



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

WITOLD RABEK, AGATA MŁYŃCZAK

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — A. BER
Koordynator regionu wschodniego Pomorza, Warmii i Mazur — W. MORAWSKI

**OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI**

1 : 50 000

Arkusz Malbork (93)

(z 1 tab. i 4 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



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

WARSZAWA 2007

Autorzy: Witold RABEK, Agata MŁYŃCZAK

Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne Sp. z o.o.

ul. Szafarnia 4, 80-755 Gdańsk

Redakcja merytoryczna: Kamila JANUS

Państwowy Instytut Geologiczny

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Tadeusz M. PERYT

ISBN 978-83-7372-999-5

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	7
III. Budowa geologiczna	10
A. Stratygrafia.	10
1. Kreda	10
a. Kreda górna	10
Mastrycht	10
Mastrycht górny	10
2. Paleogen	11
a. Paleocen.	11
b. Eocen	11
Eocen górny	11
c. Oligocen.	11
3. Neogen	12
a. Miocen	12
4. Czwartorzęd	12
a. Plejstocen	12
Zlodowacenia najstarsze	13
Zlodowacenie Narwi	13
Stadiał dolny	13
Stadiał górny	13
Interglacjał augustowski	14
Zlodowacenia południowopolskie	15
Zlodowacenie Nidy.	15

Zlodowacenie Sanu 1	16
Zlodowacenie Sanu 2	17
Interglacjał wielki	18
Interglacjał mazowiecki	18
Zlodowacenia środkowopolskie	19
Zlodowacenie Odry	19
Interglacjał lubawski	19
Zlodowacenie Warty	20
Interglacjał eemski	21
Zlodowacenia północnopolskie	21
Zlodowacenie Wisły	22
Stadiał środkowy	22
Stadiał górny	22
b. Czwartorzęd nierozdzielony	23
c. Holocen	23
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	25
C. Rozwój budowy geologicznej	26
IV. Podsumowanie	29
Literatura	30

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

Tablica III — Przekrój geologiczny C–D

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

I. WSTĘP

Obszar arkusza Malbork (93) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 jest położony w północnej Polsce, we wschodniej części województwa pomorskiego i częściowo w zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego. Jego granice wyznaczają współrzędne: 19°00'–19°15' długości geograficznej wschodniej oraz 54°00'–54°10' szerokości geograficznej północnej. Powierzchnia badanego terenu wynosi około 304 km².

Arkusz Malbork został wykonany w Przedsiębiorstwie Hydrogeologicznym Sp. z o.o. w Gdańsku, na podstawie „Projektu badań geologicznych” zatwierdzonego decyzją Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (DG/kok/AO/489-NY-29/99) z dnia 24.09.1999 r.

Zdjęcie geologiczne obszaru arkusza zostało wykonane w latach 2000–2002. W terenowych pracach kartograficznych udział brali: W. Rabek, A. Młyńczak i W. Warchoń. Opisano: 558 sond ręcznych o głębokości do 3,0 m (łącznie metraż około 1674 m), 42 sondy mechaniczne WH-1 o głębokości do 10,0 m (łącznie metraż około 400 m) oraz dwa odsłonięcia naturalne. W czasie prac wykorzystano archiwalne dokumentacje złożowe (piaski, żwiry) zawierające profile płytkich otworów wiertniczych oraz dokumentacje badań geoelektrycznych wykonanych w celu rozpoznania hydrogeologicznego.

W ramach realizacji arkusza Malbork zostały wykonane („Geofizyka Toruń” Sp. z o.o.) trzy wiercenia badawcze (kartograficzne): Świerki (otw. 6) o głębokości 96,5 m, Malbork (otw. 41) o głębokości 91,5 m oraz Stare Pole (otw. 34) o głębokości 160,0 m. Wykorzystano także profile 256 otworów archiwalnych, głównie studziennych, pochodzące z Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego, ze spisu Materiałów Archiwum Wierceń (arkusz Gdańsk), z Banku HYDRO oraz z Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Olsztynie. Na mapie geologicznej zlokalizowano 70 wierceń, w większości przebijających kompleks utworów czwartorzędowych.

