



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



Opracował: **JÓZEF EDWARD MOJSKI**
Zreambulowali: **JOANNA RYCHEL, STANISŁAW LISICKI**

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — **B. PRZYBYLSKI**
Koordynator regionu Pomorza wschodniego, Warmii i Mazur — **L. ZALESZKIEWICZ**

OBJAŚNIENIA

DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ

POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Włocławek (442)
(z 2 tab. i 4 tabl.)



MINISTERSTWO
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 2019

Autor: Józef Edward MOJSKI¹, 1970 r.
Autorzy reambulacji: Joanna RYCHEL¹, Stanisław LISICKI¹, 2017 r.

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Redakcja merytoryczna: Joanna BŁASZKIEWICZ

ISBN 978-83-66423-58-9

PIG-PIB, Warszawa 2019

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000
biuro@pgi.gov.pl

Przygotowanie wersji cyfrowej: Joanna BŁASZKIEWICZ, Sebastian GURAJ

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	10
III. Budowa geologiczna	13
A. Stratygrafia	13
1. Jura	14
a. Jura górna	14
2. Kreda	14
a. Kreda dolna	14
b. Kreda górna	14
3. Paleogen	15
a. Oligocen	15
Oligocen dolny	15
4. Neogen	15
a. Miocen	15
Miocen środkowy	16
Miocen górny	16
5. Czwartorzęd	17
a. Plejstocen	17
Zlodowacenia południowopolskie	17
Zlodowacenie Sanu 2	17
Stadiał górny	17
Interglacjał wielki	18
Interglacjał mazowiecki	18
Zlodowacenia środkowopolskie	18
Zlodowacenie Odry	19
Stadiał dolny	19
Zlodowacenie Warty	20
Stadiał dolny	20
Interglacjał eemski	21
Zlodowacenia północnopolskie	21
Zlodowacenie Wisły	21
Stadiał górny	21

b. Czwartorzęd nierozdzielony	24
c. Holocen	25
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	27
C. Rozwój budowy geologicznej	28
IV. Podsumowanie	34
Literatura	35

SPIS TABLIC

Tablica I — Zestawienie profili otworów badawczych dla SMGP (kartograficznych)

Tablica II — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

Tablica III — Przekrój geologiczny C–D

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

I. WSTĘP

Obszar arkusza Włocławek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 (SMGP) jest położony pomiędzy współrzędnymi geograficznymi 52°30'–52°40' szerokości geograficznej północnej i 19°00'–19°15' długości geograficznej wschodniej. Powierzchnia terenu arkusza wynosi około 314 km², z czego powierzchnia jezior, Zbiornika Włocławskiego i Wisły poniżej zapory zajmują około 22 km². Według fizycznogeograficznego podziału Polski na regiony (Kondracki, 2009) największa część omawianego obszaru jest zlokalizowana w obrębie Kotliny Płockiej, która należy do wschodniej części Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Południowo-zachodnia część terenu badań znajduje się w obrębie Pojezierza Kujawskiego, będącego częścią makroregionu Pojezierze Wielkopolskie, a północno-wschodnia część obejmuje Pojezierze Dobrzyńskie, wchodzące w skład Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego.

Pod względem administracyjnym obszar arkusza jest położony w obrębie województwa kujawsko-pomorskiego i należy do Włocławka – miasta na prawach powiatu oraz powiatów: włocławskiego (gminy: Włocławek, Baruchowo, Fabianki, Brześć Kujawski, Choceń i Kowal) oraz lipnowskiego (gmina Dobrzyń nad Wisłą). Na omawianym terenie znajdują się dwa ośrodki miejskie: Włocławek liczący około 112 tys. mieszkańców oraz Kowal – nieco ponad 3,5 tys. Do większych miejscowości należą ponadto: Michelin i Mielęcín (usytuowane wewnątrz kompleksów leśnych otaczających miasto Włocławek) oraz Czerniewice, Rakutowo i Nakonowo – duże wsie na obszarze Wysoczyzny Kujawskiej.

Autorem pierwszej wersji arkusza Włocławek SMGP był Mojski (1961, 1970). Objasnienia do tego arkusza zostały wydane w 1970 r., jeszcze przed utworzeniem na Wiśle Zbiornika Włocławskiego. Przy rozpoznaniu geologicznym obszaru arkusza wykorzystano ówczesnie dostępne materiały (przede wszystkim 250 profili otworów archiwalnych). Na etapie reambulacji omawianego arkusza

ich liczba zwiększyła się ponad trzykrotnie (ok. 830). Znaczący wzrost liczby dokumentacji geologicznych i profili otworów archiwalnych oraz nowe badania umożliwiły szczegółowe rozpoznanie zarówno osadów plejstocénskich, jak i podścielających je utworów neogeńskich, paleogeńskich, kredowych i jurajskich, co jest najlepiej widoczne na wykonanym szkicu geologicznym odkrytym oraz przekrojach geologicznych. W ramach reambulacji zweryfikowano również zasięg przestrzenny wydzielen powierzchniowych na mapie geologicznej oraz ich przynależność genetyczną i stratygraficzną, szczególnie w strefie krawędziowej doliny Wisły na wysoczyźnie Pojezierza Dobrzyńskiego oraz w obrębie wysoczyzny Pojezierza Kujawskiego i południowej części Kotliny Płockiej. Nową mapę geologiczną przedstawiono w aktualnie obowiązującym układzie dla SMGP (1942), zgodnie z wytycznymi Instrukcji opracowania i wydania Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 z 2004 r.

Zreambulowany arkusz został opracowany w ramach Programu Kartografia Geologiczna Podstawowa w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym na podstawie projektu prac geologicznych (nr DGKn-475-1/39939/14/JJ) zatwierdzonego przez Ministra Środowiska decyzją z dnia 03.10.2014 r. Przy reambulacji arkusza Włocławek SMGP wzięto pod uwagę inne opracowania kartograficzne, w tym Mapę Geologiczno-Gospodarczą 1:50 000 tego arkusza (Bujakowska i in., 2002) oraz wyniki prac wykonanych w ramach realizacji SMGP, arkuszy: Bobrowniki (Jeziorski, 1990a, b), Fabianki (Lamparski, 1987, 1989), Tłuchowo (Lamparski, 1981a, b) oraz Dobrzyń nad Wisłą (Skompski, 1971, 1972), Izbica Kujawska (Brzeziński, 2013, 2014), Brześć Kujawski (Brzeziński, 2015a, b), Lubień Kujawski (Baraniecka, 1991, 1993) i Gostynin (Roman, 2011, 2012). Arkusze Fabianki i Tłuchowo zostały zreambulowane (Małek, 2013; Żuk, 2018a, b).

Z terenu arkusza Włocławek zebrano profile 831 otworów wiertniczych, w tym 536 – hydrogeologicznych, 241 – badawczych (w tym 13 złożowych i 4 kartograficznych), 27 – geologiczno-inżynierskich, spośród których wybrano 102 i umieszczono na mapie geologicznej.

Na obszarze arkusza udokumentowano pięć złóż surowców mineralnych. Są to złoża kruszywa naturalnego zlokalizowane na zachodnim skraju omawianego terenu. Największym z nich jest złożo piasków Kruszyn, które znajduje się koło miejscowości o tej samej nazwie, w obrębie osadów rzeczno-lodowcowych zlodowacenia Wisły. Złożo torfów (borowiny) oraz wód leczniczych występuje w uzdrowisku Wieniec-Zdrój, 6 km na zachód od Włocławka.

W obrębie terenu arkusza Włocławek wykonano sondowania geoelektryczne na potrzeby zaopatrzenia w wodę (rejon Włocławka, Grabkowa, Rakutowa i Unisławic). Wyniki tych sondowań zebrano w pięciu dokumentacjach geoelektrycznych (Wanic, Schlegel, 1966; Jagodzińska, 1969; Stenzel, Cygan, 1972; Stankiewicz i in., 1975; Sipiński, 1993).

Zdjęcie geologiczne do pierwszej wersji arkusza Włocławek wykonali w 1954 r.: T. Andrusiewicz, A. Wilczyński, Z. Mazurkiewicz, A. Balicka, J.E. Mojski, W. Kossacka oraz Grupa Zakładu Geologii

Technicznej Instytutu Geologicznego. W zakresie tych prac wykonano 1090 punktów dokumentacyjnych (szurfy, sondy, odkrywki) o głębokości około 2 m oraz przeanalizowano 250 profili otworów archiwalnych.

Terenowe prace kartograficzne prowadzone w ramach reambulacji arkusza Włocławek SMGP były prowadzone w latach 2014–2016. Ponownie skartowano obszar o powierzchni około 292 km². Opisano 748 punktów dokumentacyjnych, w tym 690 sondowań ręcznych w strefie głębokości 2,0–3,0 m oraz 40 sondowań mechanicznych (typu WH) o głębokości 3,5–14,5 m (Geofizyka Toruń), w sześciu miejscach uzupełnione sondowaniami o nienaruszonej strukturze (typu Geoprobe – P. Sydor, Oddział Geologii Morza PIG-PIB). Oczyszczono i opisano ściany 12 odsłoneń. Wybrane punkty dokumentacyjne zaznaczono na mapie geologicznej i przedstawiono w tabeli 1. Na obszarze arkusza średnia gęstość punktów dokumentacyjnych wynosi około 2,5 punktu na km². Na mapie geologicznej zaznaczono: jedną piaskownię (okolice Łagiewnik) i dwie piaskownie-żwirownie (koło Dębic i Kruszyna) oraz siedem głazów narzutowych, dwa głazy narzutowe o średnicy powyżej 1,5 m (we Włocławku: poniżej południowej skarpy Wisły na zachód od ujścia Zgłowiączki i w północnej skarpie Wisły na zachód od zapory – oba o średnicy 2,5 m), cztery skupiska głazów narzutowych i trzy formy antropogeniczne (nasyp pod zabudową śródmieścia Włocławka, nasypy związane z zaporą Zbiornika Włocławskiego i wysypisko śmieci we wschodniej części miasta).

W celu udokumentowania pełnego profilu osadów czwartorzędowych i częściowo ich podłoża, w 2015 r. wykonano pięć otworów kartograficznych: K-1 Grabówka (otw. 87; głęb. 36,0 m), K-2 Warząchewka Polska (otw. 65; głęb. 75,0 m), K-3 Mielęcín (otw. 62; głęb. 70,0 m), K-4 Zarzeczewo Stare (otw. 32; głęb. 43,0 m) i K-5 Przerzytka (otw. 77; głęb. 40,0 m), o łącznym metrażu 264,0 m (tabl. I). Wiercenia zostały wykonane przez przedsiębiorstwo „Geofizyka” Toruń, Grupa PGNiG.

Z rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych oraz sondowań mechanicznych i Geoprobe pobrano osady do badań laboratoryjnych. Dla 62 próbek utworów wykonano analizy uziarnienia i oznaczenia zawartości węgla wapnia. Do analizy morfoskopii ziaren kwarcu pobrano 99 próbek osadów, w 49 oznaczono skład minerałów ciężkich, a na 29 próbkach glin zwałowych przeprowadzono badania składu petrograficznego frakcji żwirowej. Wyniki ujęte w opracowaniu posłużyły do interpretacji genetycznej i stratygraficznej utworów (Rychel, 2017). 43 próbki osadów poddano badaniom paleobotanicznym, z czego dla 22 wykonano oznaczenia makroszczałków (Krzeslak, 2017) i palinologię (Hrynowiecka, 2017), a 21 próbek z otworów 62 (K-3 Mielęcín) i 77 (K-5 Przerzytka) wykorzystano do oznaczeń palinologicznych osadów podłoża czwartorzędu (Słodkowska, 2017).

Do oznaczenia wieku bezwzględnego utworów metodą optycznie stymulowanej luminescencji (OSL) w Laboratorium Datowania Luminescencyjnego Instytutu Politechniki Śląskiej w Gliwicach pobrano dwie próbki z odsłoneń piaszczystych osadów wydmowych, sześć próbek z rdzeni

sondowań o nienaruszonej strukturze w Smólniku (punkt dok. 11) i Bogusławicach oraz osiem próbek z rdzeni trzech otworów kartograficznych: 32 (K-4 Zarzeczewo Stare), 62 (K-3 Mielęcín) i 87 (K-1 Grabówka).

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych

Numer punktu		Rodzaj punktu*	Lokalizacja (miejscowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	w notatniku terenowym					
1	WH1	sm	Tulibowo	98,0	10,0	Piaski wodnolodowcowe na glinach zwałowych
2	WH2	sm	Bachorzewo	96,0	13,0	Gliny zwałowe na ilach pstrych
3	S23	sm	Falbanka	68,0	9,5	Osady tarasów pradolinnych
4	S22	sm	Mielęcín	68,2	11,5	Osady zastoiska warszawskiego
5	S21	sm	Mielęcín	67,0	7,5	Osady zastoiska warszawskiego
6	Geoprobe 2	geoprobe	Warząchewka Las	65,0	6,0	Osady biogeniczne
7	S24	sm	Wistka Królewska	56,0	9,5	Strop utworów neogenu
8	S25	od	Wistka Królewska	57,0	7,5	Strop utworów neogenu
9	S26	sm	Wistka Królewska	57,0	17,5	Strop utworów neogenu
10	S20	sm	Nowa Wieś	70,0	11,5	Strop osadów zastoiska warszawskiego
11	WH7	sm, geoprobe	Smólnik	63,0	14,2	Strop osadów zastoiska warszawskiego
12	S17	sm	Kruszyn	86,5	17,5	Osady zastoiska warszawskiego
13	WH25	sm	Krukówek	96,0	10,0	Osady zwietrzelinowe
14	S4	sm	Wilkowice	106,5	7,5	Osady kemowe
15	S5	sm	Wilkowiczki	102,0	5,5	Osady wodnolodowcowe strop utworów neogenu
16	WH16	sm	Czerniewice	116,0	10,0	Dwa poziomy glin zwałowych Strop utworów neogenu

* sm – sonda mechaniczna

Obszar arkusza Włocławek wchodzi w zakres opracowań syntetycznych dotyczących geologii, tektoniki i stratygrafii wału kujawsko-pomorskiego. Zagadnienia te badali m.in.: Pożaryski (1952, 1964, 1974), Pietrenko (1961), Marek (1963, 1968, 1969) oraz Marek i Znosko (1972). Utwory paleogenu i neogenu były przedmiotem badań m.in.: Łyczewskiej (1959), Ciuka (1970, 1987) oraz Piwockiego i Ziemińskiej-Tworzydło (1995).

Pierwsze wzmianki o budowie geologicznej m.in. obszaru arkusza Włocławek pojawiły się w opracowaniach Prawosławleva (1905) i Rutkowskiego (1914). Zagadnienie złodowceń okolic Płocka podejmowali Lencewicz (1922, 1924, 1926, 1927, 1929) i Samsonowicz (1922), a później

Łyczewska (1960), Skompski (1963), Domosławska-Baraniecka (1965) oraz Makowska i Skompski (1966). W obszernym opracowaniu z 1969 r. Skompski przedstawił budowę geologiczną i stratygrafię osadów czwartorzędowych wschodniej części Kotliny Płockiej. Ukształtowanie i budowa powierzchni podczwartorzędowej były tematem publikacji Lewińskiego i Samsonowicza (1918).

Praca Jeziorskiego (1991) z rejonu pogranicza Kotliny Płockiej i Kotliny Toruńskiej pozwoliła określić warunki sedymentacji sekwencji osadów rzecznych i lodowcowych z okresu zlodowaceń środkowopolskich. Szczegółowe badania geomorfologiczno-geologiczne dotyczyły m.in.: wieku tarasów pradolinnych (Borówko-Dłużakowa, 1958, 1961; Skompski, 1961), kształtowania odpływu wód z Kotliny Płockiej (Kotarbiński, Urbaniak-Biernacka, 1975) oraz wydym (Urbaniak, 1962, 1967; Urbaniak-Biernacka, 1976). Istotne znaczenie dla stratygrafii osadów młodszego plejstocenu miały prace Mojskiego (1966, 1969), a także rozpoznanie utworów interglacjału eemskiego w Kaliskiej (Domosławska-Baraniecka, 1965; Janczyk-Kopikowa, 1965) oraz stanowiska osadów interglacjału ferdynandowskiego w Popiołach (Jeziorski, 1992). Zagadnienia geologiczne wraz z rekonstrukcją dynamiki nasunięcia najmłodszego lądolodu w łobie płockim zostały zaprezentowane w obszernym opracowaniu Roman (2007). W nawiązaniu do dotychczasowych poglądów dotyczących tych zagadnień Roman (2007) szczegółowo omówiła dynamikę najmłodszego lądolodu (fazy poznańskiej), wiek i chronologię zdarzeń glacialnych w rejonie Kotliny Płockiej, a także zbadała geologiczne stanowiska terenowe, w tym stanowisko w Kowalu.

