku nacisku lądolodu. Osady lodowcowe i wodnolodowcowe zostały intensywnie zaburzone. Część osadów została ponasuwana na siebie, a część zafałdowana. Starsze formy były prawdopodobnie przebudowywane podczas kolejnych zlodowaceń. W czasie zlodowacenia Odry skala zaburzeń glacitektonicznych była znacznie mniejsza niż w okresie wcześniejszych zlodowaceń.

Rzeźba powierzchni podczwartorzędowej na obszarze arkusza Bełchatów jest wyrównana. Różnice wysokości wynoszą około 60 m na długości 9,0 km. Rzędne powierzchni podczwartorzędowej wahają się od 150,0 m n.p.m. w części zachodniej do ponad 220,0 m n.p.m. w części środkowej (tabl. II). Podłoże czwartorzędu stanowią osady kredy górnej i neogenu.

W części północnej obszaru, w dwóch miejscach na powierzchni terenu odsłaniają się wychodnie wapieni i wapieni marglistych mastrychtu, rozdzielone przypuszczalnym uskokiem wzdłuż rzeki

Grabi. Ich strop znajduje się na wysokości około 193–202 m n.p.m. W rejonie otworu 28, na obszarze wyniesienia Suchcic, strefa wysoko podniesionego podłoża tworzy pas szerokości około 3–4 km, o kierunku NNW–SSE.

Utwory kredy górnej w stropie podłoża czwartorzędu na obszarze arkusza są reprezentowane przez osady koniak–santonu w części południowo-wschodniej i środkowej, kampanu w części południowej, środkowej i północno-wschodniej oraz mastrychtu w części północnej.

W podłożu czwartorzędu płaty późnoneogeńskich osadów, pliocenu i miocenu górnego, występują w południowej części obszaru arkusza w rejonie Bełchatowa oraz między Drużbicami i Mzurkami. Były one denudowane i egzarowane w czasie transgresji starszych zlodowaceń. Powierzchnia stropowa utworów neogenu znajduje się na wysokości od poniżej 150,0 m n.p.m. do prawie 200,0 m n.p.m. (otw. 71). W rejonie rowów Grocholic i Wielopola powierzchnia podczwartorzędowa nie wykazuje wyraźnego obniżenia w stosunku do kredowego obramowania rowu. Jedynie w części południowo-zachodniej powierzchnia łagodnie opada poniżej 150,0 m n.p.m., tworząc obniżenie Kotliny Szczercowskiej.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Najstarsze osady udokumentowane wierceniami na obszarze arkusza Bełchatów, to utwory triasu dolnego. Na początku ery mezozoicznej ruchy górotwórcze orogenezy wczesnoalpejskiej (faz labińskiej i kimeryjskiej) spowodowały na tym obszarze zmiany warunków paleogeograficznych i charakteru sedymentacji osadów. Doszło do fałdowań i zalewów morskich (tab. 1). W triasie dolnym i środkowym w zbiornikach morskich tworzyły się piaskowce, iłowce, mułowce, dolomity margliste, dolomity margliste z gipsem, wapienie, margle oraz anhydryty. Z początkiem triasu górnego nastąpiło spłylenie zbiornika, a powstające osady były związane ze środowiskiem śródlądowym i płytko-morskim. Utworzyły się wtedy iłowce z gipsem. Pod koniec triasu górnego doszło do wypiętrzeń i związanej z tym erozji rzecznej oraz denudacji. W warunkach sedymentacji śródlądowej tworzyły się iłowce i mułowce ilaste.

W jurze dolnej w zbiornikach morskich powstały piaskowce, mułowce ilaste i iłowce z syderytami w facji detrytycznej. W jurze środkowej na skutek transgresji morskiej początkowo akumulowane były osady morskie facji detrytycznej – mułowce, iłowce i piaskowce. Pod koniec jury środkowej nastąpiła zmiana na fację węglanową w wyniku czego utworzyły się wapienie i dolomity. Sedymentacja osadów morskich w facji węglanowej trwała w jurze górnej w niegłębokim zbiorniku epikontynentalnym (Marek, Pajchłowa, red., 1997). Efektem akumulacji w takim środowisku są wapienie, dolomity, margle i iłowce.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia				Utory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Piętro	Podpiętro		
C z w a r t o r z ę d	H o l o c e n			Torfy — ${}_t Q_h$	Akumulacja mineralna i organiczna
				Namuły torfiaste — ${}_{nr} Q_h$	Akumulacja w obniżeniach bezodpływowych i z ograniczonym odpływem
			Piaski humusowe — ${}_{ph} Q_h$		
			Mułki i piaski (mady) rzeczne — ${}_{ma}^f Q_h$		Akumulacja rzeczna w dnach dolin
			Piaski rzeczne tarasów zalewowych 0,5–2,0 m n.p. rzeki — ${}_{p}^f Q_h^{(II)}$		Akumulacja rzeczna na tarasach zalewowych
				Piaski eoliczne w wydmach — ${}_{p}^e Q^{(W)}$	Akumulacja eoliczna
				Piaski eoliczne — ${}_{p}^e Q$	
				Gliny i piaski deluwialne — ${}_{gp}^d Q$	Wietrzenie, rozwój pokryw zwietrzelinowych i stokowych, akumulacja deluwialna
				Piaski i piaski pyłowate zwietrzelinowe (peryglałalne) — ${}_{p}^z Q$	
	P l e j s t o c e n	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły		Piaski i piaski z mułkami rzeczne tarasów nadzalewowych 3,5–8,0 m n.p. rzeki — ${}_{p}^f Q_{p^4}^{B(II)}$
			Mułki i mułki z piaskami zagłębień bezodpływowych — ${}_{m} Q_{p^4}^B$	Akumulacja w zagłębieniach bezodpływowych oraz w zastoiskach	
Interglał eemski			Piaski i mułki rzeczne oraz torfy — ${}_{pm}^f Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja rzeczna i bagienna	
Zlodowacenia środkowopolskie		Zlodowacenie Warty		Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 8,0–10,0 m n.p. rzeki — ${}_{p}^f Q_{p^3}^{W(II)}$	Akumulacja rzeczna
				Piaski i żwiry wodnolodowcowe — ${}_{p^3}^{fg} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa
				Piaski i mułki z domieszką iłó w zastoiskowe — ${}_{pm}^b Q_{p^3}^W$	Akumulacja zastoiskowa
				Piaski i mułki plateau kemowych — ${}_{pm}^{pk} Q_{p^3}^W$	
				Piaski i mułki miejscami piaski ze żwirami kemów — ${}_{pm}^{(k)} Q_{p^3}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa
				Piaski i piaski ze żwirami akumulacji szczelinowej — ${}_{p}^{(gs)} Q_{p^3}^W$	
				Piaski, gliny zwałowe i żwiry moren martwego lodu — ${}_{pgz}^{(gm)} Q_{p^3}^W$	
				Piaski ze żwirami i głazami moren czołowych — ${}_{p}^{(gc)} Q_{p^3}^W$	Akumulacja lodowcowa w strefie marginalnej, powstawanie moren czołowych