Częścią składową arkusza Malbork jest opracowanie specjalne przygotowane przez spółkę „Petrograf” (Fert i in., 2001), zawierające wyniki analiz: uziarnienia, składu petrograficznego żwirów,

składu minerałów ciężkich, stopnia obtoczenia ziarn kwarcu i zawartości węglanu wapnia. Dodatkowo specjaliści z Państwowego Instytutu Geologicznego wykonali ekspertyzę mikropaleontologiczną dwudziestu próbek pobranych z otworów kartograficznych 6 i 34 (Giel, 2002) oraz badania paleomagnetyczne na 53 próbkach pobranych z wiercenia 41 (Nawrocki, 2002).

Niniejsze opracowanie jest kompleksowym i szczegółowym ujęciem budowy geologicznej południowej części Żuław Wiślanych i północnej części Pojezierza Iławskiego. Do 1979 r. syntezę kartograficzną tego obszaru stanowiły mapy geologiczne w skali 1:100 000, zestawione na potrzeby arkusza Gdańsk Przeglądowej mapy geologicznej Polski w skali 1:300 000 (Pazdro, 1953; Różycki, 1948). W latach 1978 i 1979 wydano arkusz Elbląg Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Makowska, 1978a, b, 1979). W sąsiedztwie arkusza Malbork wykonano dotychczas następujące arkusze Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000: Gniew (Wrotek, 1985, 1986), Nowy Dwór Gdański (Mojski, 1987a, 1990a), Drewnica (Mojski, 1987b, 1990b), Tczew (Mojski, 1987c, 1988), Elbląg Północ (Makowska, 1988, 1991), Sztum (Rabek, 1988, 1990), Elbląg Południe (Makowska, 1994) oraz Dzierzgoń (Szałamacha, 2006).

Wyniki badań formacji przedkenozoicznych na obszarze arkusza i na terenach przyległych przedstawione zostały w syntetycznym opracowaniu: „Synekliza perybałtycka”, wydanym pod redakcją Tyskiego (1969), oraz w pracach Kotańskiego (1977, 1997), Motyl-Rakowskiej i Schoeneich (1970), a także w opracowaniach Pożaryskiego (1964) oraz Pożaryskiego i Karnkowskiego (1992).

Wyniki badań podłoża czwartorzędu na obszarze Polski, obejmujące stratygrafię i rozprzestrzenienie osadów paleogenu i neogenu, przedstawili w swych pracach: Areń (1964), Ciuk (1966), Nowicki (1965), Marks (1988) oraz Piwocki i Ziemińska-Tworzydło (1997). Stratygrafia i paleogeografia osadów czwartorzędu Polski była przedmiotem syntetycznych opracowań: Rühlego (1955), Rühlego i Mojskiego (1968), Makowskiej (1984, 1986), Mojskiego i Rühlego (1965), Marksa (1991, 2002), Galona (1968a, b), Galona i Roszkówny (1961, 1967) oraz Wysoty (2002).

Zagadnienia geomorfologiczne, w ujęciu syntetycznym, omówione zostały, m.in. dla niniejszego obszaru, w pracach: Kondrackiego (2002), Pachuckiego (1961), Roszkówny (1955) oraz Galona (1968a, 1972).

Badania surowcowe na obszarze omawianego arkusza prowadzone były tylko w rejonie Malborka, dotyczyły kruszywa naturalnego. W niniejszym opracowaniu nie zamieszczono zestawienia dokumentacji geologiczno-inżynierskich, obszary tych badań nie mieszczą się w skali mapy. Otwory wiertnicze z tych dokumentacji zostały jednak wykorzystane na potrzeby arkusza.

Poza arkuszem Mapy grawimetrycznej Polski w skali 1:200 000 (1983) na badanym obszarze wykonano pięć szczegółowych opracowań geofizycznych.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Zgodnie z przyjętym podziałem Polski na jednostki fizycznogeograficzne Kondrackiego (2002) opisywany obszar znajduje się w obrębie Żuław Wiślanych i Pojezierza Iławskiego. Obejmuje fragment delty Wisły oraz, w południowo-zachodniej części, fragment wysoczyzny morenowej stanowiącej północną część Pojezierza Iławskiego (tabl. I).