Monografię nawiązującą do wysoczyzny Pojezierza Kujawskiego napisał Molewski (2007). Molewski (2014) przedstawił także paleogeograficzne uwarunkowania odpływu wód z zastoiska warszawskiego w czasie stadiału głównego zlodowacenia Wisły i zaprzeczył możliwości sub- i inglacialnego odpływu tych wód w kierunku zachodnim (Wiśniewski, Andrzejewski, 1994; Wiśniewski, 2000, 2005).

Teren arkusza Włocławek wchodzi w skład obszaru, który od 1979 r. podlega ochronie z uwagi na jego walory geomorfologiczne (kompleksy wydym śródlądowych, rynny subglacialne, liczne jeziora i bagna). Na podstawie najnowszych badań oraz opracowań geologicznych i turystycznych powstała Mapa geologiczno-turystyczna Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego 1:60 000 (Rychel i in., 2014).

Do najstarszych opracowań kartograficznych dotyczących Kotliny Płockiej należy mapa Lencewicza (1936). Omawiany arkusz SMGP wchodzi w skład Przeglądowej Mapy Geologicznej 1:300 000, arkusz Płock (Łyczewska, 1948; Łyczewska, Pożaryski, 1948) oraz Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, arkusz Płock, wydania A i B (Baraniecka, Skompski, 1978a, b) wraz z Objasnieniami (Baraniecka, 1979), zreambulowanej przez Brzezińskiego (2008a, b, c).

Dla obszaru arkusza Włocławek została również wykonana Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000 (Ptak, 2007; Ptak i in., 2007).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar objęty granicami arkusza Włocławek jest położony w obrębie trzech regionów fizyczno-geograficznych (Kondracki, 2009): Kotliny Płockiej (części Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej), Pojezierza Kujawskiego na południu (części Pojezierza Wielkopolskiego) i Pojezierza Dobrzyńskiego na północy (części Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego). Kulminacja terenu, nieco ponad 125,0 m n.p.m., występuje na równinie wodnolodowcowej w obrębie wysoczyzny morenowej w południowej części obszaru arkusza, na południe od Bogusławic. Najniżej położony punkt (44,7 m n.p.m.) znajduje się w dolinie Wisły w Kotlinie Płockiej w północnej części omawianego obszaru, przy styku brzegu z lustrem wody w rzece poniżej tamy Zbiornika Włocławskiego. Deniwelacja powierzchni terenu wynosi zatem około 80 m. Wysokości względne południowych stoków i krawędzi pradoliny Wisły wynoszą średnio około 10–20 m, a północnych krawędzi doliny Wisły – dochodzą do około 60 m. Największym jeziorem jest Jezioro Wikaryjskie (10,4–54,0 m n.p.m.), które znajduje się w środkowej części obszaru arkusza (Jańczak, red., 1999).

W krajobrazie omawianego terenu można wyróżnić główne jednostki geomorfologiczne, które układają się niemal pasmowo z południa na północ. Są to: w południowo-zachodniej części obszaru arkusza – wysoczyzna morenowa płaska polodowcowa, powstała w czasie zlodowacenia Wisły, z pagórkami i wzgórzami lokalnego obszaru kemowego oraz z płacami równin wodnolodowcowych, w centralnej części – pradolina Wisły, utworzona pod koniec plejstocenu, z tarasami pradolinowymi, wydrami i równinami piasków przewianych oraz równinami jeziornymi, a w części północnej – dolina Wisły z tarasami akumulacyjnymi rzeczными i niewielki fragment wysoczyzny morenowej z wysoką krawędzią morfologiczną, której towarzyszą liczne osuwiska. Na szkicu geomorfologicznym (tabl. II) przedstawiono formy lodowcowe i wodnolodowcowe, eoliczne, rzeczne, denudacyjne, jeziorne i antropogeniczne.

W południowo-zachodniej części obszaru arkusza i w jego skrawku północno-wschodnim znajduje się wysoczyzna morenowa płaska, częściowo zmieniona denudacyjnie w warunkach klimatu peryglacjalnego, panującego tu po wytopieniu lodów lądolodu zlodowacenia Wisły.

Wysoczyzna morenowa płaska tworzy na południu obszaru arkusza część Pojezierza Kujawskiego, a na północy – Pojezierza Dobrzyńskiego i wznosi się odpowiednio na wysokość około 85–120 i około 95–110 m n.p.m. Południowa wysoczyzna jest urozmaicona pojedynczymi zagłębieniami powstałymi po martwym lodzie, małymi równinami jeziornymi i równinami

torfowymi oraz pagórkami i wzgórzami kemów o wysokości względnej do około 5 m w okolicach Czerniewic, a także niewielkimi równinami zastoiskowymi (wypełnionymi osadami wytopiskowymi), które występują na północ od Śmiłowic, i małymi równinami wodnolodowcowymi, zlokalizowanymi głównie w południowej części terenu arkusza. Obszar wysoczyzny południowej przecinają dna dolin rzecznych Lubieńki i Olszewa, a wysoczyzny północnej – Świnki i ujściowego odcinka Chełmiczki. Stefy przykrawędziowe wysoczyzn są urozmaicone dolinkami: na wysoczyźnie południowej (o wys. do około 20 m) – kilkunastoma małymi rozcięciami erozyjnymi lub dolinkami w ogólności o długości do 1,5 km, a na wysoczyźnie północnej (o wys. do około 60 m) – krótkimi dolinkami zawieszonymi i ponownie rozcięciami. Zawieszenie dolinek powstało w wyniku uformowania się w krawędzi wysoczyzny północnej licznych osuwisk, z których największe mają powierzchnię około 5 ha.

Krawędź wysoczyzny południowej opada w stronę pradoliny Wisły, którą tworzą dwa tarasy pradolinne akumulacyjne: wyższy (I) – tylko w południowo-wschodniej części obszaru arkusza – o wysokości około 74–77 m n.p.m. i szerokości do 1,2 km, oraz niższy (II) o wysokości około 62–74 m n.p.m. W strefie kontaktowej krawędzi wysoczyzny z pradolina występują liczne stożki napływowe, z których największy w rejonie Łagiewnik ma powierzchnię około 3 km². Na niższych tarasach pradolinnych powszechnie występują równiny piasków przewianych i wydmy, głównie paraboliczne. Najwyższe z nich uformowały się we wschodniej części obszaru arkusza, gdzie ich wysokość względna dochodzi do około 30 m. Najwyższa wydma występuje na wysokości 105,5 m n.p.m. i jest zlokalizowana przy zachodniej granicy terenu arkusza, około 1,5 km na północ od Rakutowa. W obrębie niższych tarasów pradolinnych lokalnie wyodrębniono również powierzchnie tarasów pradolinnych erozyjnych, zbudowane z osadów wodnolodowcowych. Powierzchnie te znajdują się we wschodniej części obszaru arkusza i w okolicach Jeziora Wikaryjskiego, gdzie osady wodnolodowcowe wypełniają nieczytelną w morfologii terenu rynną subglacialną. W południowej części niższych tarasów pradolinnych występują rozległe równiny jeziorne, czyli stare dna jezior. Na tym obszarze znajduje się płytkie Jezioro Rakutowskie.

Dolina Wisły występuje w północnej i północno-wschodniej części terenu arkusza Włocławek. Wyróżniono w niej, leżące na południe od rzeki, powierzchnie dwóch tarasów nadzalewowych (akumulacyjnych i erozyjnych) oraz tarasy zalewowe (akumulacyjne). Tarasy nadzalewowe od niższych tarasów pradolinnych oddziela niska krawędź o wysokości około 2–3 m. Krawędź ta w okolicach Włocławka oddziela również rzeczne tarasy erozyjne od tarasów akumulacyjnych. Wysokość tarasów erozyjnych wynosi 59,0–60,0 m n.p.m. (14,0–15,0 m n.p. rzeki), a wyższych (I) tarasów akumulacyjnych – około 57,0–58,0 m n.p.m. (12,0–13,0 m n.p. rzeki). Tarasy erozyjne znajdują się w południowo-zachodniej i wschodniej części Włocławka i na wschód od tego miasta. We wschodniej

części wyższych (I) tarasów akumulacyjnych (nadzalewowych) występują małe równiny piasków przewianych i pojedyncze wydmy podłużne oraz równiny jeziorne i duża równina torfowa. Niższe (II) tarasy akumulacyjne (zalewowe) wyróżniono przede wszystkim poniżej tamy Zbiornika Włocławskiego, gdzie tworzą wyspy piaszczyste w korycie Wisły. Wąska listwa wyższych tarasów zalewowych, należących do niższych tarasów akumulacyjnych, towarzyszy południowym brzegom zbiornika i występuje na wysokości około 55 m n.p.m. Leżąca nieco niżej zasadnicza część omawianych tarasów jest zalana wodami Zbiornika Włocławskiego. Jeszcze niżej, pod powierzchnią wód zbiornika, znajdują się niższe tarasy zalewowe. Wysokości tarasów zalewowych, w odległości około 2 km na wschód od tamy Zbiornika Włocławskiego, wynoszą 54,0–55,0 m n.p.m. (4,0–5,0 m n.p. rzeki) i 51,0–52,0 m n.p.m. (1,0–2,0 m n.p. rzeki). Na mapie geologicznej osady tarasów zalewowych potraktowano łącznie.

W dolinie rzeki Lubieńki wyróżniono starorzecza: suche – w zachodnim krańcu obszaru arkusza i świeże (zawodnione) – na południowy wschód od Śmiłowic oraz w zachodniej części Włocławka w dolinie rzeki Zgłowiączki.

Spośród form antropogenicznych na szkicu geomorfologicznym (tabl. II) zaznaczono: piaskownię w rejonie Łagiewnik oraz dwie piaskownie-żwirownie koło Dębic i Kruszyna, tamę Zbiornika Włocławskiego, wał przeciwpowodziowy po południowej stronie zbiornika (na wschód od tamy), kanały Rakutówki, Olszewa i Zuzanki w południowej części pradoliny, nasypy (centralna część Włocławka i w okolicach tamy) oraz wysypisko odpadów komunalnych na wschód od Włocławka.

Obszar arkusza leży w dorzeczu Wisły. Sieć rzeczna jest rozwinięta w różnym stopniu. Największą rzeką jest Wisła z tarasami zalewowymi i nadzalewowymi. Koryto Wisły, wraz z niższymi tarasami zalewowymi i większością wyższych tarasów zalewowych, znajduje się pod wodami Zbiornika Włocławskiego. Na terenie arkusza zbiornik ten zajmuje większą część holocenijskiej doliny Wisły i ma tutaj powierzchnię około 12 km². Jego szerokość dochodzi do 1,5 km, a głębokość maksymalna wynosi około 15 m. Zbiornik Włocławski został oddany do eksploatacji w 1970 r., a intensywna erozja koryta Wisły poniżej zapory spowodowała wzrost głębokości koryta do około 5 m (Gierszewski, 2015; Babiński, 2002; Habel, 2013).

Dobrze rozwiniętym lewym dopływem Wisły jest Zgłowiączka, która w zachodniej części obszaru arkusza przepływa przez Łagiewniki i Włocławek, gdzie uchodzi do Wisły. Dobrze wykształconym ciekim jest również Świnka, której koryto znajduje się w północno-wschodnim krańcu omawianego terenu. Pozostałe cieką są rozwinięte znacznie słabiej. Południową część wysoczyzny morenowej odwadnia Olszew o zmiennym przepływie wód kierujących się ku Rakutówce. Jego północny odcinek, podobnie jak Rakutówka, jest antropogenicznie przekształcony w kanał. Rakutówka

okresowo odwadnia Jezioro Rakutowskie ku zachodowi do Lubieńki. Wzdłuż południowego brzegu Zbiornika Włocławskiego został wykopany kanał Zuzanka. We wschodniej części obszaru arkusza łączy się z nim ciek o tej samej nazwie, który miejscami zachowuje swój naturalny charakter.

Obszar arkusza Włocławek jest bogaty w jeziora, które występują przeważnie w jego środkowej części i nie mają dużej głębokości. Tworzą one dwa ciągi związane z przebiegiem form rynnowych, nieczytelnych morfologicznie w obecnej rzeźbie powierzchni terenu. W ciągu południowym znajdują się jeziora, kolejno z zachodu na wschód: Czarne, Jedwabna, Jezioro Wikaryjskie (głęb. 10,4 m), Widoń (głęb. 3,4 m), Jezioro Wójtowskie Małe (głęb. 3,9 m), Jezioro Wójtowskie (głęb. 6,4 m) i Jezioro Wójtowskie Duże (głęb. 7,5 m). W ciągu północnym występują jeziora: Rybnica (głęb. 4,6 m), Łąki (głęb. 6,0 m), Jezioro Radyszyńskie (głęb. 10,1 m) oraz wytopiskowe jezioro Telążna (głęb. 2,0 m). W południowo-wschodniej części terenu arkusza znajduje się bardzo płytki zbiornik wytopiskowy – Jezioro Rakutowskie, którego maksymalna głębokość wynosi 2,8 m i ma stale zmniejszającą się powierzchnię, obecnie około 3 km² (Jańczak, red., 1997).

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

Obszar objęty granicami arkusza Włocławek jest położony w centralnej części strefy wału kujawsko-pomorskiego, sąsiadującej z południowym skrzydłem niecki brzeżnej (Dadlez i in., 1998).

A. STRATYGRAFIA

Przedmiotem badań stratygraficznych były osady czwartorzędowe oraz podścielające je utwory jurajskie, kredowe, paleogeńskie i neogeńskie. Stratygrafię osadów czwartorzędowych oparto głównie na wynikach badań petrograficznych frakcji drobnoźwirowej glin zwałowych (Rychel, 2017), w nawiązaniu do litologii i stratygrafii glin zwałowych dużego obszaru dorzecza Wisły (Lisicki, 2003), a utworów podłoża czwartorzędu – na wynikach badań palinologicznych (Słodkowska, 2017).

Najgłębszy otwór wiertniczy na terenie arkusza (głęb. 325,2 m) wykonano w 1960 r. w Kukawach (otw. 84) i sięgał on do skał kredy dolnej (iłowców, mułowców i piaskowców – strop na wys. 10,0 m n.p.m.), natomiast otwór w Przyrudzie (otw. 1), o głębokości 250,8 m, zakończono w utworach jury górnej (wapienie margliste – strop na wys. 165,4 m p.p.m.).

1. Jura

Najstarszymi utworami stwierdzonymi na obszarze arkusza są skały jurajskie, wykształcone głównie w facji węglanowej (wapienie oolitowe i margliste). Sekwencję tych utworów można prześledzić w profilu otworu 100 w Grabkowie, gdzie miąższość nieprzewierconych skał jury wynosi 99,0 m.

a. Jura górna

Wapienie, miejscami oolitowe z krzemieniami, margliste, jasnoszare, występują pod osadami kredy lub neogenu, na wysokości około 7–16 m n.p.m. w południowej części obszaru arkusza w okolicach: Gajówki (otw. 89), Czerniewic (otw. 97), Dębic (otw. 78), Grabkowa (otw. 100) i Szatek (otw. 85), a także w rejonie Włocławka (otw. 2) i Mielęcina (otw. 12) na wysokości około 30 m p.p.m.

2. Kreda

a. Kreda dolna

Utwory kredy dolnej występują w centralnej i północno-zachodniej części obszaru objętego zasięgiem arkusza. Są one wykształcone jako iłowce, mułowce, piaskowce, wapienie piaszczyste i wapienie pyłowate oraz gipsy. Są to głównie osady facji brakicznej. Utwory te stwierdzono w otworze 1 w Przyrudzie na wysokości 1,6 m p.p.m., a także w otworach hydrogeologicznych we Włocławku i okolicach (m.in. w otw. 6 i 36) na wysokości 1,9–7,7 m p.p.m. W Czerniewicach (otw. 99) na wysokości 2,6 m p.p.m. występują margle ilaste z detrytusem muszlowym.

Powierzchnia stropu skał kredy dolnej jest nierówna – najwyżej położona w rejonie Pińczaty (otw. 64) – 16,8 m n.p.m. W okolicach Kukaw (otw. 84) jej strop znajduje się na wysokości 10,0 m n.p.m., a w pobliżu Księżej Kępki (otw. 97) – na 6,6 m n.p.m.

b. Kreda górna

Margle i wapienie. W Zarzeczewie Starym (otw. 31) w północno-wschodniej części obszaru arkusza na wysokości 8,0 m p.p.m. i w Czerniewicach (otw. 97) w południowej części omawianego terenu na wysokości 6,5 m n.p.m. występują osady reprezentujące fację węglanową wykształconą w postaci margli i wapieni. Fację tę można zakwalifikować do kredy górnej.