C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Piaski z domieszką żwirów i głazów lodowcowe — ${}_{p}^{g}Q_{p^3}^W$ Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^{g}Q_{p^3}^W$	Akumulacja lodowcowa
			Zlodowacenie Odry	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — ${}_{pz}^{fg}Q_{p^3}^O$ Mułki z domieszką piasków zastoiskowe — ${}_{m}^bQ_{p^3}^O$ Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^{g}Q_{p^3}^O$	Akumulacja wodnolodowcowa Akumulacja zastoiskowa Akumulacja lodowcowa
		Interglacjał wielki		Piaski i mułki rzeczne — ${}_{pm}^fQ_{p^{2-3}}$	Akumulacja rzeczna
		Zlodowacenia południowopolskie		Piaski i żwiry wodnolodowcowe — ${}_{pz}^{fg}Q_{p^2}$ Mułki z domieszką iłłów zastoiskowe — ${}_{m}^bQ_{p^2}$ Gliny zwałowe — ${}_{gzw}^{g}Q_{p^2}$	Akumulacja wodnolodowcowa Akumulacja w lokalnych zbiornikach zastoiskowych Akumulacja lodowcowa
N e o g e n	Pliocen			Piaski, żwiry, mułki i ropy — ${}_{pzm}Pl$	Akumulacja rzeczna i jeziorna
	Miocen	Miocen górny		Iły, mułki i piaski — ${}_{im}M_3$	Akumulacja rzeczna i jeziorna
		Miocen środkowy		Mułki, mułki piaszczyste, ropy i węgiel brunatny — ${}_{mi}M_2$	Akumulacja w zbiorniku śródlądowym, sedimentacja lądowa, tworzenie się torfów
K r e d a	Kreda górna	Mastricht		Margle, wapień margliste, piaskowce i opoki — ${}_{mew}Cr_m$	Regresja morska, erozja rzeczna, denudacja, ruchy górotwórcze Akumulacja morska w facji węglanowej, wypiętrzenie obszaru
		Kampan		Margle, wapień i opoki — ${}_{mewo}Cr_{cp}$	Akumulacja morska, pogłębianie się zbiornika, ruchy górotwórcze
		Koniak-santon		Wapień, margle wapniste i piaskowce — ${}_{wme}Cr_{cn-st}$	Akumulacja morska w facji węglanowej, rozszerzenie transgresji morskiej
		Cenoman		Margle — ${}_{me}Cr_c$	Akumulacja morska w facji detrytycznej
	Kreda dolna	Alb		Piaskowce, margle, wapień i mułowce — ${}_{pc}Cr_{al}$	Regresja i denudacja Wypiętrzenie obszaru
J u r a	Jura górna		Margle, wapień i ropy — ${}_{mewic}J_3$ Margle i wapień — ${}_{mew}J_3$ Wapień i dolomity — ${}_{wdo}J_3$	Akumulacja morska w facji węglanowej	

Jura	Jura środkowa			Mułowce dolomityczne, iłowce, piaskowce wapienste i dolomity — $m_{cipc} J_2$	Transgresja i akumulacja morska w facji węglanowej i częściowo detrytycznej
	Jura dolna			Piaskowce, mułowce ilaste i iłowce z syderytami — $p_{cmcic} J_1$	Akumulacja morska w facji detrytycznej
Trias	Trias górny	Kajper		Iłowce i mułowce ilaste — $icmc T_k$ Iłowce z gipsem — $icGi T_k$	Erozja rzeczna i denudacja Akumulacja morska, wypiętrzenie obszaru i spłylenie zbiornika morskiego
	Trias środkowy	Wapień muszlowy		Anhydryty, dolomity margliste, margle i iłowce — $ahdo T_w$	Akumulacja morska w facji węglanowej i siarczanowej
	Trias dolny-środkowy	Pstry piaskowiec	Pstry piaskowiec górny (ret)	Dolomity margliste, dolomity margliste z gipsem i wapienie — $do T_{p3}$	Akumulacja morska, pogłębianie się zbiornika, ruchy górotwórcze
	Trias dolny		Pstry piaskowiec dolny + środkowy	Piaskowce, mułowce i iłowce — $p_{cmcic} T_{p1+2}$	Akumulacja morska i lądowa w płytkich rozlewiskach