Na obszarze Żuław Wiślanych występują formy pochodzenia rzeczno, denudacyjnego i utworzone przez roślinność, w obrębie Pojezierza Iławskiego rozpoznano formy pochodzenia denudacyjnego, lodowcowego, wodnolodowcowego, rzeczne i utworzone przez roślinność.

Dominującym elementem geomorfologicznym obszaru arkusza Malbork jest delta rzeki Nogat, wykształcona w postaci równiny madowej, zajmująca ponad 70,0% powierzchni badanego terenu.

Formy lodowcowe. Wysoczyzna morenowa falista znajduje się w południowej części obszaru omawianego arkusza. Jest to północno-zachodnia część wysoczyzny Pojezierza Iławskiego. Jej wysokości bezwzględne dochodzą do 47,1 m n.p.m. Teren ten charakteryzuje się licznymi zagłębieniami powstałymi po martwym lodzie, wypełnionymi torfami lub namułami piaszczystymi.

Moreny czołowe akumulacyjne. W południowej części obszaru arkusza, w rejonie miejscowości Dąbrówka Malborska, znajduje się jedno wzgórze morenowe. Jest to bardzo wyraźna forma, wyróżniająca się w terenie. Jego wysokość bezwzględna dochodzi do 46,5 m n.p.m. Morena ta, wspólnie z częścią wzgórza morenowego występującego na granicy z obszarem arkusza Sztum, tworzy początek ciągów moren znajdujących się na południe od terenu arkusza Malbork i znaczących kolejne strefy akumulacji marginalnej. Galon i Roszkówna (1961, 1967) uważają, że na ich podstawie można wyznaczyć kilka linii postoju lądolodu w czasie jego ostatniej recesji z tego rejonu. Na obszarze opracowania brak odsłoneń nie pozwala określić dokładnie budowy tych wzgórz, jednak przyjmując wyniki badań i obserwacji przeprowadzonych na terenie arkusza Sztum można przypuszczać że są to moreny czołowe akumulacyjne.

Formy wodnolodowcowe. Równiny sandrowe i wodnolodowcowe. Na południe od Malborka znajduje się niewielka równina wodnolodowcowa. Jest to początek dużej powierzchni sandrowej rozciągającej się na południe od badanego obszaru, na terenie arkusza Sztum (Rabek, 1988). Utworzona ona została w czasie ostatniego odpływu wód roztopowych sprzed czoła lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły w fazie jego recesji. Wysokości bezwzględne sandru w tym rejonie dochodzą do około 20–30 m n.p.m. Wody roztopowe, które usypały stożek sandrowy, w pierwszym etapie swego odpływu intensywnie niszczyły powierzchnię, po której płynęły i zostawiły w okolicy miejscowości Wielbark ostaniec wysoczyznowy.

Rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone. W obrębie obszaru arkusza, na wschód od Dąbrówki Malborskiej, znajduje się jedna tego typu rynna. Ma ona około 2 km długości, biegnie z południa na północ. W obecnej formie jest ona ukształtowana przez rzekę Tinę Wysoką, spływającą z wysoczyzny Pojezierza Iławskiego do delty Nogatu w obrębie Żuław Wiślanych.

Zagłębienia powstałe po martwym lodzie występują licznie w obrębie wysoczyzny polodowcowej. Przeważnie wypełnione są one torfami i namułami piaszczystymi. Sporadycznie w ich obrębie występują oczka polodowcowe.

Formy rzeczne. Dna dolin rzecznych. Wysoczyzna polodowcowa porozcinana jest dolinami. Ich szerokość zazwyczaj nie przekracza kilkudziesięciu metrów, jedynie w rejonie ujścia dochodzi niekiedy do około 150 m. Dna dolin są płaskie, a nachylenie jest niewielkie. Są to formy akumulacyjne, o miąższości pokrywy do około 4 m. Ich założenia mają prawdopodobnie związek z odpływem wód roztopowych.

Równiny deltowe (madowe). Na terenie Żuław Wiślanych występuje rozległa akumulacyjna równina madowa, o rozciągłości SW–NE, rozcięta przez rzekę Nogat. Zajmuje centralną część dna doliny, która w północno-wschodniej części rejonu badań osiąga szerokość kilku kilometrów. Miąższość osadów akumulacyjnych w rejonie obszaru arkusza Malbork dochodzi do kilkunastu metrów. Równina madowa wznosi się do około 2–4 m n.p.m. W rejonie Myszewa i Kopanki występują depresje, w obrębie których powierzchnia terenu obniża się do wysokości 1,3 m p.p.m. Powstały one w wyniku osiadania osadów organicznych, głównie torfów, zalegających na różnych głębokościach, pod wpływem nacisku nadległych utworów madowych.