3. Paleogen

Z utworów paleogenu na obszarze arkusza Włocławek zidentyfikowano jedynie osady oligocenu. Nie tworzą one ciągłej warstwy i występują w obniżeniach powierzchni stropowej kredowej (Mojski 1970). Są one wykształcone w postaci piasków z łyszczkami i glaukonitem oraz mułków, ilów i ilów pyłowatych. Stwierdzono je w otworach na terenie Włocławka (otw.: 1, 9, 21, 31, 36, 39, 72, 84 i 99) na wysokości od 5,1 m n.p.m. do 30,0 m p.p.m. Miąższość kompleksu oligoceńskiego waha się tu od około 27 do około 67 m. Piaski oligoceńskie stwierdzono także w Kukawach (otw. 84), gdzie występują na głębokości 60,0 m i osiągają miąższość 10,0 m.

Zróżnicowane ukształtowanie powierzchni stropowej kredy i paleogenu wraz ze zmienną miąższością pokrywy neogenu może świadczyć o złożonych procesach erozji wału kujawsko-pomorskiego w paleogenie i neogenie oraz o możliwych ruchach neotektonicznych lub deformacjach glacictektonicznych w czwartorzędzie (Baraniecka, 1975, 1980, 1981).

a. Oligocen

Oligocen dolny

Piaski i mułki oraz węgiel brunatny występują w otworach kartograficznych w Mielęcinie (otw. 62) i Przerytce (otw. 77). Na podstawie wyników badań palinologicznych siedmiu próbek z otworu 62 i dziesięciu z otworu 77 wykazano, że osady te należą do oligocenu dolnego – poziom dinocystowy D14 (Słodkowska, 2017). Utwory dolnooligoceńskie występują na skałach dolnokredowych, a ich miąższość wynosi od 8,0 do 23,5 m (odpowiednio w otw. 77 i 62 – tabl. I). W całym profilu osadów dolnooligoceńskich w otworze 62 i dwóch próbkach mułków piaszczysto-ilastych (z głęb. 33,5 i 34,0 m) w otworze 77, na podstawie wyników badań palinologicznych (Słodkowska, 2017) potwierdzono redepozycję materiału eoceńskiego. W otworze 62 na wysokości 14,0 m n.p.m. został opisany węgiel brunatny z wkładkami piasków drobnoziarnistych o miąższości 5,0 m.

4. Neogen

Na obszarze arkusza Włocławek bezpośrednio podłoże utworów czwartorzędowych stanowią głównie osady neogenu – miocenu środkowego i górnego.

a. Miocen

Osady miocenu występują na większości obszaru arkusza. Utwory miocenu środkowego stwierdzono zarówno w obrębie Kotliny Płockiej, jak też wysoczyzn Pojezierza Dobrzyńskiego i Pojezierza

Kujawskiego. Osady miocenu górnego zachowały się przede wszystkim na obszarze wysoczyzn, natomiast w pradolinie Wisły zostały w znacznym stopniu wyerodowane.

Miocen środkowy

Utwory miocenu środkowego są wykształcone w postaci piasków, mułków, iłów i węgla brunatnego (formacja brunatnowęglowa). Występują m.in. w otworach: 29, 30, 32, 47, 51, 55, 56, 58, 65, 85 i 88 (przekrój geol. A–B) oraz w otworach: 65, 68, 69 i 77 (tabl. III). W większości otworów osady piaszczyste, głównie kwarcowe piaski średnio- i drobnoziarniste, przeważają nad mułkami i iłami. Z otworu 77 pobrano osiem próbek osadów do badań palinologicznych (Słodkowska, 2017). Na ich podstawie stwierdzono obecność utworów środkowomiocenijskich na głębokości 26,0 m. Strop omawianych utworów występuje na wysokości od 5,0 m n.p.m. (otw. 65) do 70,5 m n.p.m. (otw. 32). Największą miąższość opisywanych osadów odnotowano w rejonie Nakonowa (otw. 88, przekrój geol. A–B), gdzie wynosi ona 32,0 m. Występują tam piaski drobnoziarniste i bardzo drobnoziarniste. Strop utworów miocenu środkowego znajduje się na wysokości 68,1 m n.p.m. Omawiane osady odsłaniają się lokalnie na powierzchni terenu w skarpie wysoczyzny Pojezierza Dobrzyńskiego po północnej stronie doliny Wisły na wysokości około 48 m n.p.m. (Mojski, 1970). Takie położenie utworów neogenu może być związane z procesami głacitektonicznymi, których przejawy zaobserwowano w skarpie Pojezierza Dobrzyńskiego pomiędzy Włocławkiem a Dobrzyniem nad Wisłą w rejonie miejscowości Kuzki. Na południowy zachód od Włocławka strop analizowanych utworów tworzy płaską powierzchnię i występuje na rzędnych od około 20 m n.p.m. do około 37 m n.p.m. (tabl. IV). Węgiel brunatny miocenu środkowego został opisany w otworach 29 i 58 (przekrój geol. A–B) oraz w otworach 72 i 77 (tabl. III) na wysokości maksymalnie około 35 m n.p.m.

Miocen górny

Iły pstre, miejscami piaski (formacja pstrych iłów płomienistych) występują powszechnie w obrębie obszaru arkusza Włocławek. Opisano je w otworach kartograficznych 32, 65 i 87. Strop tych utworów występuje na wysokości około 80 m n.p.m. na obszarach wysoczyzn, a w Kotlinie Płockiej lokalnie poniżej 35,0 m n.p.m. (tabl. IV). Miąższość osadów na wysoczyznach waha się od kilkunastu metrów do ponad 40,0 m, a w pradolinie nie przekracza kilkunastu metrów, co jest związane z silną erozją obszaru Kotliny Płockiej w okresie preglacjalnym (Mojski, 1970). W otworach kartograficznych nawiercono bezwapniste, seledynowoszare ily mułkowate z rdzawymi i czerwonymi plamami. Ich miąższość wynosi od 9,0 m (otw. 72 – tabl. III) do 32,0 m (otw. 88 – przekrój geol. A–B), a strop znajduje się na wysokości od 35,6 m n.p.m. (otw. 72 – tabl. III) do 80,0 m n.p.m. (punkty dok.: 2, 7, 8, 15 i 16). Na powierzchni terenu omawiane utwory odsłaniają się w skarpie Wisły po jej obu stronach w rejonie i okolicach Włocławka (strop na wys. ok. 50–70 m n.p.m.) oraz po prawej

stronie Wisły w pobliżu Zarzeczewa, Tulibowa, Glewa i Kuzek (strop na wys. ok. 60–67 m n.p.m.), gdzie są zaburzone glacitektonicznie.

5. Czwartorzęd

Z wyjątkiem wychodni utworów miocenijskich w skarpie Wisły i niewielkiej wychodni na obszarze Włocławka, niemal cały teren arkusza jest pokryty osadami czwartorzędowymi. Miąższość tych osadów na wysoczyznach, gdzie dominują utwory gliniaste, waha się w granicach 10,0–40,0 m, a w głębokich, wąskich rynnach, wypełnionych osadami piaszczystymi, w obrębie pradoliny Kotliny Płockiej, ich miąższość wynosi 70,5–127,0 m (odpowiednio w otw. 65 i 49 – przekrój geol. A–B).

Powierzchnia, na której zalegają utwory czwartorzędowe, ma przede wszystkim charakter egzaracyjny, o czym świadczy obecność osadów pochodzących tylko z czterech zlodowaceń (spośród co najmniej sześciu, których osady powinny tu występować) i to jedynie poza obniżeniem części Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej.

a. Plejstocen

Podstawą klasyfikacji stratygraficznej osadów plejstocenijskich, szczególnie starszych od zlodowacenia Wisły, było określenie pozycji stratygraficznej glin zwałowych na podstawie wyników badań petrograficznych ich frakcji żwirowej 5–10 mm i charakterystyki petrograficznej otrzymanych litotypów, zgodnie z wynikami badań uzyskanymi dla całego obszaru dorzecza Wisły (Lisicki, 2003).

Zlodowacenia południowopolskie

Do zlodowaceń południowopolskich zaliczono jedynie osady stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2.

Zlodowacenie Sanu 2

Osady zlodowacenia Sanu 2 występują na obszarze arkusza Włocławek jedynie w obrębie wysoczyzn, tworząc prawdopodobnie bardzo nieciągłą pokrywę. Przewiercono je w otworze kartograficznym 32 w Zarzeczewie Starym (przekrój geol. A–B), gdzie ich spąg zalega na wysokości 70,5 m n.p.m., a strop – na 79,0 m n.p.m. Osady tego zlodowacenia mają tu miąższość 8,5 m.

Stadiał górny

Do stadiału górnego zaliczono osady wodnolodowcowe (dwa poziomy) i gliny zwałowe.

Starsze piaski i żwiry wodnolodowcowe stwierdzono w otworze archiwalnym 31 w Zarzeczewie. Są to piaski różnoziarniste ze żwirami o miąższości do 6,0 m.

Gliny zwałowe przewiercono w otworze kartograficznym 32 w Zarzeczewie Starym na wysoczyźnie Pojezierza Dobrzyńskiego (przekrój geol. A–B). Wapniste, szare, piaszczysto-pyłowate gliny zwałowe mają miąższość 8,5 m. Średnie wartości współczynników petrograficznych¹ O/K–K/W–A/B z siedmiu próbek tych glin wynoszą 1,70–0,64–1,41 (Rychel, 2017) (tabl. I) i charakteryzują litotyp G2 (Lisicki, 2003). Żwiry północnych skał węglanowych, głównie wapieni, przeważają nad żwirami skał krystalicznych w stosunku 46 do 32%. W dwóch próbkach glin zwałowych z głębokości 12,5–22,5 m i 19,5–20,5 m są widoczne różnice składu petrograficznego frakcji żwirowej. Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B tych próbek są wyższe od pięciu pozostałych i wynoszą 2,62–0,41–2,09 oraz 1,86–0,58–1,51, co może świadczyć o tym, że pochodzą one z porwaków starszych glin zwałowych (Rychel, 2017).

Młodsze piaski wodnolodowcowe rozpoznano w otworze kartograficznym 32 w Zarzeczewie Starym, gdzie mają miąższość 1,8 m. Stwierdzono je także w otworach archiwalnych na wysoczyźnie Pojezierza Kujawskiego (otw. 85–87 – przekrój geol. A–B), gdzie ich miąższość przekracza 13,0 m (otw. 86). Są to piaski drobno- i różnoziarniste.

Interglacjał wielki

Interglacjał mazowiecki

Osady rzeczne interglacjału mazowieckiego wyróżniono w obrębie głębokich obniżen tektonicznych w ciągu rynien subglacjałnych (otw. 49–51 i 56 – przekrój geol. A–B). Są to piaski i żwiry rzeczne o znacznej miąższości 54,0 m. Na terenie arkusza Włocławek, podobnie jak na obszarze arkuszy sąsiednich Gostynin (Roman, 2011) i Lubień Kujawski SMGP (Baraniecka, 1991, 1993) nie stwierdzono biogenicznych osadów związanych z okresem interglacjału mazowieckiego. Duża głębokość dolin oraz ich miąższe wypełnienie mogą mieć związek z tzw. fazą tektoniczną mazowiecką opisaną przez Baraniecką (1981).

Zlodowacenia środkowopolskie

Seria osadów związanych z okresem zlodowaceń środkowopolskich występuje głównie w obrębie wysoczyzn polodowcowych Pojezierza Kujawskiego i Pojezierza Dobrzyńskiego, których nie sięgnęła erozja od schyłku zlodowacenia Warty, przez okres interglacjału eemskiego, do początku zlodowacenia Wisły. Rozpoznano je na podstawie analizy profili otworów wiertniczych oraz sondań mechanicznych.

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

Na obszarze arkusza Włocławek występują dwa poziomy glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich. Gliny te są rozdzielone utworami wodnolodowcowymi i zastoiskowymi. Zaliczono je do stadiału dolnego zlodowacenia Odry i stadiału dolnego zlodowacenia Warty. Podział stratygraficzny zlodowaceń środkowopolskich oparto na interpretacji paleogeograficznej i wynikach badań petrograficznych glin zwałowych (Rychel, 2017) pobranych z rdzeni otworów kartograficznych 87 w Grabówce i 32 w Zarzeczewie Starym oraz z punktów dokumentacyjnych (m.in. punkt dok. 16). Łączna miąższość utworów zlodowaceń środkowopolskich wynosi do 16,0 m w otworze 85 (przekrój geol. A–B) na wysoczyznach i do 73,0 m w Kotlinie Płockiej (otw. 76 – tabl. III). Spąg utworów kompleksu zlodowaceń środkowopolskich zalega na wysokości od 4,4 m n.p.m. do 85,0 m n.p.m. (przekrój geol. A–B, tabl. III).

Zlodowacenie Odry

Kompleks osadów zlodowacenia Odry występuje na obszarze arkusza Włocławek fragmentarycznie, głównie w jego środkowej i południowej części. Został on opisany w otworze kartograficznym 87 w Grabówce na wysoczyźnie Pojezierza Kujawskiego. Odznacza się on niewielką miąższością – do 5,8 m (przekrój geol. A–B).

Do utworów zlodowacenia Odry zaliczono gliny zwałowe i osady wodnolodowcowe. Utożsamiono je stratygraficznie ze stadiałem dolnym tego zlodowacenia.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe występują akcesorycznie w otworze kartograficznym 87 w Grabówce. Są to wapniste, szarobrazowe gliny piaszczyste, o miąższości 0,6 m. Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B tych glin obliczone dla jednej próbki osadów wynoszą: 1,36–0,89–0,92 (Rychel, 2017). Udział żwirów północnych skał węglanowych, głównie wapieni, jest zbliżony do ilości żwirów skał krystalicznych, co świadczy o znacznym zwiętrzeniu osadów. W okolicach Czernewic w punkcie dokumentacyjnym 15, oddalonym około 5 km na południowy wschód od otworu 87, stwierdzono szare gliny wapniste, o miąższości 3,0 m, które odznaczają się zbliżonym udziałem wapieni paleozoicznych (38,8%) i skał krystalicznych (39,1%) przy widocznym wkładzie skał lokalnych (6,6%). Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B z czterech próbek tych glin wynoszą 1,07–1,01–0,93 (Rychel, 2017). Przy założeniu znacznego stopnia zwiętrzenia osadów można przyjąć, że opisywane gliny charakteryzują litotyp W1 (Lisicki, 2003).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują jedynie lokalnie. W otworze 92 (na wysoczyźnie Pojezierza Kujawskiego) mają miąższość 12,0 m (przekrój geol. A–B), a w otworze 76 – 56,0 m

([tabl. III](#)). W otworze kartograficznym 87 w Grabówce ich miąższość wynosi 5,2 m, a spąg leży najwyżej na obszarze arkusza, na wysokości 77,2 m n.p.m.

Zlodowacenie Warty

Kompleks utworów zlodowacenia Warty tworzy na terenie arkusza Włocławek nieciągłą pokrywę, przy czym na wysoczyznach Pojezierza Kujawskiego i Pojezierza Dobrzyńskiego jest reprezentowany głównie przez gliny zwałowe, a w pradolinie – przez miąższe serie osadów zbiornikowych. Kompleks ten został przewiercony w otworach kartograficznych: 32, 62, 65 i 88 ([tabl. I](#)) oraz otworach 85 i 92–94 (przekrój geol. A–B), a także w otworach 68 i 69 ([tabl. III](#)).

Spąg osadów zlodowacenia Warty występuje na wysokości od 10,0 m n.p.m. (otw. 65) w pradolinie Kotliny Płockiej do 84,0 m n.p.m. (otw. 32) na wysoczyźnie Pojezierza Dobrzyńskiego. Maksymalna miąższość tych utworów wynosi około 24 m w pradolinie i około 10 m na wysoczyznach. Na obszarze arkusza wyróżniono osady zastoiskowe, wodnolodowcowe i gliny zwałowe stadiału dolnego zlodowacenia Warty.

Stadiał dolny

Iły, mułki i piaski zastoiskowe występują dość powszechnie, przy czym ich miąższość w pradolinie jest kilkakrotnie większa niż na wysoczyźnie Pojezierza Kujawskiego. Stwierdzono je w otworze kartograficznym 65 w Warząchewce Polskiej, gdzie występują bezpośrednio na utworach mioceńskich (przekrój geol. A–B, [tabl. III](#)). Seria osadów drobnopiaszczystych, ilastych i piaszczysto-mułkowych o miąższości 32,0 m została zdeponowana na warstwie bruku. W otworach archiwalnych 47–51 opisywane osady nadbudowują miąższe serie utworów interglacjału mazowieckiego, a powszechnie podścielają rzeczne serie osadów interglacjału eemskiego (m.in. w otw.: 62, 65, 68 i 69).