Na przełomie jury górnej i kredy dolnej nastąpiło wypiętrzenie obszaru i rozpoczęło się formowanie niecki łódzkiej. Nastąpiła regresja i denudacja obszarów. Brak najstarszych osadów kredy dolnej na obszarze arkusza jest wynikiem erozji i braku sedymentacji w środowisku lądowym. Epikontynentalny dolnokredowy zbiornik morski objął swym zasięgiem opisywany teren przed albem (Marek, Pajchłowa, red., 1997). Zbiornik miał charakter oscylacyjny, po okresach sedymentacji morskiej następowała sedymentacja śródlądowa. Osady dolnokredowe na obszarze arkusza to głównie piaskowce oraz margle, wapienie i mułowce. W kredzie górnej doszło do rozszerzenia transgresji morskiej i akumulacji osadów morskich w facji węglanowej, węglanowo-marglistej i krzemionkowo-węglanowej. Margle, wapienie, opoki i piaskowce, które powstały w wyniku tych procesów są związane wiekowo z cenomanem, koniakiem-santonem, kampanem i mastrychem. W wyniku ruchów górotwórczych faz subhercyńskiej i laramijskiej orogenezy alpejskiej w górnej kredzie, powstały liczne dyslokacje tektoniczne w podłożu mezozoicznym – synkliny, antykliny i rowy tektoniczne o zasięgu ponadlokalnym. Pod koniec kredy górnej segment mogileńsko-łódzki (niecka łódzka) został wypiętrzony. Część południowa została wyniesiona wyżej. W wyniku tych ruchów powstała

antyklina Bełchatowa, w osi której odsłonięte zostały skały koniak i santonu. Na jej skrzydłach znalazły się utwory kampanu i mastrychtu.

W neogenie ruchy blokowe orogenezy alpejskiej przybrały na sile. Powstał wówczas rów Grocholic, będący strukturą równoległą do rowu Kleszczowa, znajdującego się na południe od granic obszaru arkusza Bełchatów. W miocenie środkowym w obniżeniach terenu i formach zapadliskowych rozwijała się akumulacja organiczna, w wyniku której powstały pokłady węgla brunatnego. Na omawianym obszarze torfowiska rozwijały się mniej intensywnie niż na obszarze rowu Kleszczowa (na terenie arkuszy Kamięnsk i Szczerców SMGP). Dominowała tu akumulacja osadów rzecznych i jeziornych, tworzyły się mułki, ły i piaski. Akumulacja rzeczna zachodziła przez cały miocen górny oraz w pliocenie. W jej wyniku powstały ły, mułki i piaski.

W plejstocenie na obszar arkusza Bełchatów łądolody wkraczały kilkakrotnie. W okresie zlodowaceń południowopolskich rzeźba terenu uległa silnym zmianom. Miąższość osadów neogenu została znacząco zredukowana. W wyniku akumulacji lodowcowej, zastoiskowej i wodnolodowcowej powstały gliny zwałowe, mułki z domieszką łów oraz piaski i żwiry. Powstałe wtedy utwory zostały zaburzone glacitektonicznie jeszcze w czasie tych samych zlodowaceń (jak i później). Po ustąpieniu łądolodów odtworzyła się sieć rzeczna. W interglacjale wielkim akumulowane były osady rzeczne, które zachowały się w rowie Grocholic. W okresie zlodowaceń środkowopolskich dominowała akumulacja lodowcowa, wodnolodowcowa i zastoiskowa. Powstały wtedy gliny zwałowe, mułki z domieszką piasków oraz piaski i żwiry. Pod łądolodem tworzyły się rynny subglacjalne, głęboko rozcinające podłoże. łądolód zlodowacenia Odry również zaburzył glacitektonicznie własne osady. Skala zaburzeń była jednak znacznie mniejsza niż w czasie poprzednich zlodowaceń.

W okresie zlodowacenia Warty akumulowane były moreny czołowe wyznaczające granicę zasięgu łądolodu. W czasie deglacjacji tworzyły się kemy i plateau kemowe oraz moreny martwego lodu. W szczelinach łądolodu były akumulowane osady piaszczysto-żwirowe. Odpływ wód roztopowych, towarzyszący postępującemu rozpadowi łądolodu, spowodował uformowanie się pradolin i tworzenie się równin wodnolodowcowych. Na przedpolu łądolodu, w zagłębieniach i obniżeniach, osadzały się piaski i mułki z domieszką łów zastoiskowe. W ostatniej fazie recesji rzeki na przedpolu łądolodu akumulowały piaski rzeczne.

W interglacjale eemskim w rzekach, lokalnych zbiornikach i zagłębieniach terenu, akumulowane były osady rzeczne i organiczne. Podczas zlodowacenia Wisły na obszarze arkusza doliny rzeczne uległy poszerzaniu, tworzyły się tarasy zbudowane z piasków i piasków z mułkami, a w zagłębieniach bezodpływowych deponowane były mułki i piaski.

Na przełomie plejstocenu i holocenu dużą rolę rzeźbotwórczą odegrały silnie wiejące wiatry. W wyniku erozji i akumulacji eolicznej powstały wydmy i pola piasków przewianych. Dominowała intensywna denudacja i erozja wodna, doliny i zagłębienia terenu były stopniowo wypełniane osadami deluwialnymi, a lokalnie tworzyły się również piaski i piaski pyłowate, zwietrzelinowe.

W holocenie ma miejsce erozja i akumulacja rzeczna piasków w dnach dolin i potoków, rozwijają się tarasy zalewowe. Na najniższych tarasach tworzą się mady, w zagłębieniach i dolinach rozwijają się torfy i namuły torfiaste oraz deponowane są osady mineralno-organiczne (piaski humusowe).

Najmłodszy okres kształtowania rzeźby terenu jest związany z działalnością człowieka. W rejonie Bełchatowa powstały nasypy związane z rozwojem budownictwa mieszkaniowego i przemysłowego. Po eksploatacji glin oraz piasków i żwirów (kruszywa naturalnego) pozostały wyrobiska.

IV. PODSUMOWANIE

Mapa geologiczna arkusza Bełchatów została zweryfikowana na podstawie analizy materiałów archiwalnych, nowych danych z profili otworów wiertniczych oraz danych z publikacji naukowych. Na omawianym obszarze autorzy wydzielili osady czterech zlodowaceń: Wisły, Warty, Odry i zlodowaceń południowopolskich (ogólnie).