Wały rzeczne. Są to formy piaszczyste, znajdujące się w obrębie równiny madowej. Znaczą one ślady dawnych przepływów i rozlewisk rzecznych. Wznoszą się na wysokości około 2–3 m ponad otaczającą je równinę. Powstały w czasie różnych etapów tworzenia się delty.

Krawędzie wysoczyzny. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza rzeka Nogat, podcinając wysoczyznę w rejonie miasta Malbork, utworzyła krawędź o wysokości kilkunastu metrów.

Dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności, nierozdzielone. Są to płytkie formy, którymi przy wyższych stanach wód, głównie podczas roztopów i obfitych opadów, odwadniana jest wysoczyzna morenowa. W strefie długich stoków proces ten odbywa się w parowach i młodych rozcięciach erozyjnych.

Formy denudacyjne. W obrębie płaskiej powierzchni równiny madowej, w rejonie miejscowości Kaczynos i Królewo Malborskie, znajdują się o s t a ń c e erozyjne, zbudowane z osadów plejstoceńskich (gliny zwałowe). Ich powierzchnia wznosi się do 3,5–5,5 m n.p.m. i tworzy r ó w n i n y

d e n u d a c y j n e . Na południe od Malborka, w okolicy miejscowości Wielbark, znajduje się także ostaniec wysoczyzny. Powstał on w wyniku erozyjnej działalności wód roztopowych wpływających sprzed czoła lądolodu. Jest to niewielki obszar terenu zbudowany z glin zwałowych, pozostający w otulinie usypanego później sandru i wznoszący się do 6,0 m ponad jego powierzchnię.

S t o ż k i n a p ł y w o w e występują pospolicie u podnóża stoku wysoczyzny polodowcowej na odcinku od Malborka do Złotowa. Największy stożek znajduje się w północnej części Malborka i zajmuje powierzchnię około 0,4 km². W rejonie Złotowa mniejsze stożki zazębiają się ze sobą, tworząc pochylony ku północy stopień morfologiczny.

D ł u g i e s t o k i występują w obrębie wysoczyzny i stanowią w większości jej kontakt z deltą Nogatu. Na stokach i u ich podnóżu występuje strefa degradacji i agradacji.

Formy utworzone przez roślinność. R ó w n i n y t o r f o w e występują głównie w południowej części obszaru arkusza. Wznoszą się one do około 3,5 m n.p.m. Są to powierzchnie płaskie i podmokłe.

Formy antropogeniczne. Z południowego zachodu na północny wschód obszaru arkusza przepływa rzeka Nogat. Na całym odcinku swojego biegu jest ona oddzielona od otaczającej ją równiny madowej w a ł a m i p r z e c i w p o w o d z i o w y m i . Ich budowę rozpoczęto już w XV w. W późniejszym okresie były systematycznie rozbudowywane i umacniane.

P i a s k o w n i e . Na obszarze arkusza jedyna czynna piaskownia znajduje się na północ od Starego Pola. Okoliczni mieszkańcy wydobywają tu piaski z wałów odsypów rzecznych.

Obszar arkusza Malbork jest położony na obszarze Żuław Wiślanych, w zlewni Zalewu Wiślanego. Żuławy Wiślane są z hydrograficznego i hydrologicznego punktu widzenia obszarem specyficznym. Układ sieci hydrograficznej został tu przekształcony z naturalnego układu deltowego ujścia rzeki Wisły w układ sztuczny, który ma na celu utrzymanie stanu umożliwiającego pobyt człowieka i jego intensywną działalność gospodarczą, głównie rolną (ze względu na naturalną żyzność gleb). Głównym celem sieci hydrograficznej (systemu wodno-melioracyjnego) tego obszaru jest ochrona przed zalaniem i podtopieniem. Układ sieci wodno-melioracyjnej, kierunki odwodnienia i wzajemne związki pomiędzy poszczególnymi elementami sieci wód powierzchniowych ulegają stałej ewolucji.