Gliny zwałowe zlodowacenia Warty rozpoznano jedynie na wysoczyznach w otworach kartograficznych 32 i 87. Są to wapniste, zwykle szarobrazowe gliny piaszczyste i silnie piaszczyste, brązowe i rdzawobrazowe w części stropowej. Ich miąższość wynosi od 2,1 do 5,5 m. Stwierdzono je również w punktach dokumentacyjnych: 1, 2, 3, 14 i 16 na południe od Kowala (O/K–K/W–A/B = 1,37–0,80–1,11 i O/K–K/W–A/B = 1,24–0,84–1,14) oraz w odsłonięciach w skarpie wiślanej w okolicach Kulina Nowego (O/K–K/W–A/B = 1,46–0,73–1,25 i O/K–K/W–A/B = 1,46–0,71–1,32) (Rychel, 2017). Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B glin zwałowych zlodowacenia Warty wynoszą 1,47–0,72–1,27 w Grabówce (otw. 87) oraz 1,35–0,79–1,16 w Zarzeczewie Starym (otw. 32) i charakteryzują litotyp W2 (Lisicki, 2003). Żwiry północnych skał węglanowych, głównie wapieni, przeważają nad żwirami skał krystalicznych. Gliny zwałowe zlodowacenia Warty występują bezpośrednio pod osadami zlodowacenia Wisły.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe tworzą niewielkie przewarstwienia w obrębie osadów glacialnych budujących wysoczyznę Pojezierza Kujawskiego. Mają miąższość około 3–4 m. Największy płat tych utworów występuje w południowej części obszaru arkusza w okolicach Śmiłowic (przekrój geol. A–B).

Interglacjał eemski

Piaski i żwiry rzeczne, miejscami z przewarstwieniami mułków, występują powszechnie w obrębie dna Kotliny Płockiej i mają miąższość średnio od kilku do kilkunastu metrów. Serie piaszczysto-żwirowe interglacjału eemskiego stanowią jedno z głównych ogniw wypełniających dno pradoliny Wisły. Ich miąższość miejscami przekracza 20,0 m (otw.: 62, 65 i 69 – tabl. III), a spąg zalega na wysokości 30,0 m n.p.m. Na terenie arkusza nie stwierdzono biogenicznych osadów związanych z omawianym okresem. Reperowym stanowiskiem obszaru Pojezierza Kujawskiego, w którym udokumentowano biogeniczne utwory jeziorne interglacjału eemskiego, jest stanowisko w Kaliskiej na terenie arkusza Lubień Kujawski SMGP (Baraniecka, 1991, 1993).

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Na obszarze arkusza kompleks osadów zlodowacenia Wisły tworzy ciągłą pokrywę z wyjątkiem skarp doliny Wisły i Zbiornika Włocławskiego. Został on przewiercony we wszystkich otworach kartograficznych: 32 w Zarzeczewie Starym, 62 w Mielęcinie, 65 w Warząchewce Polskiej, 77 w Przerzytce i 87 w Grabówce. Spąg osadów zlodowacenia Wisły najniżej zalega w dolinie rzeki Rakutówki w okolicach Warząchewki na wysokości około 40 m n.p.m. Najwyżej natomiast występuje w północno-wschodniej części obszaru arkusza, na wysoczyźnie Pojezierza Dobrzyńskiego, na wysokości około 95 m n.p.m. (otw. 31 i 32). Wśród utworów zlodowacenia Wisły wyróżniono utwory zastoiskowe, gliny zwałowe oraz osady: wodnolodowcowe, wytopiskowe, rzeczno-lodowcowe, peryglacialne i rzeczne, a także utwory form pozytywnych występujących na powierzchni terenu. Osady tego zlodowacenia zaliczono jedynie do jego stadiału górnego. Ich maksymalna miąższość w pradolinie sięga około 30 m. Na wysoczyznach rzadko przekracza 10,0 m.

Stadiał górny

Iły, mułki i piaski zastoiskowe są to utwory, których akumulacja odbywała się w zbiorniku utworzonym przed czołem nasuwającego się lądolodu zlodowacenia Wisły. W literaturze są określane jako osady zastoiska warszawskiego. Mają one miąższość przeważnie do około 15 m, maksymalnie około 39 m. Rozpoznano je w Kotlinie Płockiej w otworach 47–51, 56 i 66 (przekrój geol.

A–B), a także w otworach 60, 70 i 72 oraz punkcie dokumentacyjnym 11 (tabl. III). Osady zastoiskowe odsłaniają się na tarasach erozyjnych i na powierzchni terenu w skarpie wysoczyzny Pojezierza Kujawskiego na południe od Włocławka oraz w skarpie Wisły na jej północnym brzegu, a także w punktach dokumentacyjnych: 4, 5, 10 i 12, w których osiągnęły miąższość 8,2 m. Na obszarze arkusza Włocławek strop osadów zastoiskowych występuje do wysokości około 80 m n.p.m.

Gliny zwałowe tworzą główny poziom kompleksu osadów zlodowacenia Wisły, są piaszczyste, brązowe i brązowoszare, miejscami ciemnobezowe. Występują w otworach kartograficznych 87 w Grabówce i 32 w Zarzeczewie Starym (przekrój geol. A–B; tabl. I), w których osiągnęły odpowiednio miąższość 4,0 i 7,2 m. Stwierdzono je także w większości otworów hydrogeologicznych i punktów dokumentacyjnych wysoczyzn Pojezierza Kujawskiego oraz Pojezierza Dobrzyńskiego. W Grabówce (otw. 87) gliny zwałowe stadiału górnego są jasnobrązowe, piaszczyste i odznaczają się niską zawartością węgla wapnia. Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B tych glin wynoszą: 1,39–0,77–1,19 (Rychel, 2017). Inwentarz żwirów wapieni północnych i skał krystalicznych jest porównywalny (38,4 : 34,4%). W Zarzeczewie Starym (otw. 32) najmłodsze gliny zwałowe są ciemnobezowe, silnie zwietrzałe do głębokości około 2 m, a niżej szarobrązowe. Średnie wartości współczynników petrograficznych O/K–K/W–A/B tych glin wynoszą: 1,97–0,57–1,57 (Rychel, 2017) i charakteryzują litotyp B3 (Lisicki, 2003). Żwiry wapieni północnych (45,8%) dominują nad żwirami skał krystalicznych (śr. 31,2%). Gliny o zbliżonych wartościach współczynników petrograficznych stwierdzono również w punktach dokumentacyjnych 1, 3 i 16 oraz w odsłonięciach w skarpie wiślanej w rejonie Szpetala, Glewa i Zarzeczewa (Rychel, 2017). Omawiane osady leżą na glinach zwałowych zlodowacenia Warty.

Gliny zwałowe najmłodszego zlodowacenia budują wysoczyzny po obu stronach Kotliny Płockiej, na południu Pojezierza Kujawskiego i na północy Pojezierza Dobrzyńskiego.

Piaski i gliny zwałowe w spływach kemów występują jedynie w południowej części obszaru arkusza, w okolicach Czerniewic, gdzie na wyniesionych partiach wysoczyzny tworzą pagórek formy kemowej. Ich akumulacja zachodziła wśród brył martwego lodu. Miąższość ablacyjnych glin zwałowych w spływach w punkcie dokumentacyjnym 14 wynosi 6,8 m. Gliny te leżą na piaskach bardzo drobnoziarnistych i pyłowych.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe przewiercono w otworze kartograficznym 77 w Przerzytce (tabl. I, III) we wschodniej części obszaru arkusza, gdzie ich miąższość sięga 7,5 m. Są to beżowe i szarobeżowe piaski drobno- i średnioziarniste z drobnymi żwirami. W najbliższej okolicy stwierdzono je także w punkcie dokumentacyjnym 11, gdzie ich miąższość przekracza 10,0 m. Występują one na powierzchni terenu, głównie w górnych partiach wysoczyzn Pojezierza Kujawskiego i Pojezierza

Dobrzyńskiego na północ od Tulibowa. Stwierdzono je również w krawędzi południowej wysoczyzny pod Rakutowem oraz wzdłuż rynny Jeziora Wikaryjskiego i jeziora Widoń.

Piaski i mułki wytopiskowe występują lokalnie w południowej części obszaru arkusza w postaci izolowanych płatów w obniżeniach powierzchni wysoczyzny Pojezierza Kujawskiego na północ i północny zachód od Grabówki. Są to jasno-beżowe piaski pyłowate przewarstwione ciemno-beżowymi mułkami piaszczystymi.

Piaski z domieszką żwirów rzeczno-lodowcowe zajmują najwyższe partie poziomów pradolinnych w Kotlinie Płockiej w południowo-wschodniej części terenu arkusza na kontakcie z wysoczyzną i kontynuują się na terenie arkusza Gostynin (Roman, 2011). Nadbudowują one gliny zwałowe i piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Wisły przy krawędzi wysoczyzny Pojezierza Kujawskiego.

Piaski i piaski ze żwirami rzeczno-lodowcowe (pradolinne) stanowią zasadniczy budulec poziomów pradolinnych Kotliny Płockiej. Są one wykształcone w postaci piasków średnioziarnistych z domieszką żwirów oraz piasków drobnoziarnistych, miejscami z niewielką domieszką piasków pyłowatych. Ich miąższość szacowana jest nawet na około 18 m (otw. 63 i 72 – tabl. III).

Piaski i żwiry lodowcowe i peryglacjalne występują płatami na wysoczyźnie Pojezierza Kujawskiego w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, w okolicach Śmiłowic. Tworzą one pokrywy na powierzchni glin zwałowych o miąższości do 1,2 m. Są to piaski i żwiry, słabo gliniaste, które utworzyły się w końcowym etapie deglacjacji obszaru oraz piaski drobnoziarniste z pojedynczymi drobnymi żwirami, powstałe w wyniku nakładania się procesów wietrzenia w warunkach klimatu peryglacjalnego. W sąsiedztwie rzeki Lubieńki część z nich może być splukana ze stoków (przekrój geol. A–B).

Piaski i piaski ze żwirami rzeczne tarasów nadzalewowych 14,0–15,0 m n.p. rzeki występują w dolinie Wisły, w południowo-zachodniej części Włocławka i dalej w kierunku wschodnim, na południe od Modzerowa i Wistki Królewskiej. Są to dobrze przemyte piaski drobno- i średnioziarniste, miejscami z domieszką drobnych żwirów, lokalnie przewarstwione cienkimi madami w postaci mułków piaszczystych. W okolicach Włocławka spod opisywanych utworów odsłaniają się osady zastoiska warszawskiego.

Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 12,0–13,0 m n.p. rzeki zajmują powierzchnię o szerokości około 2–3 km wzdłuż lewego brzegu obecnego koryta Wisły. Są to piaski drobno- i średnioziarniste, dobrze przemyte. Od głównego poziomu pradolinnego omawiane tarasy nadzalewowe są oddzielone kilkumetrową krawędzią wzdłuż linii Włocławek–Józefowo–Telążna, słabo zaznaczającą się w morfologii terenu i zamaskowaną formami eolicznymi.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Osady czwartorzędu nierozdzielonego powstawały powszechnie u schyłku plejstocenu, gdy teren badań nie był pokryty roślinnością, oraz w holocenie – w wyniku odlesienia obszaru przez człowieka.

Piaski i gliny koluwalne (osuwiskowe) rozpoznano w krawędzi wysoczyzny morenowej po północnej stronie doliny Wisły. Na obszarze arkusza w strefie krawędzi doliny Wisły i cieków uchodzących do tej doliny wyznaczono 59 osuwisk. Wysokości skarp głównych dochodzą do około 15 m.

Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) występują dość powszechnie na glinach zwałowych zlodowacenia Wisły. Są to jasnobezowe piaski różnoziarniste z domieszką pyłów, przechodzące stopniowo w gliny zwałowe. Miąższość piasków eluwialnych nie przekracza 2,0 m.

Piaski i żwiry stożków napływowych są to głównie piaski różnoziarniste ze zmienną domieszką żwirów i pyłów. Tworzą przykrawędziowe formy o powierzchniach nachylonych ku pradolinie Wisły, poniżej krawędzi i stoków południowej wysoczyzny morenowej. Największy stożek napływowy znajduje się w rejonie Łagiewnik i ma powierzchnię około 3 km².

Piaski eoliczne są to piaski drobnoziarniste, miejscami z domieszką piasków pyłowatych, o zmiennych miąższościach. Połom tych piasków towarzyszą dobrze uformowane wydmy. Powszechnie występują na poziomach pradolinnych i młodszych tarasach nadzalewowych Wisły.

Piaski eoliczne w wydmach występują powszechnie we wschodniej i środkowej części obszaru arkusza. Tworzą głównie wydmy paraboliczne, rzadziej podłużne i lokalnie poprzeczne. Jasnobezowe piaski eoliczne są głównie drobnoziarniste, o warstwowaniu małokątowym, podkreślonym rdzawobezowymi warstewkami wzbogaconymi w związki żelaza, miejscami z warstwami żwirów ułożonych w formie bruku eolicznego z ziarnami o średnicy do 4 mm. Po wschodniej stronie Jeziora Rakutowskiego, już na obszarze arkusza Dobrzyń nad Wisłą SMGP, jest zlokalizowane stanowisko Goreń Duży. Zostało ono opracowane kompleksowo przez Urbaniak (1962) i uzupełniająco dla potrzeb tego opracowania przez Rychel i innych (2015, 2018). W profilu wydmy w Gorenium Dużym udokumentowano zmianę warunków sedymentacji osadów od fluwialnej, przez fluwio-eoliczną, do eolicznej. Materiałem źródłowym dla działalności procesów eolicznych były piaszczysto-żwirowe osady tarasów rzecznych i pradolinnych. Wyniki analizy ziaren kwarcu wskazują na dominację szybkiej depozycji nad dalekim transportem (Rychel, 2017). Erozyjna granica między seriami fluwio-eoliczną i eoliczną świadczy o etapowości procesów wydymotwórczych. Ich początek sięga starszego dryasu, co potwierdzają wyniki datowań metodą OSL wykonanych dla serii fluwio-eolicznej: $13,06 \pm 0,75$ ka oraz $13,54 \pm 0,84$ ka (Moska, 2017), co bardzo dobrze koreluje się z głównym etapem procesów wydymotwórczych w sąsiedniej Kotlinie Toruńskiej. Brak poziomów gleb kopalnych w wydmach Kotliny Płockiej nie pozwala na rekonstrukcję etapów procesów wydymotwórczych.

Ułożenie wałów wydmowych w stosunku do granic niecek jeziornych, często do nich skośne, i urywanie się tych form na brzegach niecek (np. koło Jeziora Wójtowskiego Dużego, Jeziora Wikaryjskiego i w okolicach miejscowości Goreń), świadczy o tym, że podczas formowania wydm w rynnach subglacialnych zalegały bryły martwego lodu, które wytopiały się głównie w allerødzie. Na tej podstawie można przypuszczać, że procesy eoliczne zachodziły jeszcze po ich wytopieniu, w młodszym dryasie.

Piaski i pyły deluwialne, powstałe w wyniku splukiwania osadów przez wody opadowe, mają miąższość do kilku metrów. Występują powszechnie w strefie krawędziowej pradoliny Wisły na południu, rzadziej w strefie krawędziowej doliny Wisły na północy. Lokalnie wypełniają zagłębienia wytopiskowe i małe dolinki powstałe w wyniku erozyjnej działalności cieków okresowych, rzadziej stałych.

c. Holocen

Do holocenu zaliczono osady jeziorne, rzeczne, organiczno-mineralne i bagienne.

Piaski, mułki i łył jeziorne występują na dużych obszarach wokół Jeziora Rakutowskiego i dalej ku zachodowi oraz na południe od Włocławka, poniżej skarpy wysoczyzny. Jedyne na terenie wokół jeziora ich miąższość przekracza 2,0 m. Mineralne osady jeziorne zawierają domieszkę substancji humusowej lub szczątki roślinne. Omawiane utwory występują również w otoczeniu małych jezior, m.in. w północnej części tarasów pradolinnych, a także na tarasach nadzalewowych Wisły. Leżą one na glinach zwałowych zlodowacenia Wisły, osadach rzeczno-lodowcowych i rzecznych tarasów nadzalewowych Wisły. Podścielają one gytie i torfy.

Piaski, mułki i łył (mady) rzeczne tarasów zalewowych 1,0–5,0 m n.p. rzeki zajmują niewielkie powierzchnie w dolinie Wisły przy jej korycie i przy brzegu Zbiornika Włocławskiego, gdzie tworzą tarasy zalewowe starsze. Osady tych tarasów w dolinie Wisły występują w postaci łąch piaszczystych, a na obszarze Zbiornika Włocławskiego, razem z większością utworów tarasów zalewowych młodszych, są całkowicie zalane jego wodami. Piaski rzeczne mają różną granulację, miejscami zawierają domieszkę frakcji żwirowej i przewarstwienia mad, zwykle w postaci mułków piaszczystych, rzadziej ilastych. Osady te zawierają zmienną domieszkę substancji organicznej w postaci humusu.