Wewnętrzną budowę osadów plejstocenijskich przedstawiono w nawiązaniu do danych uzyskanych z obserwacji ścian odkrywki w KWB „Bełchatów”. Widoczne są tam wielkoskalowe zaburzenia osadów zlodowaceń południowopolskich. W pozycji horyzontalnej występują dopiero osady zlodowacenia Warty i młodsze. Skala obserwowanych zaburzeń pozwala na przedstawienie podobnego modelu deformacji glacitektonicznych także na obszarze arkusza Bełchatów.

Dalszych badań i weryfikacji genezy wymagają moreny czołowe oraz formy szczelinowe. Nie wykluczone, że część form szczelinowych jest związana z facjalną zmiennością osadów wodnolodowcowych. Wyjaśnienia wymaga również sytuacja geologiczna w rejonie Suchcic. Na podstawie morfologii terenu można przypuszczać, że w tym rejonie nastąpiło wypchnięcie starszych osadów, leżących na wysoko położonych marglach i opokach późnej kredy. Badający osady powierzchniowe powinni zwrócić szczególną uwagę na możliwość występowania gleb kopalnych w obrębie wydym.

Wrocław, 2009

LITERATURA

- Baliński W., Gawlik H., 1985 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelów (699). Inst. Geol., Warszawa.
- Baliński W., Gawlik H., 1986 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Żelów (699). Inst. Geol., Warszawa.
- Balwierz Z., Goździk J., Marciniak B., 2006 — Palinologiczne i diatomologiczne badania osadów interglacjału mazowieckiego z odsłonięcia w kopalni Bełchatów. *Prz. Geol.*, **54**, 1.
- Baraniecka M.D., 1969 — Klasyfikacja form kemowych na tle typów i dynamicznych etapów deglacjacji. *Kwart. Geol.* **13**, 2.
- Baraniecka M.D., 1971a — Dorzecze Widawki na tle obszaru marginalnego stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 254.
- Baraniecka M.D., 1971b — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kamieńsk (736). Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., 1971c — Staroczwartorzędowe rowy tektoniczne i ich osady. *Kwart. Geol.*, **15**, 2.
- Baraniecka M.D., 1971d — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kamieńsk (736). Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., 1982 — Dotychczasowe i bieżące badania czwartorzędu rejonu Bełchatowa. W: Przew. 1. Symp. Czwartorzęd Rejonu Bełchatowa. Główne kierunki i wstępne wyniki badań w zakresie stratygrafii i struktur osadów. Warszawa, wrzesień 1982.
- Baraniecka M.D., 1983 — Fazy małopolska, kujawska i mazowiecka jako fazy tektoniczne w czwartorzędzie Polski. W: Mat. 3. Krajowego Symp. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. 4. Wrocław, wrzesień 1983.
- Baraniecka M.D., Goździk J., Ziomek J., 1995 — Lithologic, mineralogic and petrographic composition of tills from the vicinity of Bełchatów. *Acta Geogr. Lodz.*, 68.
- Bartczak E., 2016a — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kamieńsk (736). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Bartczak E., 2016b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kamieńsk (736). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Biernat S., 1968 — Problemy tektoniki i morfologii stropu mezozoiku między Bełchatowem a Działoszynem. *Kwart. Geol.*, **12**, 2.
- Biernat S., 1971 — Budowa geologiczna i ukształtowanie podłoża kenozoiku w rejonie Bełchatowa. *Biul. Inst. Geol.*, 254.
- Błaszkiwicz A., Cieśliński S., Dąbrowska Z., Karczewski L., Kopik J., Malinowska L., 1968 — Zarys stratygrafii i tektoniki południowej części niecki łódzkiej (rejon Bełchatowa). *Kwart. Geol.*, **12**, 2.
- Brodzikowski K., 1985 — Glacial deformation environment in the subsiding zone with special references to the Kleszczów tectonic graben. *Quatern. Stud.*, **6**.
- Bujakowska K., Dziedziak J., Fabianowski W., Hrybowicz G., Kochanowska J., Lis J., Pasieczna A., Tomassi-Morawiec H., Wojciechowska K., 2004 — Objasnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1:50 000, ark. Bełchatów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Bujakowska G., Hrybowicz G., Lis J., Pasieczna A., Wojciechowska K., 2004 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Bełchatów, plansza B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4.
- Ciuk E., Piwocki M., 1980 — Geologia trzeciorzędu w rowie Kleszczowa i jego otoczeniu. W: Przew. 52. Zjazdu Pol. Tow. Geol. Bełchatów, 11–14 września 1980.
- Dadlez R., 2003 — Mesozoic thickness pattern in the Mid-Polish Trough. *Geol. Quart.*, **47**, 3.
- Dadlez R., Marek S., Pokorski J., 2000 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku 1:1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Narkiewicz M., Stephenson R.A., Visser M.T.M., Van Wees J.D., 1995 — Tectonic evolution of the Mid-Polish Trough: modelling implications and significance for central European geology. *Tectonophysics*, **252**, 1–4.
- Dąbrowska Z., 1970 — Jura górna w niecce mogileńsko-łódzkiej. *Biul. Inst. Geol.*, 221.
- Domosławska-Baraniecka M.D., 1967 — Stratygrafia czwartorzędu wschodniej części dorzecza Widawki. *Kwart. Geol.*, **11**, 2.
- Dylik J., Jurkiewiczowa I., 1951 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Łódź. Wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Fabianowski W., 1997 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Bełchatów. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- Feldman-Olszewska A., 2007 — Wyniki badań stratygraficznych i litologicznych utworów jury środkowej. W: Piotrków Trybunalski IG-1. (K. Leszczyński, red.). *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, 121: 44–45.
- Formalne jednostki geochronologiczne, 2014. Inst. Nauk Geol. PAN, Kraków.
- Gawlik H., 1970 — Geomorfologia Kotliny Szczercowskiej. *Acta Geogr. Lodz.*, 26.
- Gotowała R., Hałuszczak A. 2002 — The Late Alpine structural development of the Kleszczów Graben (Central Poland) as a result of reactivation of the pre-existing, regional dislocations. *Europ. Geosc. Union Stephan Mueller Special Publication Series*, 1.
- Goździk J., 1995 — Wpływ procesów eolicznych na genezę górnopleniwistuliankich aluwiów w środkowej Polsce. *Acta Univ. Lodz., Fol. Geogr.*, 20.
- Goździk J., Zieliński T., 1996 — Sedymentologia vistuliankich osadów małych dolin środkowej Polski – przykład z kopalni Bełchatów. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 373.
- Hałuszczak A., 2004 — Cenozoic dynamics of the Dębina Salt Dome, Kleszczów Graben, inferred from structural features of the Tertiary-Quaternary cover. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **74**, 3.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1971 — Analiza pyłkowa nowych stanowisk interglacjału eemskiego z dorzecza Widawki. *Biul. Inst. Geol.*, 254.
- Jończyk M.W., 2000 — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Mokracz” w miejscowości Miłaków, gm. Wola Krzysztoporska, pow. piotrkowski, woj. łódzkie. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Jurkiewiczowa I., 1961 — Czwartorzęd dorzecza Widawki. *Biul. Inst. Geol.*, 169.
- Jurkiewiczowa I., Różycki F., Różycki S.Z., 1955 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Łódź. Wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Kardynał K., Kowalski J., Bodzioch A., Kowal-Linka M., 2016 — Szczątki małych kręgowców z Retu (wczesny trias) z Gogolina (województwo opolskie, Polska). W: 23. Konferencja Naukowa Sekcji Paleontologicznej PTG, Abstrakty, Poznań 21–23 września 2016 r., UAM, Poznań.
- Klatkowska H., 1972 — Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego. *Acta Geogr. Lodz.*, 28.
- Klatkowska H., 1980 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Łódź, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.