Głównym elementem bardzo bogatej sieci hydrograficznej obszaru arkusza Malbork jest obwałowany i skanalizowany Nogat — jedno z ujściowych ramion Wisły. Na terenie arkusza uchodzi do niego jedynie Malborska Młynówka (Kanał Juranda), prowadząca wody z wysoczyzny morenowej, i Stary Nogat — jego dawne ramię ujściowe. Nogat stanowi granicę pomiędzy Żuławami Wielkimi, położonymi na jego lewym brzegu, a Żuławami Elbląskimi, obszarem położonym pomiędzy prawym brzegiem Nogatu a wysoczyzną morenową.

Na obszarze Żuław Wielkich główną oś hydrograficzną stanowią dawne ramiona ujściowe Wisły, obecnie przekształcone w główne kanały melioracyjne: Kanał Panieński, Kanał Świerkowski

i Dębińska Struga, do których grawitacyjnie uchodzą wody z licznych rowów i podrzędnych kanałów melioracyjnych. Kanały te odprowadzają wody dzięki pompowaniu melioracyjnemu poprzez rzekę Tugę (Świętą) lub bezpośrednio do Szkarpawy i dalej do Zalewu Wiślanego.

Na terenie Żuław Elbląskich główne osie hydrograficzne stanowią dawne ramiona ujściowe Nogatu, obecnie przekształcone w główne kanały melioracyjne: Stary Nogat, Fiszewkę, Tinę Dolną, Tinę Małą i Tinę Wielką. W części południowej obszaru arkusza są one częściowo zasilane przez niewielkie ciekі spływające z wysoczyzny morenowej. We wschodniej i południowo-wschodniej części badanego terenu są one obwałowane i wody z licznych rowów i kanałów melioracyjnych są do nich odprowadzane w sposób wymuszony — poprzez pompownie melioracyjne. Wody z obszaru Żuław Elbląskich są odprowadzane głównie do jeziora Drużno, położonego na wschód od granicy terenu arkusza, i dalej, poprzez rzekę Elbląg, do Zalewu Wiślanego.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

1. Kreda

Najstarszymi osadami rozpoznanymi na obszarze arkusza Malbork są utwory kredy. Zostały one stwierdzone w profilach 48 otworów wiertniczych, w których występują pod przykryciem osadów paleogeńskich, neogeńskich bądź czwartorzędowych (tabl. II). Ich wiek w większości badanych profili nie został dokładnie określony. W profilach, w których litologiczne wykształcenie utworów kredy, paleogenu i neogenu jest bardzo podobne, granica między tymi osadami nie jest jednoznacznie określona.

Strop utworów kredy występuje na wysokości od 81,5 m p.p.m. w rejonie miejscowości Kościelczki (otw. 16) i 83,7 m p.p.m. w rejonie Nowego Stawu (otw. 3 — tabl. III), w zachodniej części obszaru arkusza, do 148,5 m p.p.m. w Starym Polu (otw. 34) oraz 164,0 i 166,7 m p.p.m. w rejonie miejscowości Kaczynos i Kaczynos-Kolonia (otw. 22 i 24), we wschodniej części terenu opracowania. Osady kredy wykształcone są w postaci: piaskowców, piasków glaukonitowych, piasków marglistych oraz margli i wapieni.

a. Kreda górna

Mastricht

Mastricht górny

Piaski, piaskowce i margle piaszczyste. W otworze 34 osady kredy zostały zbadane laboratoryjnie (Giel, 2002). Na głębokości 150,0–160,0 m oznaczono typowe dla kredy górnej (maastricht górny) formy mikrofauny, takie jak: *Pyramidina cymbrica* (Brotzen), *Bolivinoidea gi-*

ganteus (Hilterman et Koch), *Anomalinoidea pinguis* (Jennings), *Cibicidoides involutus* (Reiss) oraz *Cibicidoides bendix* (Marsson).