Piaski rzeczne den dolinnych wypełniają dolinę Lubieńki w zachodniej części obszaru arkusza, miejscami doliny Olszewa i Rakutowki, a także małych cieków uchodzących do Kanału Zuzanki. Osady te zawierają domieszkę szczątków roślinnych.

Piaski humusowe i namuły den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych oraz namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych występują w równoleżnikowym

obniżeniu zajęty obecnie przez rzekę Olszew wzdłuż odcinka Bogusławice–Czerniewice w południowo-wschodniej części analizowanego obszaru. Obniżenie to oddziela zasadniczą (zerodowaną i zdenudowaną) część wysoczyzny w północno-zachodniej części terenu arkusza od jej wyniesienia w jego części południowo-wschodniej. W czasie recesji lądolodu ostatniego zlodowacenia była to jedna z dolin marginalnych wód roztopowych związanej z postojem lądolodu w czasie jego etapowej transgresji na omawiany obszar (Roman, 2007).

Gytie, głównie wapienne i detrytusowe, lokalnie wypełniają małe gytiewiska oraz misę Jeziora Rakutowskiego, gdzie w pasie okalającym gytiewisko od południa leżą one pod torfami, a dalej na południe gytie o miąższości ponad 1,0 m występują już na utworach rzecznych tarasów nadzalewowych.

Torfy tworzyły się w całym holocenie i powstają do dzisiaj w miejscach, w których są zachowane w miarę naturalne warunki wodne. Występują zarówno na bardziej rozległych obszarach torfowisk, jak i w małych zagłębieniach bezodpływowych. Są to głównie torfy niskie. Największe torfowisko, o powierzchni około 1,5 km², zbudowane z torfów o miąższości do 2,0 m, znajduje się na tarasach nadzalewowych Wisły w północno-wschodniej części terenu arkusza.

Bardzo ciekawą budowę ma niewielkie torfowisko, które powstało w zagłębieniu bezodpływowym, prawdopodobnie po lodzie gruntowym albo bryle martwego lodu, na obszarze tarasów pradolinnych na południe od Włocławka, między linią kolejową a drogą Włocławek–Kowal (stanowisko Warząchewka). W dnie torfowiska wykonano sondowanie mechaniczne (punkt dok. 6) o głębokości 6,0 m. Na jego podstawie uzyskano profil: 0,0–2,3 m – torfy silnie rozłożone, brunatne; 2,3–2,5 m – gytie detrytusowe, ciemnobrunatne; 2,5–3,2 m – torfy dobrze rozłożone, czarnobrunatne; 3,2–3,9 m – gytie detrytusowe, czarne; 3,9–6,0 m – piaski drobnoziarniste, jeziorne. Badaniom palinologicznym (Hrynowiecka, 2017) i makroszczątków (Krześlak, 2017) poddano 22 próbki osadów, co pozwoliło na prześledzenie rozwoju roślinności w zbiorniku i jego otoczeniu oraz określenie wieku, w którym zagłębienie było wypełniane osadami jeziornymi i bagiennymi. Wyniki analizy pyłkowej z Warząchewki wskazują na holocenijski wiek badanych osadów (Hrynowiecka, 2017). Dolne gytie były akumulowane w fazie preborealnej, w czasie panowania luźnych lasów sosnowo-brzozowych i w fazie borealnej, gdy znaczny udział w drzewostanie miały leszczyna, wiąz i dąb. Dolne torfy i dolna część górnych gytii tworzyły się w fazie atlantyckiej, w czasie panowania lasów dębowo-wiązowo-jesionowych z liczną leszczyną i lipą. Środkowa część górnych gytii była akumulowana w fazie subborealnej, w otoczeniu lasów dębowo-sosnowych z nieliczną leszczyną. Górna część górnych gytii i górne torfy powstały w fazie subatlantyckiej holocenu, w czasie panowania lasów grabowo-sosnowych, z dużym udziałem roślin zielnych, w tym roślin wskaźnikowych charakteryzujących działalność człowieka, np. zbóż.

B. TEKTONIKA I RZEŹBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Na większości obszaru arkusza Włocławek powierzchnia podczwartorzędowa jest dość urozmaicona (tabl. IV). Wznosi się ona na wysokość ponad 100,0 m n.p.m. w południowej części omawianego terenu i lokalnie ponad 80,0 m n.p.m. w jego krańcu północno-wschodnim. W części środkowej obszaru badań powierzchnia ta obniża się miejscami do wysokości poniżej 10,0 m n.p.m., a w rowach tektonicznych lokalnie osiąga wysokość poniżej 40,0 i 60,0 m p.p.m. (tabl. IV). Maksymalna deniwelacja podłoża czwartorzędu wynosi około 170 m.

W obrazie stropu utworów starszych od plejstocenu są widoczne dwie strefy tektoniczne w postaci uskoków i rowów tektonicznych o kierunku z północnego zachodu na południowy wschód, czyli zgodnie z przebiegiem wału kujawsko-pomorskiego. Strefy te występują pod ciągami jezior polodowcowych. W strefie południowej zrzuty miejscami osiągają wartość ponad 50,0 m. Na północny zachód od Jeziora Wikaryjskiego, w dnie rowu tektonicznego, spod utworów miocenu środkowego lokalnie odsłaniają się skały dolnokredowe (przekrój geol. A–B). W strefie północnej wartości zrzutów przekraczają miejscami 30,0 m, a w części wschodniej spod utworów miocenu środkowego odsłaniają się utwory oligocenu dolnego. Strefy tektoniczne powstały prawdopodobnie na przelomie miocenu środkowego i górnego, a zostały odnowione w fazie tektonicznej mazowieckiej (Baraniecka, 1981).

W południowej części obszaru arkusza powierzchnię podczwartorzędową tworzą głównie utwory miocenu górnego (iły pstre), w północnej części pasy wychodni utworów miocenu górnego rozdzielają osady miocenu środkowego (piaski, mułki, iły i węgiel brunatny). Utwory oligocenu dolnego, jak wspomniano o tym wyżej, odsłaniają się w północnym rowie tektonicznym oraz miejscami w zachodniej części obszaru arkusza. Niewielka wychodnia skał dolnokredowych znajduje się w rowie południowym (przy drodze Włocławek–Kowal), a dwie lokalne wychodnie skał górnourajskich występują w północno-zachodnim krańcu obszaru arkusza (w zachodniej i południowej części Włocławka).

W 2015 r. dla obszaru arkusza Włocławek wykonano analizę półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego (Rosowiecka, 2015). Na jej podstawie stwierdzono, że obraz anomalii Bougera jest zaburzony przy zachodniej części omawianego terenu, co zaznacza się w postaci ujemnej anomalii lokalnej, której źródłem może być poduszka solna (Dadlez i in., 1998).

Poza obszarami stref tektonicznych powierzchnia podczwartorzędowa jest dość urozmaicona morfologicznie. Prawdopodobnie część tego zróżnicowania jest wynikiem glacitektonicznego zaburzenia utworów neogeńskich, co zostało przedstawione na schemacie łusek glacitektonicznych w rejonie Dobrzynia nad Wisłą (Roman, Żuk, 2015 za: Skompski, 1995). Powierzchnia utworów

neogeńskich była również modelowana na skutek procesów egzaracyjnych oraz erozyjnych – głównie na obszarze pradolinny Kotliny Płockiej.

Utwory neogeńskie zostały silnie zaburzone glacitektonicznie w rejonie północnej krawędzi doliny Wisły, głównie w jej części wschodniej, i przy południowej krawędzi doliny na wysokości Włocławka. Zaburzenia te można obserwować w klifach w okolicach Kuzek, gdzie występują łuski glacitektoniczne i fałdy obalone widoczne do wysokości około 10 m nad poziomem lustra wody w Zbiorniku Włocławskim (Roman, Żuk, 2015). Interpretacja przestrzenna ułożenia tych form wskazuje na nacisk lądolodu z kierunku NNE na SSW, co przeczy schematowi powstawania zaburzeń w myśl glacitektoniki krawędziowej Brykczyńskiego (1982). Przedstawione zaburzenia glacitektoniczne powstały przed interglacjałem mazowieckim, prawdopodobnie w czasie zlodowaceń południowopolskich (Roman, Żuk, 2015). W otworze kartograficznym 32 w Zarzeczewie Starym (przekrój geol. A–B) gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 leżą ścinająco na zaburzonych iłach pstrych, co może świadczyć o tym, że zaburzenia te powstały prawdopodobnie w czasie zlodowacenia Sanu 1 lud Nidy.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

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

W późnej jurze w spływającym się morskim zbiorniku epikontynentalnym tworzyły się wapienie. Pod koniec jury zbiornik ten przekształcił się z morza otwartego w mały zbiornik zamknięty, w którym tworzyła się facja purbecka i powstawały osady brakiczne (Dadlez, Marek, 1969, 1983). Osady tej facji (iłowce, mułowce, piaskowce, wapienie oraz gipsy) były akumulowane również na początku wczesnej kredy (Dąbrowska, 1973; Marek i in., 1973). Na podstawie litologii skał facji purbeckiej trudno jest określić, które z nich należą jeszcze do jury górnej, a które już do kredy dolnej, więc na obszarze arkusza Włocławek zaliczono je do tej ostatniej. Po zakończeniu sedymentacji omawianej facji rozpoczęły się ingresje morskie, które zapoczątkowały transgresję morza dolnokredowego. Doprowadziło to do stopniowego wzrostu akumulacji węglanowej, głównie w późnej kredzie. W północnym krańcu obszaru arkusza, jedynie w otworze 31 (przekrój geol. A–B), stwierdzono margle górnokredowe o miąższości ponad 13,5 m, które zachowały się lokalnie na północno-wschodnich skłonach wału kujawsko-pomorskiego. Młodsze skały dolnokredowe, jak i górnokredowe, w rejonie Włocławka i okolic występują bardzo rzadko, ponieważ na obszarze wału zostały one zniszczone w paleogenie, na skutek kolejnych faz pionowych ruchów tektonicznych związanych z orogenezą alpejską.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Stratygrafia				Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne
System	Oddział	Piętro	Podpiętro		
C z w a r t o r z e n	H o l o c e n			<p>Torfy — tQ_h</p> <p>Gytie — gyQ_h</p> <p>Namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych — nQ_h</p> <p>Piaski humusowe i namuły den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — ph^fQ_h</p> <p>Piaski rzeczne den dolinnych — p^fQ_h</p> <p>Piaski, mułki i ropy (mady) rzeczne tarasów zalewowych 1,0–5,0 m n.p. rzeki — pm^fQ_h</p> <p>Piaski, mułki i ropy jeziorne — pm^liQ_h</p>	<p>Akumulacja bagienna</p> <p>Akumulacja jeziorna</p> <p>Akumulacja mineralno-organiczna w dolinach rzecznych i zagłębieniach po martwym lodzie</p> <p>Akumulacja mineralno-organiczna w dolinach rzecznych i zagłębieniach okresowo przepływowych</p> <p>Erozja i akumulacja rzeczna</p> <p>Erozja i akumulacja rzeczna w dolinie Wisły – powstanie dwóch tarasów zalewowych</p> <p>Akumulacja jeziorna</p> <p>Całkowite wytopienie zagrzebanych brył martwego lodu</p>
				<p>Piaski i pyły deluwialne — p^dQ</p> <p>Piaski eoliczne w wydmach — $p^eQ^{(w)}$</p> <p>Piaski eoliczne — p^eQ</p> <p>Piaski i żwiry stożków napływowych — pz^sQ</p> <p>Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) — p^zQ</p> <p>Piaski i gliny koluwalne — pg^kQ</p>	<p>Zmywanie osadów ze zboczy i ich akumulacja u podnóża krawędzi lub w obniżeniach</p> <p>Formowanie wydm parabolicznych, podłużnych i poprzecznych</p> <p>Rozwiewanie osadów wodnolodowcowych i rzeczno-lodowcowych, krótki transport eoliczny i akumulacja</p> <p>Krótki transport wodny i akumulacja osadów głównie u podnóża skarpy pradoliny Wisły</p> <p>Wietrzenie mechaniczne, wymywanie frakcji ilowej i pyłowej oraz odprowadzanie wodorotlenków Al i Fe</p> <p>Ruchy masowe – osuwiskowe przy krawędzi doliny Wisły</p>
	P l e j s t o c e n	Z l o d o w a c i a p ó ł n o c n o p o l s k i e	Z l o d o 	<p>Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 12,0–13,0 m n.p. rzeki — $p^fQ_{p^4}^{B3(II)}$</p> <p>Piaski i piaski ze żwirami rzeczne tarasów nadzalewowych 14,0–15,0 m n.p. rzeki — $p^fQ_{p^4}^{B3(II)}$</p> <p>Piaski i żwiry lodowcowe i peryglacialne — $pgg^pQ_{p^4}^{B3}$</p> <p>Piaski i piaski ze żwirami rzeczno-lodowcowe (pradolinne) — $ppz^fgQ_{p^4}^{B3}$</p> <p>Piaski z domieszką żwirów rzeczno-lodowcowe — $pz^fgQ_{p^4}^{B3}$</p> <p>Piaski i mułki wytopiskowe — $pm^bQ_{p^4}^{B3}$</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $pz^fgQ_{p^4}^{B3}$</p> <p>Piaski i gliny zwałowe w splywach kemów — $pgzw^kQ_{p^4}^{B3}$</p>	<p>Erozja i akumulacja rzeczna w dolinie Wisły – powstanie tarasów nadzalewowych</p> <p>Erozja i akumulacja rzeczna w dolinie Wisły – powstanie tarasów nadzalewowych</p> <p>Dalsze topnienie brył martwego lodu</p> <p>Wytopianie osadów z brył martwego lodu w warunkach klimatu peryglacialnego</p> <p>Erozja i akumulacja w pradolinie (częściowo na bryłach martwego lodu) – powstanie niższych tarasów pradolinnych</p> <p>Erozja i akumulacja w pradolinie (częściowo na bryłach martwego lodu) – powstanie wyższych tarasów pradolinnych</p> <p>Lokalna akumulacja wytopiskowa</p> <p>Topnienie brył martwego lodu</p> <p>Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe na obszarze wysoczyzn morenowych (częściowo na bryłach martwego lodu), również w obniżeniach rynnowych (obecnie na tarasach pradolinnych)</p> <p>Rozpad łądolodu na bryły martwego lodu</p> <p>Lokalna akumulacja osadów w rozpadlinach i przetainach lodowych</p>

C z w a r t o r z ę d	P l e j s t o c e n	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły	Stadiał górny	Gliny zwałowe — $g_{gzw}Q_{p^4}^{B3}$ Hy, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{im}Q_{p^4}^{B3}$	Akumulacja lodowcowa pod stopą lądolodu Utworzenie rynien subglacialnych w obrębie rowów tektonicznych w osadach neogeńskich i kenozoicznych Postój czoła lądolodu w czasie jego maksymalnego zasięgu Wkroczenie lądolodu na osady zastoiskowe Akumulacja osadów w zastoisku warszawskim utworzonym u czoła transgredującego lądolodu Transgresja lądolodu i egzaracja lodowcowa		
		Interglacjał eemski				Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż}Q_{p^{3-4}}$	Akumulacja rzeczna w dolinie Prawisły Erozja rzeczna w dolinie Prawisły – niszczenie osadów zlodowaceń środkowopolskich	
		Zlodowacenia środkowopolskie	Zlodowacenie Warty	Stadiał dolny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $f_{g_{pż}}Q_{p^3}^{W1}$ Gliny zwałowe — $g_{gzw}Q_{p^3}^{W1}$ Hy, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{im}Q_{p^3}^{W1}$	Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe przed czołem topniejącego lądolodu Recesja lądolodu Rozpad lądolodu na bryły martwego lodu Akumulacja lodowcowa pod stopą lądolodu Egzaracja lodowcowa Akumulacja w peryglacialnych zbiornikach zastoiskowych (transgresyjnych) Transgresja lądolodu		
			Zlodowacenie Odry	Stadiał dolny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $f_{g_{pż}}Q_{p^3}^{O1}$ Gliny zwałowe — $g_{gzw}Q_{p^3}^{O1}$	Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe przed czołem topniejącego lądolodu Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Egzaracja lodowcowa Transgresja lądolodu		
		Interglacjał wielki	Interglacjał mazowiecki			Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż}Q_{p^{2-3}}^M$	Akumulacja rzeczna w dolinie Prawisły, głównie w obrębie obniż (rowów) tektonicznych utworzonych w osadach neogeńskich i kenozoicznych Erozja rzeczna w dolinie Prawisły – niszczenie osadów zlodowaceń południowopolskich Odnowienie tektoniczne uskoku	
		Zlodowacenia południowopolskie	Zlodowacenie Sanu 2	Stadiał górny	Piaski wodnolodowcowe — $f_{g_p}Q_{p^2}^{G3}$ Gliny zwałowe — $g_{gzw}Q_{p^2}^{G3}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $f_{g_{pż}}Q_{p^2}^{G3}$	Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe przed czołem topniejącego lądolodu Recesja lądolodu Akumulacja lodowcowa Dalsza transgresja lądolodu i egzaracja lodowcowa Erozja i akumulacja osadów przez wody roztopowe przed czołem nasuwającego się lądolodu Transgresja lądolodu		
			Zlodowacenie Sanu 1 i Nidy			Intensywne niszczenie osadów zlodowaceń południowopolskich, głównie w czasie interglacjałów i interstadiałów Zaburzenia glacialitektoniczne utworów neogenu w czasie transgresji lądolodów		
		N e o g e n	M i o c e n	Miocen górny			Hy pstre, miejscami piaski — $ipeM_3$	Spłynięcie wód jeziorzyska Akumulacja lądowa w jeziorzysku, miejscami przepływowym Powstanie jeziorzyska
				Miocen środkowy			Piaski, mułki, ility i węgiel brunatny — $pmiwbM_2$	Pionowe ruchy tektoniczne – tworzenie się uskoku i rowów tektonicznych Akumulacja rzeczna i bagienna Erozja rzeczna – częściowe niszczenie osadów oligocenu