- Klatkowska H., 1985 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Pabianice (664). Inst. Geol., Warszawa.
- Klatkowska H., 1987 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Pabianice. Inst. Geol., Warszawa.
- Klatkowska H., Piwocki M., 1981 — Objąsnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Łódź. Inst. Geol., Warszawa.
- Kochanowska J., 2003 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Bełchatów, plansza A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 2002 — Geografia fizyczna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.
- Kopik J., 1973 — Trias. Obszary występowania i stratygrafia. Niż Polski. Retyk. W: Budowa geologiczna Polski. **1**. Stratygrafia. 2. Mezozoik. (S. Sokołowski, red.). Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa: 88–92.
- Krzemiński T., 1974 — Geneza młodoplejstocęńskiej rzeźby glacialnej w dorzeczu Śródkowej Warty. *Acta Geogr. Lodz.*, 33.
- Krzyszowski D., 1989a — Analiza litofacyjna czwartorzędowych serii rzecznych w odkrywce KWB „Bełchatów”. *Pr. Geol.-Miner.*, **15**, *Acta Univ. Wratisl.*, 1053.
- Krzyszowski D., 1989b — The Deposits of Mazovian (Holsteinian) Interglacial in the Kleszczów Graben (Central Poland). *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, 37, 1–2.
- Krzyszowski D., 1990 — Litostratygrafia osadów czwartorzędowych w rowie Kleszczowa. *Geol. AGH*, **16**, 1.
- Krzyszowski D., 1991a — Pleistocene sedimentation in anastomosing river systems: examples from the Czyżów Formation, Kleszczów Graben, Central Poland. *Fol. Quatern.*, 61–62.
- Krzyszowski D., 1991b — Saalian sediments of the Bełchatów outcrop, Central Poland. *Boreas*, **20**, 1.
- Krzyszowski D., 1992 — Czwartorzęd Rowu Kleszczowa — litostratygrafia i tektonika. *Acta Univ. Wratisl.*, **1252**, *Stud. Geogr.*, 54.
- Krzyszowski D., 1993 — Neogene fluvial sedimentation in the Kleszczów Graben, Central Poland. *J. Sediment. Res. A: Sediment Petrol. Process.*, **63**, 2.
- Krzyszowski D., Balwierz Z., Pyszyński W., 1992 — Aspects of Weichselian Middle Pleniglacial stratigraphy and vegetation in central Poland. *Geol. en Mijnbouw*, **72**, 2.
- Krzyszowski D., Winter H., 1996 — Stratigraphic position and sedimentary features of the Tertiary Uppermost Fluvial Member in the Kleszczów Graben, Central Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **66**, 1.
- Kurza M., 2006a — Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej (karty rejestracyjnej) złoża kruszywa naturalnego „Boryszów”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Kurza M., 2006b — Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Boryszów I”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Leszczyński K. (red.), 2007 — Piotrków Trybunalski IG-1. *Profile Głęb. Otw. Wiert.*, 121.
- Lewiński J., 1928 — Utwory preglacialne i glacialne okolic Piotrkowa i okolic. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.*, 21.
- Lichwierowicz I., 1990 — Karta rejestracyjna złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej odwapnionej) do produkcji cęły pełnej budowlanej — „Kol. Kociszew II”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Litowczenko J., 1973 — Karta rejestracyjna złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej „Domiechowice”. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Liszkowski J., 1975 — Wpływ obciążenia łądolodem na plejstocęńską i współczesną dynamikę litosfery na obszarze Polski. W: Mat. 1. Krajowego Symp. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce., **1**.
- Manikowska B., 1966 — Gleba młodszego plejstocenu w okolicach Łodzi. *Acta Geogr. Lodz.*, 22.
- Manikowska B., 1983 — O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydm Polski Śródkowej. *Acta Geogr. Lodz.*, 52.

- Marek S., Pajchłowa M. (red.), 1997 — Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 153.
- Marks L., Ber A., Gogołek W., Piotrowska K., 2006 — Mapa Geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Mazur S., Scheck-Wenderoth M., Krzywiec P., 2005 — Different modes of the Late Cretaceous–Early Tertiary inversion in the North German and Polish basins. *Int. J. Earth Sc.*, 94.
- Michalak Z., 1980 — Karta rejestracyjna złoża surowców ilastych (glin zwałowych) ceramiki budowlanej „Cegielnia Domiechowice”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1990 — Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Zwierzyniec” dla celów budownictwa drogowego. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Mikinka H., 1993a — Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) do produkcji cegły pełnej budowlanej „Kolonja Kociszew III”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1993b — Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej odmarglonej) do produkcji cegły pełnej budowlanej „Kolonja Kociszew IV”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1993c — Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku i piasku ze żwirem) dla budownictwa i drogownictwa „Borowa”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1994 — Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) do produkcji cegły pełnej budowlanej „Domiechowice I”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1995a — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) do produkcji elementów ceramicznych „Kolonja Łobudzice”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1995b — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) do produkcji cegły pełnej budowlanej „Kolonja Kociszew V”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1996a — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) „Zelówek–Bocianicha”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1996b — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku) dla budownictwa „Wola Kruszyńska”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1997 — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku) dla budownictwa „Dobiecín”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1998a — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) „Kolonja Kociszew VI”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1998b — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) „Kolonja Kociszew VII”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1998c — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Wola Kruszyńska I”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1998d — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku i piasku ze żwirem) dla budownictwa i drogownictwa „Moników I”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka H., 1999 — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Wola Kruszyńska II”. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Mikinka H., 2001 — Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku i piasku ze żwirem) „Janina–Michałów”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

- Mikinka N., 2003 — Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Ludwików” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2006 — Dodatek do dokumentacji geologicznej (uproszczonej) złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Wola Kruszyńska I” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2007a — Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Moników I” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2007b — Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Moników II” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2008a — Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej (karty rejestracyjnej) złoża kruszywa naturalnego „Boryszów” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2008b — Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Boryszów III” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2008c — Dokumentacja geologiczna złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) „Bujny Szlacheckie” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mikinka N., 2008d — Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Ludwików” w kategorii C₁. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mioduszevska J., Mikinka H., 1987 — Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (piasku i pospółki) „Boryszów” dla celów drogowych. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Miziołek E., 1987a — Karta rejestracyjna złoża glin zwałowych „Kociszew” przydatnych do produkcji cegły budowlanej pełnej. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Miziołek E., 1987b — Karta rejestracyjna złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej (glin zwałowych) „Łobudzice”. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Mrozek K., 1960 — Pogląd na budowę południowej, łódzkiej części synklinorium w świetle badań sejsmicznych i materiałów grawimetrycznych. *Geofiz. poszuk. i kopaln.*, 1–3.
- Mrozek K., 1975 — Budowa geologiczna struktur wgłębnych w południowej części synklinorium łódzkiego. Wyd. Geol., Warszawa.
- Nalewajko J., 1982 — Zróżnicowanie litofacjalne warciańskich glin morenowych w rejonie Łódzkim. *Acta Geogr. Lodz.*, 44.
- Parchimowicz H., Smędra E., 1983 — Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Dobrzelów” dla celów drogowych. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Piech K., 1930 — Badania nad dyluwjum województwa łódzkiego. Część II. Flora warstw międzylodowcowych okolicy Szczercowa, Dzbanek Kościuszkowskich i niektórych innych miejscowości, w dorzeczu środkowej Warty. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 6.
- Piętera Z., 1989a — Karta rejestracyjna złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej (glin zwałowych) „Kociszew II”. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Piętera Z., 1989b — Karta rejestracyjna złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej (gliny zwałowej) „Kociszew III”. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Piwocki M., 1980 — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Łódź, wyd. B. Inst. Geol. Warszawa.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11.