Paleogen	Oligocen	Oligocen dolny		Piaski i mułki oraz węgiel brunatny — pmwbr ^{Ol} ₁	Akumulacja lagunowa Niszczanie osadów eocenu i paleocenu Regresja morska Pionowe ruchy tektoniczne orogenezy alpejskiej
	Paleocen+ eocen				Niszczanie osadów kredy górnej w czasie regresji morskich
Kreda	Kreda górna			Margle i wapień — me ^{Cr} ₃	Węglanowo-terygeniczna i węglanowa akumulacja głębokomorska Transgresja morska
	Kreda dolna			Iłowce, mułowce, piaskowce, wapień piaszczyste i wapień pyłowe oraz gipsy — icm ^{Cr} ₁	Akumulacja, głównie terygeniczna, w morskim zbiorniku epikontynentalnym o zmieniającej się głębokości Transgresja morska
Jura	Jura górna			Wapień — w ^J ₃	Akumulacja węglanowa w spływającym się morskim zbiorniku epikontynentalnym

We wczesnym oligocenie nastąpiła regresja epikontynentalnego morza eoceńskiego, co doprowadziło do całkowitego zniszczenia utworów paleoceńskich i eoceńskich. W płytkich lagunach były akumulowane osady z pyłami brunatnowęglowymi i glaukonitem, a w lądowych bagniskach – osady torfowe, później przekształcone w węgiel brunatny. U schyłku paleogenu i w neogenie dominowały procesy lądowe.

W miocenie środkowym, w warunkach lądowych były akumulowane piaski rzeczne oraz torfy, później przekształcone w węgiel brunatny. Pod koniec miocenu środkowego miały miejsce pionowe ruchy tektoniczne, które spowodowały utworzenie uskoku i rowów tektonicznych. W późnym mioce nie utworzyło się słodkowodne jeziorzysko, w którym odbywała się akumulacja ilów pstrych, miejscami piasków z substancją brunatnowęglową. Pod koniec tego okresu jeziorzysko przestało istnieć.

W plejstocenie na omawiany obszar, przed zlodowaceniami środkowopolskimi, lądolód skandynawski nasunął się co najmniej sześć razy, jednak lokalnie zachowały się jedynie osady stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2. Osady starszych epizodów glacialnych tworzyły prawdopodobnie cienkie warstwy i zostały całkowicie zniszczone w czasie okresów międzylodowcowych zlodowaceń południowopolskich oraz w dużym stopniu w interglacjale mazowieckim i okresach cieplejszych po tym interglacjale. Nasuwające się z północy lądolody zlodowaceń Nidy lub Sanu 1 spiętrzyły glaci-tektonicznie utwory neogenu (miocenu środkowego i górnego). Przed czołem nasuwającego się lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Sanu 2 lokalnie były akumulowane osady wodnolodowcowe. Z lądolodu wytopiły się gliny zwałowe, a przed jego topniejącym czołem osadziły się piaski wodnolodowcowe.

W interglacjale mazowieckim, w czasie fazy tektonicznej mazowieckiej, w utworach neogeńskich i górnopaleogeńskich zostały odnowione uskoki i rowy tektoniczne. Dna tych rowów przemodelowały erozyjnie wody rzeczne Prawisły. Wody te zniszczyły również osady starszych zlodowaceń w obrębie

istniejącej już w tym czasie szerokiej formy dolinnej. Następnie doszło do akumulacji osadów rzecznych w kilku cyklach sedymentacyjnych.

Transgredujący z północy lądolód stadiału dolnego zlodowacenia Odry złożył jeden poziom glin zwałowych, a w czasie deglacjacji obszaru wody roztopowe zakumulowały osady wodnolodowcowe.

Nasuwający się lądolód stadiału dolnego zlodowacenia Warty pozostawił po sobie osady zastoiskowe. Po wytopieniu glin zwałowych powstały osady wodnolodowcowe.

W interglacjale eemskim na obszarze obecnej pradoliny Wisły w wyniku erozji rzecznej tworzyły się rozległe koryta rzeczne, wypełniane następnie, głównie pod koniec tego interglacjału, aluwiami Prawisły.

Około 25 tys. lat temu lądolód stadiału górnego zlodowacenia Wisły nasunął się na obszar Polski i około 22–20 tys. lat temu dotarł w okolice Równiny Inowrocławskiej (na zachód od Kotliny Płockiej), gdzie jego czoło zatrzymało się w czasie fazy leszczyńskiej (Roman, 2007). W dolinie Prawisły i jej otoczeniu, przed czołem lądolodu powstało zastoisko warszawskie, a jego wody odpływały na zachód doliną Bachorzy i dalej na południe w kierunku pradoliny warszawsko-berlińskiej (Molewski, 2014).

Podczas fazy poznańskiej około 19–18 tys. lat temu, doszło do nasunięcia lądolodu na obszar obecnej Kotliny Płockiej i otaczających ją wysoczyzn Pojezierza Kujawskiego i Pojezierza Dobrzyńskiego. Na terenie Kotliny Płockiej lądolód poruszał się po ilasto-mułkowo-piaszczystych osadach zastoiskowych w kierunku południowo-wschodnim, a na terenie wysoczyzn zmienił ten kierunek na południowy. Może o tym świadczyć orientacja subglacialnych rynien jeziornych w kotlinie i na wysoczyznach.

Czoło lądolodu zlodowacenia Wisły osiągnęło swój maksymalny zasięg w Kotlinie Płockiej około 18 tys. lat temu. Zatrzymało się ono przy północnej granicy Wysoczyzny Włodawskiej i Równiny Kutnowskiej, a na północny wschód od Wisły – przy granicy Wysoczyzny Płońskiej. W okolicach Kotliny Płockiej czoło lądolodu uformowało się w odległości około 35 km na południe od brzegów Wisły we Włocławku, w rejonie Lubienia Kujawskiego, na południe od Gostynina i w okolicach Gębina, a w dolinie Wisły – około 10 km na południowy wschód od Płocka (Rychel i in., 2014). Szybkość transgresji lądolodu na obszarze Kotliny Płockiej została obliczona na około 400 m/rok. W czasie maksymalnego zasięgu grubość lądolodu wynosiła od około 150 m w części wschodniej kotliny do ponad 300 m w jej części zachodniej (Roman, 2007). Najmłodszy lądolód zlodowacenia Wisły złożył w Kotlinie Płockiej i jej okolicach jeden poziom glin zwałowych.

Po etapie deglacjacji frontalnej, na początku okresu deglacjacji arealnej, od około 17,8 do 17,0 tys. lat temu, w lądolodzie stagnującym, w okolicach Czerniewic utworzyły się głębokie rozpadliny

i płytsze przetainy, w których były akumulowane osady przyszłego kemu. Dalsza deglacjacja doprowadziła do rozpadu lądolodu na rozległe płyty i później na bryły martwego lodu. Między tymi bryłami i na ich powierzchni były akumulowane osady wodnolodowcowe, również w obrębie obecnej pradolinie Wisły w rynnach subglacialnych. W czasie zaawansowanej deglacjacji na obszarze wysoczyzny morenowej lokalnie tworzyły się małe zbiorniki wytopiskowe.

Podczas fazy pomorskiej, około 17 tys. lat temu, czoło lądolodu uformowało się daleko na północ od terenu Kotliny Płockiej. Do około 15 tys. lat temu bryły martwego lodu dalej się topiły. Na obszarze wysoczyzny polodowcowej, w miejscu wytopienia się tych brył, powstały zbiorniki jeziorne, a w Kotlinie Płockiej – pojedyncze bryły lodowe zostały częściowo przykryte pradolinnymi piaskami i piaskami ze żwirami. Osady te były akumulowane przez wody rzeczno-lodowcowe Prawisły, które płynęły w kierunku zachodnim i północno-zachodnim, częściowo pochodzące z topniejących brył martwego lodu. Osady pradolinne, które występują niemal na całym obszarze Kotliny Płockiej, utworzyły pięć poziomów rzeczno-lodowcowych (pradolinnych) (Skompski, 1969). Na mapie geologicznej wyróżniono dwa poziomy: wyższy – łącki i niższy – połączone poziomy: lipianecki, goreński, karolewski i kosinowski (nazwy poziomów pochodzą z obszaru wschodniej części Kotliny Płockiej; Skompski, 1969). W czasie tworzenia się osadów rzeczno-lodowcowych w zachodniej części wysoczyzny lokalnie były wytapiane z resztek brył martwego lodu piaski i żwiry lodowcowe, a w klimacie pustyni lodowej – piaszczysto-żwirowe osady peryglacialne.

Pod koniec plejstocenu przepływ wód rzeczno-lodowcowych znacznie się zmniejszył, a wody Prawisły utworzyły dolinę, w której osady rzeczne budują obecne tarasy nadzalewowe (starszy erozyjny i młodszy akumulacyjny).

Na przełomie plejstocenu i holocenu przy północnej krawędzi doliny Wisły zaczęły tworzyć się osady koluwalne osuwisk. Osady zwietrzelinowe powstały na glinach zwałowych zlodowacenia Wisły głównie pod koniec plejstocenu oraz na przełomie plejstocenu i holocenu. W tym czasie utwory stożków napływowych powstawały u podnóża krawędzi stoków południowej wysoczyzny morenowej. Procesy eoliczne zachodziły przede wszystkim na rozległych poziomach rzeczno-lodowcowych. Pierwsze fazy eoliczne na omawianym terenie miały miejsce już w najstarszym dryasie. Wówczas to w warunkach klimatu peryglacialnego, przy obecności wieloletniej zmarzliny, w wyniku transportu eolicznego z zachodu tworzyły się równiny piasków przewianych. Główny okres wydmostwórczy w Kotlinie Płockiej przypadł jednak na starszy dryas. Procesy eoliczne odbywały się również w młodszy dryasie. W warunkach tundry krzewinkowej, przy mniejszym zasięgu wieloletniej zmarzliny, co sprzyjało większej dostępności materiału piaszczystego do wywiewania, powstawały duże formy wydmostwowe, w tym tworzące zwykle wielkie pola złożone z wydmostw parabolicznych, poprzecznych i nieregularnych. Procesy wydmostwórcze odbywały się również na początku holocenu.

Przez cały okres późnego plejstocenu i w pierwszej części holocenu w obniżeniach terenu i u podnóży skarp były akumulowane utwory deluwialne. Osadzały się one zarówno w erozyjnych formach negatywnych, jak i w formach powstałych po wytopieniu brył martwego lodu z czasu zlodowacenia Wisły.

Holocen rozpoczął się 11,7 tys. lat temu. Obszar tundry przekształcił się w fazie preborealnej w lasotundrę, a następnie w fazie borealnej w tajgę (lasy iglaste). Na analizowanym obszarze największe Jezioro Rakutowskie ma charakter wytopiskowy. Powstało ono w południowo-wschodniej części terenu arkusza Włocławek i pierwotnie w obrębie tego obszaru miało powierzchnię około 16 km². Jego największy zasięg wyznaczają osady jeziorne, które wypełniły również dużą formę jeziorną znajdującą się na południe od Włocławka. Osady jeziorne były i są akumulowane również w mniejszych jeziorach i obniżeniach terenu w obrębie pradoliny Wisły. W wyniku mineralnej i mineralno-organicznej akumulacji jeziornej zmniejszył się zasięg największych zbiorników jeziornych albo zbiorniki te przestały istnieć. Procesy wypełniania mis jeziornych gytiami, a następnie torfami, doprowadziły do zaniku małych zbiorników wodnych. W dolinie Wisły tworzyły się rzeczne osady tarasów zalewowych. Osady rzeczne były również akumulowane w mniejszych ciekach, np. w dolinach Lubieńki, Olszewa i Rakutówki. Zagłębienia bezodpływowe, jak i małe dolinki, były wypełniane osadami mineralno-organicznymi. W fazie atlantyckiej (najcieplejszym okresie holocenu) powierzchnię Kotliny Płockiej i obszarów przyległych porastały głównie lasy liściaste. Po ochłodzeniu klimatu, na początku fazy subborealnej, środowiska leśne przekształciły się w lasy mieszane i iglaste, które są również charakterystyczne dla fazy subatlantyckiej. Akumulacja jeziorna, rzeczna, deluwialna i bagienna trwa do dzisiaj.

IV. PODSUMOWANIE

Analiza profili otworów kartograficznych i punktów dokumentacyjnych oraz profili otworów archiwalnych, a także wyników badań palinologicznych (Słodkowska, 2017) i obserwacji uzyskanych w wyniku kartowania geologicznego, pozwoliły na wyróżnienie w osadach starszych od plejstocenu utworów jury górnej, kredy dolnej, kredy górnej, oligocenu dolnego oraz miocenu środkowego (formacja brunatnowęglowa) i miocenu górnego (formacja pstrych ilów płomienistych). Wiek utworów oligocenu dolnego i miocenu środkowego określono na podstawie wyników badań palinologicznych (Słodkowska, 2017).

Iły pstre płomieniste zaliczono do miocenu górnego (podobnie jak na zreambulowanym arkuszu Gąbin – Lisicki, Nizicka, 2017). We wcześniejszych opracowaniach (Mojski, 1961, 1970) utwory te zakwalifikowano do pliocenu. Analiza wyników badań petrograficznych glin zwałowych pobranych

z otworów wiertniczych umożliwiła stratygraficzne rozpozniowanie tych glin i zaliczenie ich do odpowiednich litotypów stratygraficznych. Na terenie arkusza występują jedynie cztery poziomy glin zwałowych należące do zlodowaceń: Sanu 2, Odry, Warty i Wisły. Współczynniki petrograficzne glin zwałowych i procentowa zawartość występujących w nich żwirów są zgodne z danymi otrzymanymi wcześniej dla odpowiednich glin całego dorzecza Wisły (Lisicki, 2003). Występowanie mineralnych osadów rzecznych interglacjałów mazowieckiego i eemskiego stwierdzono głównie na obszarze pradoliny i doliny Wisły.

W ramach reambulacji wykonano szczegółowy model budowy podłoża osadów czwartorzędowych (tabl. IV) i szkic geomorfologiczny obszaru arkusza (tabl. II), różniące się zasadniczo od wcześniej skonstruowanych (Mojski, 1970).

Na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. IV) przedstawiono strefy tektoniczne utworzone przez uskoki i rowy tektoniczne, a genezę ciągów jezior powiązano z mało czytelnymi morfologicznie rynnami subglacialnymi utworzonymi w obrębie tych stref tektonicznych. Ciągi jezior leżą w Kotlinie Płockiej w rynnach wyznaczających kierunek nasuwania się lądolodu zlodowacenia Wisły (Roman, 2010). Na obszarze arkusza Włocławek kierunek ten jest uwarunkowany również obecnością w podłożu czwartorzędu stref tektonicznych powstałych w neogenie, których kierunek jest zgodny z osią wału kujawsko-pomorskiego.

W czasie prac reambulacyjnych prześledzono również kolejność tworzenia się form geomorfologicznych, w nawiązaniu do schematu tworzenia się form w obrębie Gostynińskio-Włocławskiego Parku Krajobrazowego (Rychel i in., 2014). Przystudiowano także granice głównych powierzchni piaszczysto-żwirowych w obrębie pradoliny i doliny Wisły: wyższych i niższych tarasów pradolinnych oraz wyższych i niższych tarasów nadzalewowych, a także tarasów zalewowych.

W otworach kartograficznych zlokalizowanych na obszarze pradoliny Wisły, mimo założeń projektowych (Lisicki, Morawski, 2013), nie nawiercono organicznych osadów interglacju mazowieckiego oraz glin zwałowych.

Warszawa, 2017 r.