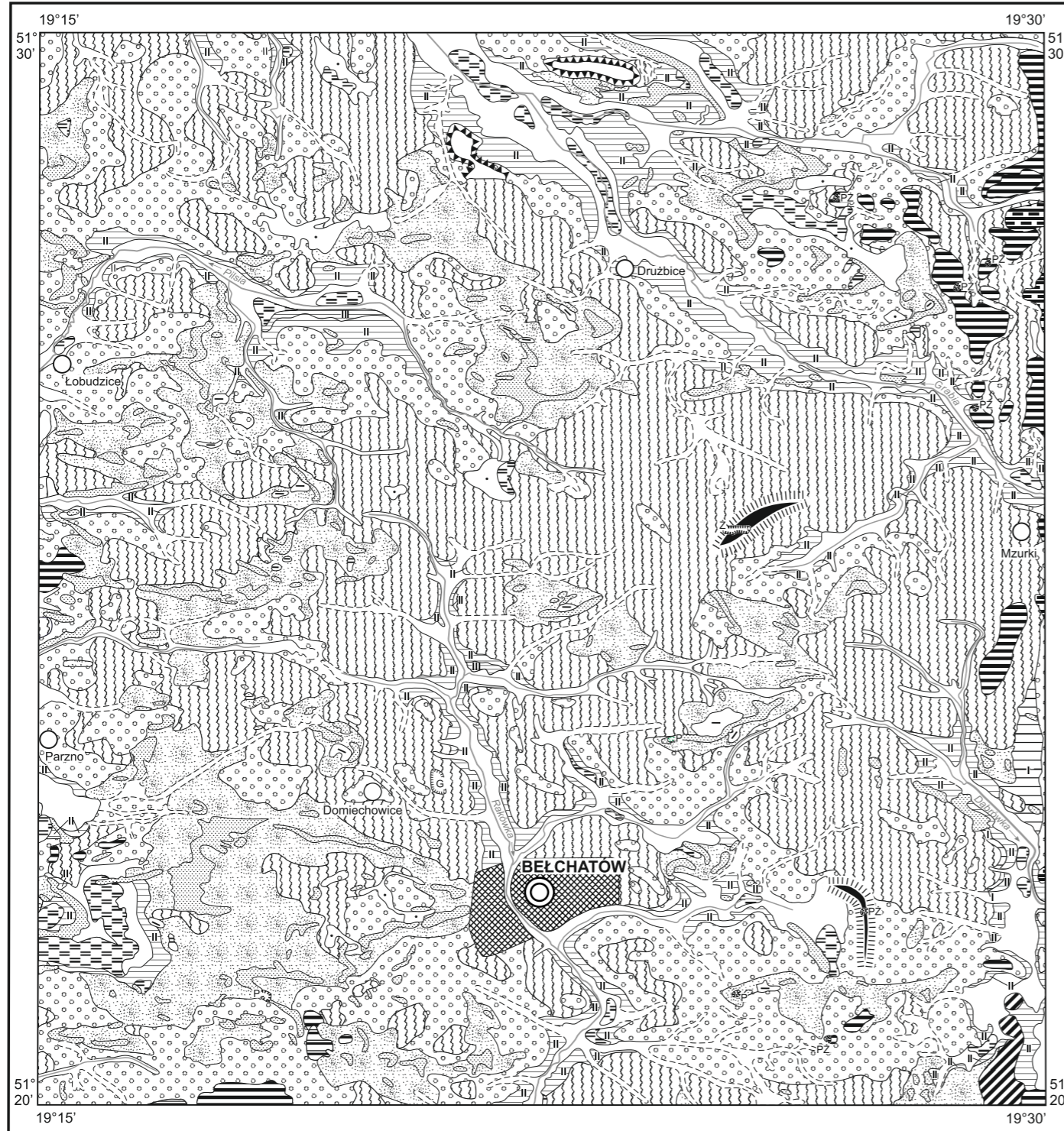
- Piwocki M., Badura J., Przybylski B., 2004 — Niż Polski i jego południowe obrzeżenie. Neogen. W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 3a. Kenozoik, paleogen i neogen. (T. Peryt, M. Piwocki, red.). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Premik J., 1924 — O zastoisku widawskim. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 2.
- Premik J., 1930 — Badania nad dyluwjum województwa łódzkiego. Część I. O utworach preglacialnych, glacialnych i interglacialnych w dorzeczu środkowej Warty, Widawki i Proсны. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 6.
- Premik J., 1931 — Przyczynek do znajomości utworów górnourajskich pasma krakowsko-wieluńskiego i środkowej Widawki. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 7.
- Rühle E., 1957 — Mapa utworów czwartorzędowych w skali 1:2 000 000. *Biul. Inst. Geol.*, 118, *Z badań czwartorzędu w Polsce*, 8.
- Rühle E., 1986 — Mapa Geologiczna Polski 1:500 000. Inst. Geol., Warszawa.
- Rypuszyńska S., 1974 — Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Suchcice” w kategorii C₁ z rozpoznanem kopaliny w kat. B. ŁUM del. Piotrków Trybunalski.
- Samsonowicz J., 1948 — O utworach kredowych w wierceniach Łodzi i budowie niecki łódzkiej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 50.
- Senkowiczowa H., 1965 — Podział i rozwój facjalny osadów retu na obszarze południowej Polski. *Kwart. Geol.*, 9, 2.
- Senkowiczowa H., 1970 — Trias. Paleogeografia i tektonika. W: Geologia i surowce mineralne Polski. 4. Rozwój osadów i koncentracji mineralnych w basenach sedymentacyjnych. (R. Osika, red.). *Biul. Inst. Geol.*, 251.
- Senkowiczowa H., 1973 — Trias. Obszary występowania i stratygrafia. Niż Polski. W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 2. Mezozoik. (S. Sokołowski, red.). Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa: 73–87.
- Senkowiczowa H., Szyperko-Śliwczyńska A., 1975 — Stratygrafia i paleogeografia triasu. *Biul. Inst. Geol.*, 252.
- Sokołowski J., 1966 — Mapa strukturalno-geologiczna Polski 1:500 000 (bez utworów kenozoicznych). Inst. Geol. Warszawa.
- Stuchlik L., Szyrkiewicz A., Łańcucka-Środoniowa M., Zastawniak E., 1990 — Wyniki dotychczasowych badań paleobotanicznych trzeciorzędowych węgla brunatnych złoża „Bełchatów”. *Acta Paleobot.*, 30, 1–2.
- Stupnicka E., 2007 — Geologia regionalna Polski. Wyd. UW, Warszawa.
- Szyrkiewicz A., 2000 — Wiek węgla brunatnego na tle pozycji geologicznej badanych próbek (KWB „Bełchatów”). *Prz. Geol.*, 48, 11.
- Wieczorek J., Unrug Z., Morycowa E., 1979 — Korelacja wybranych podziałów stratygraficznych. Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa.
- Ziomek J., 1985 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Piotrków Trybunalski (701). Inst. Geol., Warszawa.
- Ziomek J., 1986 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Piotrków Trybunalski (701). Inst. Geol., Warszawa.
- Ziomek J., 1992a — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bełchatów (700). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ziomek J., 1992b — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Bełchatów (700). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ziomek J., 1995 — O nowych udokumentowanych palinologicznie stanowiskach występowania pliocenu w rejonie Bełchatowa. *Acta Univ. Lodziana, Fol. Geogr.*, 20.

- Znosko J., 1966 — Jednostki tektoniczne Polski i ich stanowisko w tektonice Europy. *Kwart. Geol.*, **10**, 3.
- Znosko J., 1970 — Pozycja tektoniczna obszaru Polski na tle Europy. W: *Geologia i surowce mineralne Polski*. 4. Rozwój osadów i koncentracji mineralnych w basenach sedymentacyjnych. (R. Osika, red.). *Biul. Inst. Geol.*, 251.
- Znosko J. (red.), 1998 — Atlas tektoniczny Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P., Konon A., Oszczytko N., Ślęczka A., Żaba J., Żytko K., 2011 — Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bełchatów (700)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa falista
- Moreny czołowe akumulacyjne

Formy utworzone w strefie martwego lodu

- Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

- Równiny wodnolodowcowe
- Równiny zastoiskowe
- Formy akumulacji szczelinowej
- Kemy i plateau kemowe

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych
- Zagłębienia deflacyjne

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych

Formy denudacyjne

- Ostańce
- Dolinki denudacyjne
- Drobne zagłębienia o różnej genezie

Formy utworzone przez roślinność

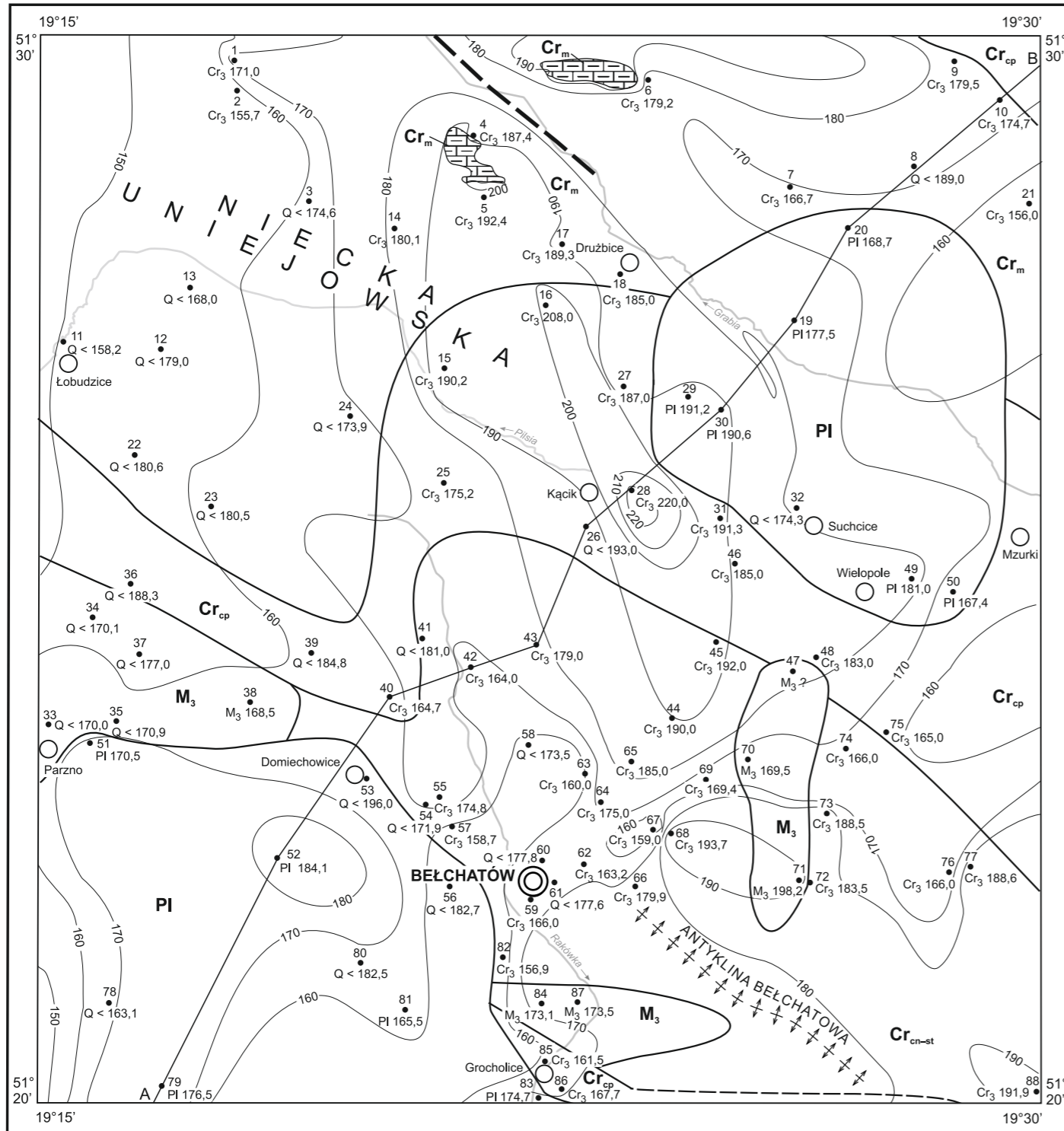
- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Glinianki (G), piaskownie (P), piaskownie-żwirownie (PŻ), żwirownie (Ż)
- Nasypy

Opracowali: J. BADURA, E. SZTROMWASSER

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Bełchatów (700)



SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

NEOGEN	PLIOCEN	PI	Piaski, żwiry, mułki i ily	
		MIOCEN	M₃	Iły, mułki i piaski
KREDA	KREDA GÓRNA	Cr_m	Margle, wapienie margliste, piaskowce i opoki	MASTRYCHT
		Cr_{cp}	Margle, wapienie i opoki	KAMPAN
		Cr_{cn-st}	Wapienie, margle wapniste i piaskowce	KONIAK-SANTON

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

Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: PI – pliocen, M₃ – miocen górny, Cr₃ – kreda górna; liczba – wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędzu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

Wychodnie utworów kredowych (mastrychtu) na powierzchni terenu

— a Granice geologiczne:
— b a. pewne, b. przypuszczalne

— — — — — Uskoki przypuszczalne

↑ ↑ ↑ Antykliny

A — B Linia przekroju geologicznego

Opracowali: J. BADURA, E. SZTROMWASSER