LITERATURA

- Babiński Z., 2002 — Wpływ zapór na procesy korytowe rzek aluwialnych. Wyd. Akad. Byd. im. Kazimierza Wielkiego. Bydgoszcz.
- Baraniecka M.D., 1975 — Zależności wykształcenia osadów czwartorzędowych od struktur i dynamiki podłoża w środkowej części Niżu Polskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 288.
- Baraniecka M.D., 1979 — Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Płock. Inst. Geol., Warszawa.

- Baraniecka M.D., 1980 — Geneza elementów wklęsłych powierzchni podłoża czwartorzędu na obszarze wału kujawskiego i niecki warszawskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 322.
- Baraniecka M.D., 1981 — Fazy małopolska, kujawska i mazowiecka jako fazy tektoniczne w czwartorzędzie Polski. 3. Sympozjum: Współczesne i geotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Wrocław.
- Baraniecka M.D., 1991 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski (480). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski (480). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., Skompski S., 1978a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Płock., wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M.D., Skompski S., 1978b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Płock., wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Borówko-Dłużakowa Z., 1958 — Stratygrafia tarasów Wisły pomiędzy Gostyninem a Włocławkiem w świetle badań palinologicznych. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- Borówko-Dłużakowa Z., 1961 — Badania palinologiczne torfowisk na lewym brzegu Wisły między Gąbinem, Gostyninem a Włocławkiem. *Biul. Inst. Geol.*, 169.
- Brykczyński M., 1982 — Glacitektonika krawędziowa w Kotlinie Warszawskiej i Kotlinie Płockiej. *Pr. Muz. Ziemi*, **35**.
- Brzeziński M., 2008a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Płock, wyd. A (reambulacja). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2008b — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Płock, wyd. B (reambulacja). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2008c — Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Płock (reambulacja). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2013 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Izbica Kujawska (479). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2014 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Izbica Kujawska (479). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2015a — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Brześć Kujawski (441). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Brzeziński M., 2015b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Brześć Kujawski (441). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Bujakowska K., Ziomek D., Hrybowicz G., 2002 — Mapa Geologiczno-Gospodarcza Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Nizżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **14**, 4.
- Ciuk E., 1987 — Węgiel brunatny. W: Budowa geologiczna Polski. **6**. Złoża surowców mineralnych. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Iwanow A., Leszczyński K., Marek S., 1998 — Mapa strukturalna spągu kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Dadlez R., Marek S., 1969 — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Nizżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **13**, 3.
- Dadlez R., Marek S., 1983 — Kompleks cechsztyńsko-mezozoiczny. W: Budowa geologiczna niecki warszawskiej (płockiej) i jej podłoża. *Pr. Inst. Geol.*, **103**.
- Dąbrowska Z., 1973 — Jura. Paleogeografia. Obszar pozakarpacki (bez Sudetów). Jura górna. W: (Sokołowski S., red.) Budowa geologiczna Polski. **1**. Stratygrafia. 2. Mezozoik. Inst. Geol., Warszawa.

- Domońska-Baraniecka M.D., 1965 — Stratygrafia czwartorzędu okolic Chodcza na Kujawach. *Biul. Inst. Geol.*, 187.
- Gierszewski P., 2015 — Stanowisko 6 – Włocławek – Stopień wodny we Włocławku. W: (Kordowski J., Lamparski P., Lisicki S., Roman M., red.) Plejstocen Kotliny Płockiej oraz postglacjalna transformacja jej rzeźby. 22. Konf. Nauk.-Szkol. Stratygrafia plejstocenu Polski. Gołaszewo, 31 sierpnia–4 września 2015 r.
- Habel M., 2013 — Dynamics of the Vistula River Channel deformations downstream of Włocławek Reservoir. Kazimierz Wielki University, Bydgoszcz.
- Hrynowiecka A., 2017 — Orzeczenie palinologiczne dla stanowiska Warząchewka. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Jagodzińska B., 1969 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat: Włocławek-Rumunki. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1965 — Flora interglacjału eemskiego w Kaliskiej koło Chodcza na Kujawach. *Biul. Inst. Geol.*, 187.
- Jańczak J. (red.), 1997 — Atlas jezior Polski. 2. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań.
- Jeziorski J., 1990a — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Bobrowniki (402). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jeziorski J., 1990b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bobrowniki (402). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jeziorski J., 1991 — Warciańska sekwencja glacialna w okolicach Nieszawy. *Prz. Geol.*, 39, 2.
- Jeziorski J., 1992 — Osady jeziorne interglacjału ferdynandowskiego w Kotlinie Toruńskiej. *Kwart. Geol.*, 36, 2.
- Kondracki J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kotarbiński J., Urbaniak-Biernacka U., 1975 — Kierunki odpływu wód z Kotliny Płockiej podczas ostatniego zlodowacenia. *Czas. Geogr.*, 46, 1.
- Krześlak I., 2017 — Analiza makroszczątków roślinnych ze stanowiska Warząchewka. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Lamparski Z., 1981a — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Tłuchowo (404). Inst. Geol., Warszawa.
- Lamparski Z., 1981b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Tłuchowo (404). Inst. Geol., Warszawa.
- Lamparski Z., 1987 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Fabianki (403). Inst. Geol., Warszawa.
- Lamparski Z., 1989 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Fabianki (403). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Lencewicz S., 1922 — O wieku środkowego Powiśla. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 3.
- Lencewicz S., 1924 — O podłożu dyluwium w okolicach Płocka. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 8.
- Lencewicz S., 1926 — Czwartorzędowe ruchy epejrogeniczne i zmiany w sieci rzecznej środkowej Polski. *Prz. Geogr.*, 6.
- Lencewicz S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 2.
- Lencewicz S., 1929 — Jeziora Gostynińskie. *Prz. Geogr.*, 9.
- Lencewicz S., 1936 — Mapa Geologiczna Kotliny Płockiej 1:200 000. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 2, 2.
- Lewiński J., Samsonowicz J., 1918 — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Nizy północno-europejskiego. *Pr. Tow. Nauk. Warsz.*, 31.
- Lisicki S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 177.
- Lisicki S., Morawski M., 2013 — Projekt robót geologicznych. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442) – reambulacja. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

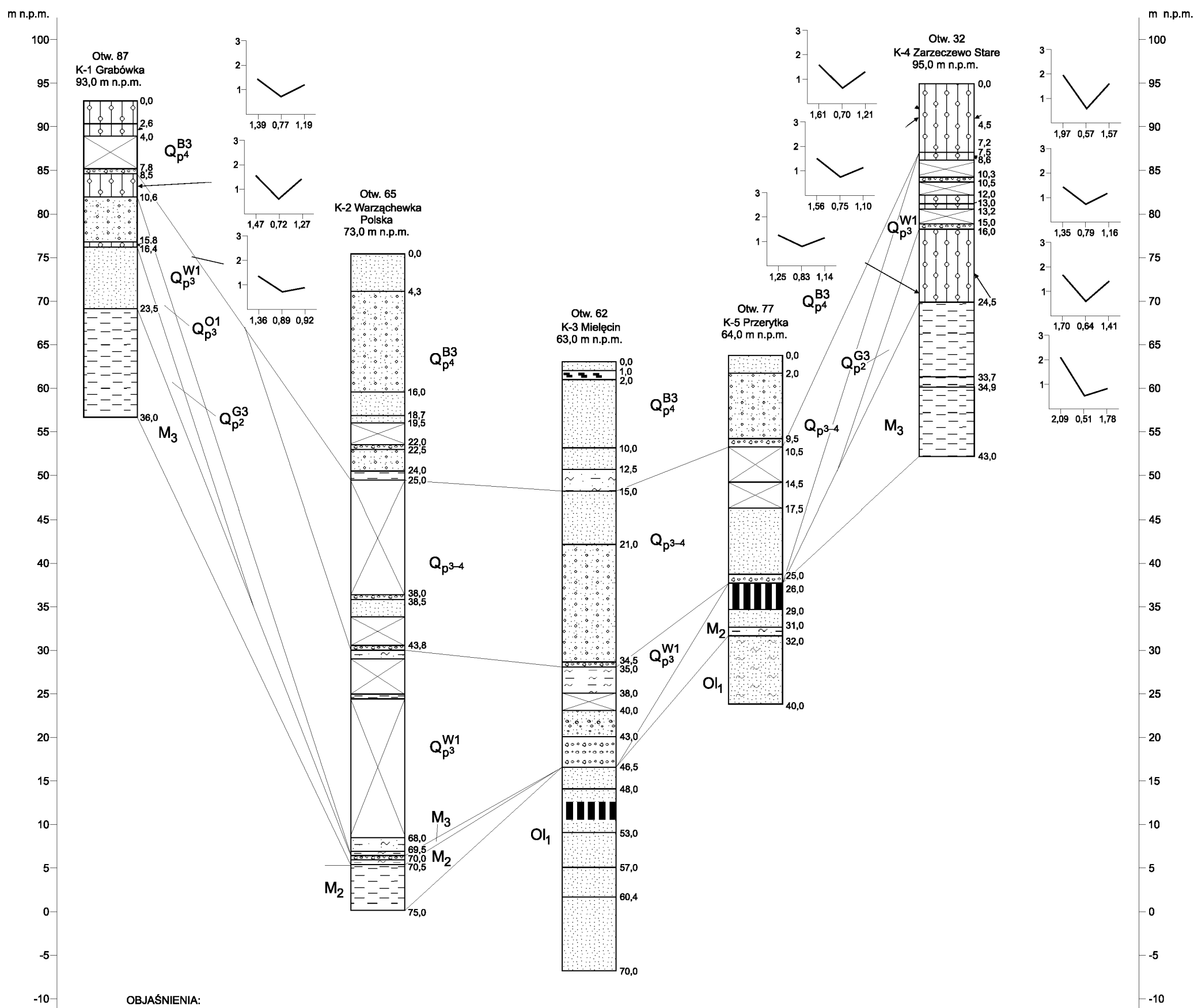
- Lisicki S., Nizicka D., 2017 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Gąbin (482) wraz z Objasneniami. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Łyczewska J., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Łyczewska J., 1959 — Utwory trzeciorzędu Kujaw wschodnich. *Biul. Inst. Geol.*, 130.
- Łyczewska J., 1960 — Uwagi na temat czwartorzędu Kujaw wschodnich. *Biul. Inst. Geol.*, 150.
- Łyczewska J., Pożaryski W., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Płock, wyd. B. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., Skompski S., 1966 — Przekrój geologiczny przez dolinę Wisły w okolicy Dobrzykowa. *Prz. Geol.*, **14**, 5.
- Małek M., 2013 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Fabianki (403) wraz z Objasneniami (reambulacja). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Marek S., 1963 — Mapa geologiczna parantyklinorium kujawskiego (część północno-zachodnia) bez osadów czwartorzędowych i trzeciorzędu, z podaniem ważniejszych profilów otworów wiertniczych, które osiągnęły podłoże trzeciorzędu. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Marek S., 1968 — Zarys stratygrafii kredy dolnej niecki brzeźnej. *Kwart. Geol.*, **12**, 2.
- Marek S., 1969 — Zarys stratygrafii kredy dolnej Kujaw. *Kwart. Geol.*, **13**, 1.
- Marek S., Raczyńska A., Cieśliński S., 1973 — Kreda. Ogólna charakterystyka geologiczna i podstawy stratygrafii. Kreda dolna. W: (Sokołowski S., red.) Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 2. Mezozoik. Inst. Geol., Warszawa.
- Marek S., Znosko J., 1972 — Tektonika Kujaw. *Kwart. Geol.*, **16**, 1.
- Mojski J.E., 1966 — Schyłek plejstocenu w zachodniej części Kotliny Płockiej. *Kwart. Geol.*, **4**, 4.
- Mojski J.E., 1969 — Stratygrafia zlodowacenia północnopolskiego na obszarze Nizżu Polskiego i wyżyn środkowopolskich. *Biul. Inst. Geol.*, 220.
- Mojski J.E., 1961 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442). Inst. Geol., Warszawa.
- Mojski J.E., 1970 — Objasnenia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442). Inst. Geol., Warszawa.
- Molewski P., 2007 — Neotektoniczne i glacydynamiczne uwarunkowania wykształcenia plejstocenu Wysoczyzny Kujawskiej. Wyd. Nauk. UMK, Toruń.
- Molewski P., 2014 — Paleogeograficzne uwarunkowania odpływu wód z zastoiska warszawskiego doliną Bachorzy i pradoliną warszawsko-berlińską w czasie stadiału głównego zlodowacenia Wisły. *Landform Analysis*, **25**.
- Moska P., 2017 — Datowanie luminescencyjne metodą OSL 111 próbek osadów czwartorzędowych dla potrzeb reambulacji SMGP. Politechnika Śląska w Gliwicach. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Pietrenko W., 1961 — Kształtowanie się wału kujawsko-pomorskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 172.
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Nizżu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11.
- Pożaryski W., 1952 — Podłoże mezozoiczne Kujaw. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 55.
- Pożaryski W., 1964 — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Nizżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **8**, 1.
- Pożaryski W., 1974 — Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. W: Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika. 1. Inst. Geol., Warszawa.
- Prawosławlew P., 1905 — Z badań nad osadami lodowcowymi północnej części Państwa Polskiego. *Kosmos*, **31**.
- Ptak B., 2007 — Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442), plansza B. Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]

- Ptak B., Bliźniuk A., Bojakowska I., Kwecko P., Wojciechowska K., Wołkowiec S., 2007 — Objąsnienia do Mapy Geośrodowiskowej Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Roman M., 2007 — Rekonstrukcja kierunku ruchu lądolodu lobu wisły w obszarze Pojezierza Kujawskiego i Kotliny Płockiej. W: (Turkowska K., red.) Vistuliańskie etapy ewolucji rzeźby środkowej Polski. *Acta Geogr. Lodz.*, **93**.
- Roman M., 2010 — Rekonstrukcja lobu płockiego w czasie ostatniego zlodowacenia. *Acta Geogr. Lodz.*, **96**.
- Roman M., 2011 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Gostynin (481). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Roman M., 2012 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Gostynin (481). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Roman M., Żuk R., 2015 — Stanowisko 8 – Kuzki. Problem glacictektoniki krawędziowej w Kotlinie Płockiej. W: Plejstocen Kotliny Płockiej oraz postglacialna transformacja jej rzeźby. 22. Konf. Nauk.-Szkol. Stratygrafia plejstocenu Polski. Gołaszewo, 31 sierpnia–4 września 2015 r.
- Rosowiecka O., 2015 — Analiza półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego dla ark. Włocławek (442) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Rutkowski F., 1914 — Spostrzeżenia z dyluwium okolic Gostynina. *Spraw. Tow. Nauk. War.*, **7**.
- Rychel J., 2017 — Badania litologiczne osadów czwartorzędowych dla potrzeb reambulacji Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Włocławek (442). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Rychel J., Błaszkiwicz M., Brykała D., Gierszewski P., Lisicki S., Roman M., Tyszkowski S., 2014 — Mapa geologiczno-turystyczna Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego 1:60 000. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- Rychel J., Woronko B., Karasiewicz M.T., Błaszkiwicz M., 2015 — Stanowisko 4 – Goreń : wydma w Goreniu Dużym – przykład formy eolicznej w Kotlinie Płockiej. W: Plejstocen Kotliny Płockiej oraz postglacialna transformacja jej rzeźby. 22. Konf. Nauk.-Szkol. Stratygrafia plejstocenu Polski. Gołaszewo, 31 sierpnia–4 września 2015 r.
- Rychel J., Woronko B., Błaszkiwicz M., Karasiewicz T.M., 2018 — Aeolian processes records within last glacial limit areas based on the Płock Basin case (Central Poland). *Bull. of the Geol. Soc. of Finland*, **90**, 1–2.
- Samsonowicz J., 1922 — Zastoiska lodowcowe nad górną i środkową Wisłą. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **1**.
- Sipiński L., 1993 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Grabkowo–Unisławice–Rakutowo, gm. Kowal. Urząd Gminy Kowal.
- Skompski S., 1961 — Sytuacja geologiczna niektórych torfowisk na lewym brzegu Wisły między Gąbinem, Gostyninem i Włocławkiem. *Biul. Inst. Geol.*, 169.
- Skompski S., 1963 — Ozy Kotliny Płockiej. *Prz. Geogr.*, **35**, 3.
- Skompski S., 1969 — Stratygrafia osadów czwartorzędowych wschodniej części Kotliny Płockiej. *Biul. Inst. Geol.*, 220.
- Skompski S., 1971 — Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Dobrzyń nad Wisłą (443). Inst. Geol., Warszawa.
- Skompski S., 1972 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dobrzyń nad Wisłą (443). Inst. Geol., Warszawa.
- Skompski S., 1995 — Stop 10: The Vistula River bank in Dobrzyń – glaciotectionic discurbances. W: (Schirmer W., red.) Quaternary field trips in Centra Europe. 1. Regional field trips. 14. INQUA Congress. Berlin, Germany.
- Słodkowska B., 2017 — Badania palinologiczne osadów podłoża czwartorzędu na ark. Włocławek (442) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 w profilach: Mielęcın K-3 i Przerzytka K-4. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.

- Stankiewicz A., Banaś A., Lupa M., 1975 — Dokumentacja badań geofizycznych – elektrooporowych wykonanych na terenie województwa wrocławskiego. Rejon 1 – Wrocław–Kowal. Rejon 2 – Lubraniec–Chodecz. Rejon 3 – Bobrowniki. Rejon 4 – Lipno. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Stenzel I., Cygan A., 1972 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Wrocław-Rumunki (reinterpretacja). Przes. Hydrogeol., Gdańsk.
- Urbaniak U., 1962 — Struktura wydmy w Gorenium Dużym. *Prz. Geogr.*, **34**, 4.
- Urbaniak U., 1967 — Wydmy Kotliny Płockiej. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, **61**.
- Urbaniak-Biernacka U., 1976 — Badania wydym środkowej Polski z wykorzystaniem metod statystycznych. *Pr. Nauk. PW, Geodezja*, **17**.
- Wanic J., Schlegel J., 1966 — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Wrocław (obiekt G-3980). Urząd Miasta Wrocław.
- Wiśniewski E., 2000 — Zagadnienie kanału ulgi z jeziora zaporowego w Kotlinie Warszawskiej podczas fazy leszczyńskiej. W: (Andrzejewski L., Molewski P., Wysota W., red.) Dorobek i pozycja polskiej geomorfologii u progu XXI wieku. 5. Zjazd Geomorfologów Polskich. 11–14 września, Toruń.
- Wiśniewski E., 2005 — Problem drogi odpływu wód z jeziora zaporowego w Kotlinie Warszawskiej podczas fazy leszczyńskiej. *Ślupskie Pr. Geogr.*, **2**.
- Wiśniewski E., Andrzejewski L., 1994 — The problem of the Warsaw ice-dammed lake drainage through the Warsaw-Berlin Pradolina at the last ice-sheet maximum. *Z. Geomorph. N.F., Suppl.*-Bd., 95.
- Żuk R., 2018a — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Tłuchowo (404). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Żuk R., 2018b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Tłuchowo (404). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa. [dokument elektroniczny]

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Włocławek (442)

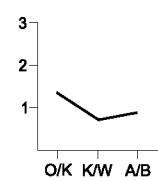
**ZESTAWIENIE OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP
(KARTOGRAFICZNYCH)**



OBJAŚNIENIA:

- Żwiry
- Piaski i żwiry
- Piaski
- Piaski i mułki
- Iły, mułki i piaski
- Iły i mułki
- Iły
- Gliny zwałowe
- Torfy
- Węgiel brunatny

- Q_{p4}^{B3} – stadiał górny zlodowacenia Wisły
- Q_{p3-4} – interglacjał eemski
- Q_{p3}^{W1} – stadiał dolny zlodowacenia Warty
- Q_{p3}^{O1} – stadiał dolny zlodowacenia Odry
- Q_{p2}^{G3} – stadiał górny zlodowacenia Sanu 2
- M_3 – miocen górny
- M_2 – miocen środkowy
- O_1 – oligocen dolny



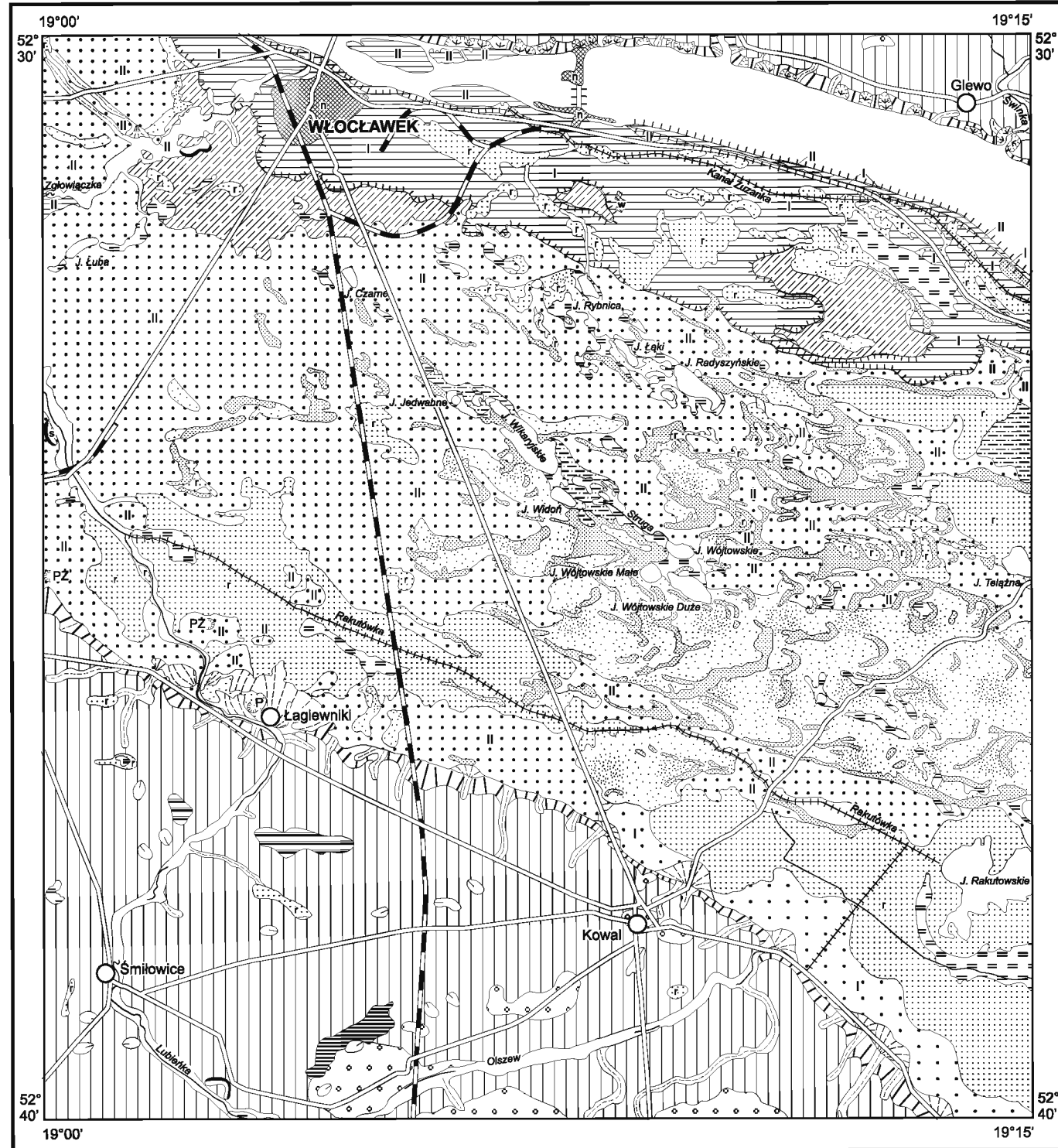
Wykresy wartości współczynników petrograficznych (O/K, K/W, A/B), obliczone dla żwirów o średnicy 5–10 mm, uzyskanych z glin zwałowych (wartości średnie)

Opracowali: J. RYCHEL, S. LISICKI

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Włocławek (442)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

Wysoczyzna morenowa płaska

Formy wodnolodowcowe

- Równiny wodnolodowcowe
- Równiny zastoisowe (obszary zastoisowe)
- Kemy
- Tarasy pradolinne akumulacyjne
- Tarasy pradolinne erozyjne
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych
- Tarasy erozyjne
- Starorzecza:
a. świeże (zawodnione), b. suche
- Krawędzie i stoki: a. wysoczyzny, b. tarasów
- Młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności
- Dolinki zawieszane i ponownie rozcięte

Formy denudacyjne

- Osuwiska
- Stożki napływowe

Formy jeziorne

- Równiny jeziorne (stare dna jezior itp.)

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Wały przeciwpowodziowe i tamy
- Kanały
- Piaskownie-żwirownie (PŻ), piaskownie (P)
- Nasypy (n), wysypiska odpadów komunalnych (w)

Opracowali: J. RYCHEL, S. LISICKI



PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D

Skala pionowa 1:1000

C

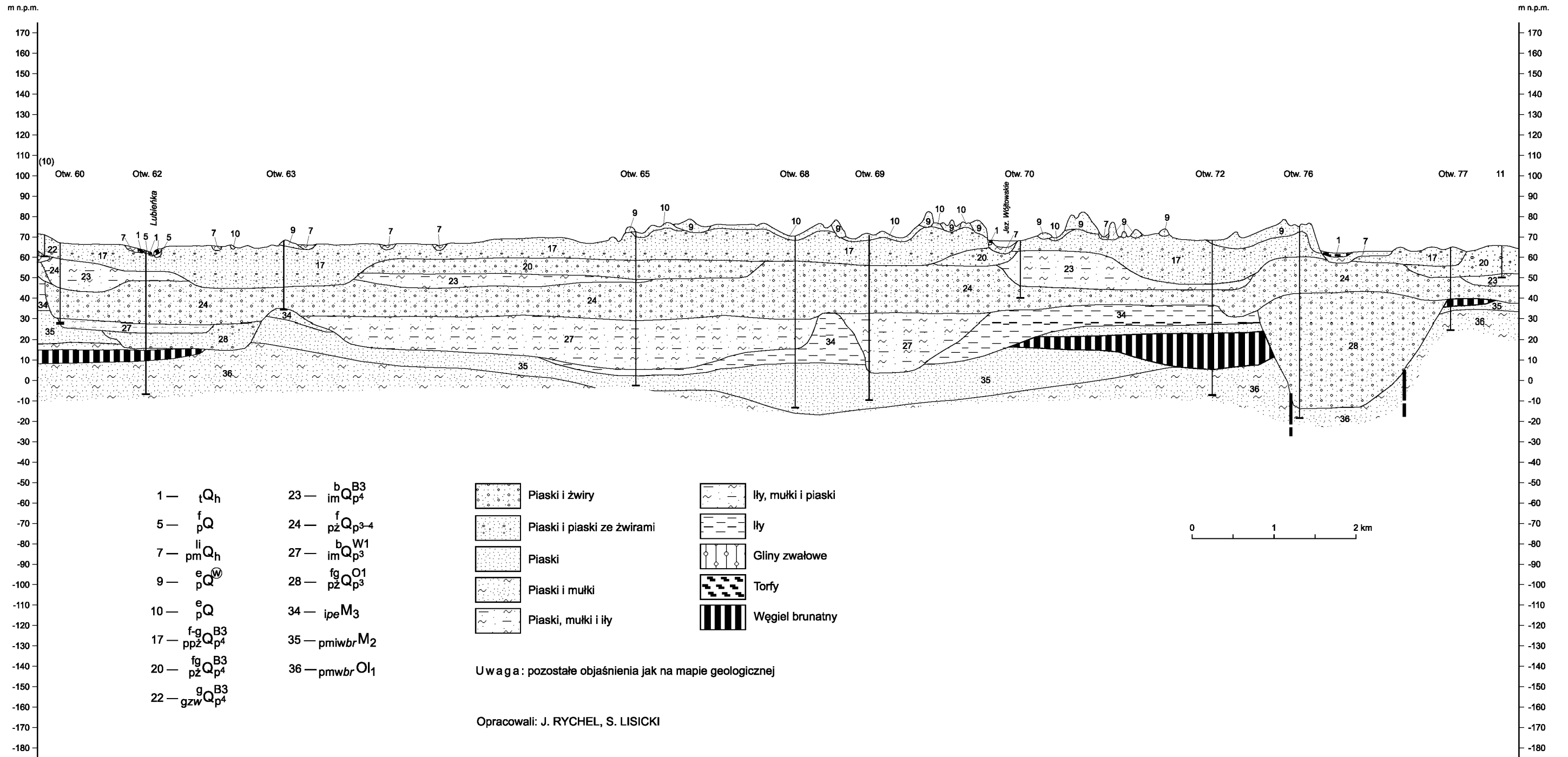
D

W M i c h e l i n

W a r z ą c h e w k a P o l s k a

P r z e r y t k a

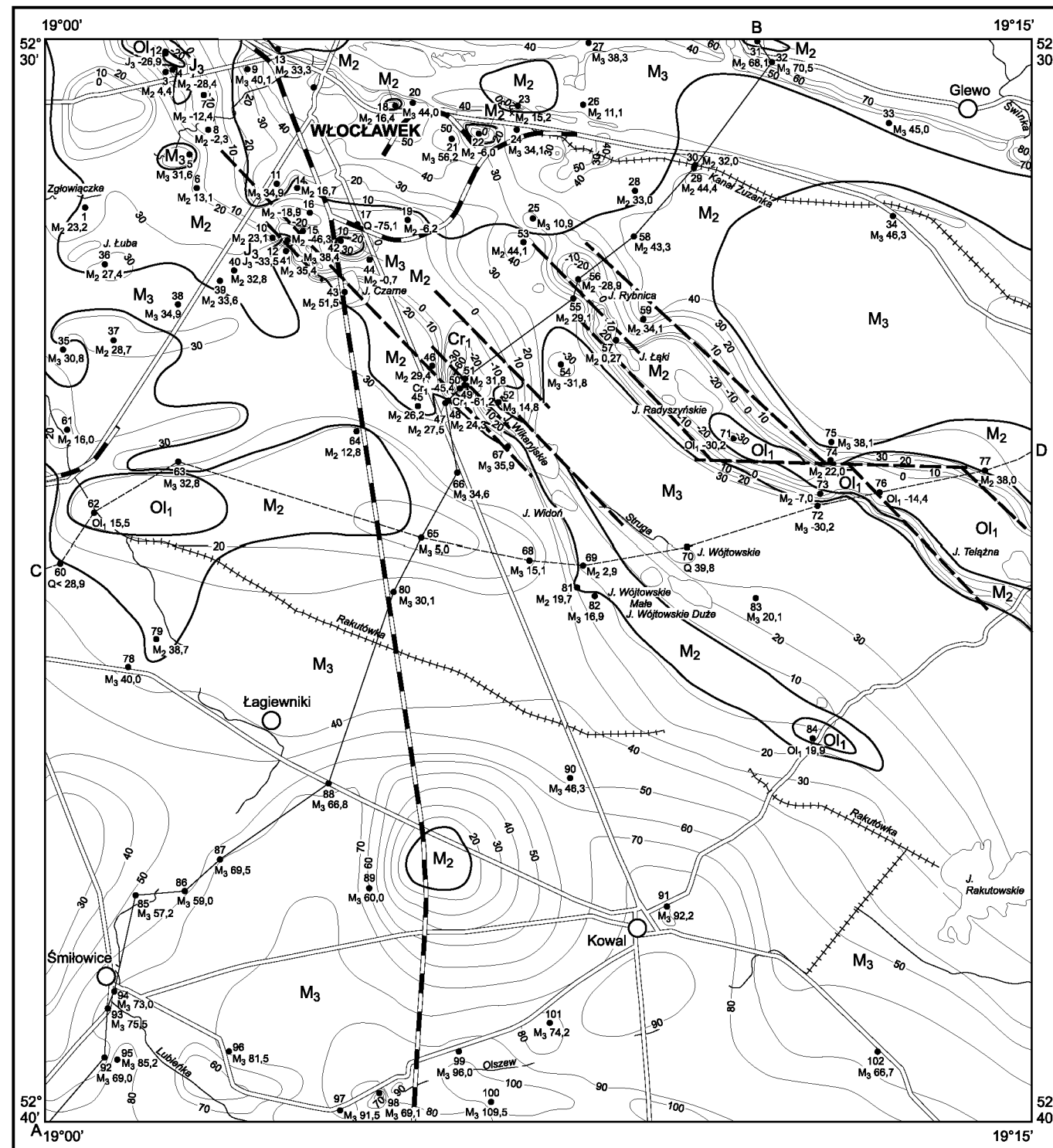
E



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Włocławek (442)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



NEOGEN	MIOCEN	M ₃	Iły pstrę, miejscami piaski	Miocen górny
		M ₂	Piaski, mułki i iły oraz węgiel brunatny	Miocen środkowy
PALEOGEN	OLIGOCEN	Ol ₁	Piaski i mułki oraz węgiel brunatny	Oligocen dolny
KREDA	KREDA DOLNA	Cr ₁	łłowce, mułowce, piaskowce, wapienie piaszczyste i wapienie płytowate oraz gipsy	
JURA	JURA GÓRNA	J ₃	Wapienie	

Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q – czwartorzęd; liczba – wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędna zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)

— Granice geologiczne

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

A—B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej

C—D Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

--- Uskoki przypuszczalne

Opracowali: J. RYCHEL, S. LISICKI