2. Paleogen

Osady paleogenu i neogenu są znane z terenu arkusza m.in. z profili 27 otworów wiertniczych wybranych na mapę geologiczną. W 20 wierceniach utwory czwartorzędowe zalegają bezpośrednio na osadach kredy.

a. Paleocen

Osady paleocenu zostały stwierdzone w wierceniach: 28, 34, 40 i 41. Możliwe jest ich występowanie także w innych otworach, w których przewiercono kompleks osadów paleogenu i neogenu, szczególnie w rejonie Starego Pola. Strop utworów paleocenu w rejonie Malborka zalega na rzędnej około 75–85 m p.p.m., a miąższość omawianych osadów nie przekracza kilkunastu metrów. W rejonie Starego Pola i Fiszewa strop badanych utworów wznosi się na wysokości około 120–140 m p.p.m., a ich miąższość przekracza 25,0 m.

Osady paleocenu wykształcone są w postaci piasków kwarcowo-glaukonitowych z fosforytami i mułków. W otworze 34, na głębokości 120,0–150,0 m, Giel (2002) stwierdziła występowanie zespołu zimnolubnej (borealnej) mikrofauny otwornicowej, typowej dla paleocenu dolnego (danu).

b. Eocen

Eocen górny

Piaski i mułki. Utwory eocenu w rejonie obszaru arkusza Malbork zostały stwierdzone tylko w jednym otworze wiertniczym, wykonanym na potrzeby niniejszego opracowania. Jest to otwór 6, zlokalizowany w rejonie miejscowości Świerki, w którym na głębokości 91,4 m nawiercono szarozielone piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami mułków ilastych. W wyniku badań mikropaleontologicznych Giel (2002) stwierdziła w tych osadach występowanie jednolitego zespołu mikrofauny otwornicowej — *Globanomalina micra* (Cole), *Chiloguembelina gracillima* (Andreae) i *Brizalina antegressa* (Subbotina) — powszechnego dla najwyższych poziomów eocenu górnego (priabon). Omawiane utwory nie zostały przewiercone do głębokości 96,5 m, tak więc miąższość ich przekracza 5,1 m.

c. Oligocen

Osady oligocenu w obrębie obszaru arkusza Malbork są wykształcone w postaci piasków glaukonitowych, piasków ilastych, mułków i ilów piaszczystych. Ich miąższość waha się od kilku do ponad 40,0 m. Występowanie omawianych utworów zostało potwierdzone w profilach

wielu otworów wiertniczych (m.in. otw.: 2, 13, 15, 48, 50, 52, 58 i 66–68), nie stwierdzono ich w wierceniach kartograficznych. Największą miąższość osadów oligoceńskich udokumentowano w otworze archiwalnym 48, w którym wynosi ona 41,0 m. Rozpoznano: zielone piaski glaukonitowe i ilaste, szarobrazowe iły piaszczyste oraz zielonawe piaski kwarcowe.

3. Neogen

a. Miocen

Piaski, mułki, iły i węgiel brunatny. Osady miocenijskie zostały opisane w pięciu profilach archiwalnych (otw.: 12, 47, 50, 52 i 66). Ich największe miąższości stwierdzono w północno-wschodniej części obszaru arkusza Malbork, w rejonie wsi Kopanka (otw. 12), gdzie udokumentowano 28,0-metrową warstwę ilów pyłowatych i piasków pyłowatych z węglem brunatnym, oraz w rejonie Królewa Malborskiego (otw. 66), gdzie miąższość ilów piaszczystych, węglistych i ilów szarych dochodzi do 30,0 m. Wiek opisywanych osadów budzi jednak pewne wątpliwości, jako że w kartach profili wiertniczych zostały one zaliczone do miocenu głównie na podstawie zawartości niewielkich ilości węgla brunatnego brunatnej barwy. Miocenijski wiek omawianych utworów nie ma natomiast potwierdzenia w badaniach laboratoryjnych.

4. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe tworzą ciągłą pokrywę na całym obszarze omawianego arkusza. Ich miąższość waha się od 65,0 m w części północno-zachodniej, w rejonie miejscowości Nowy Staw (otw. 2), do 169,2 m w części południowo-wschodniej, w rejonie miejscowości Kaczynos (otw. 24).

Rozpoznanie budowy geologicznej i stratygrafii czwartorzędu badanego obszaru zostało oparte przede wszystkim na: profilach trzech otworów kartograficznych (otw. 6, 34 i 41 — [tabl. IV](#)) wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania, analizie profili kilkudziesięciu zlokalizowanych na terenie arkusza archiwalnych otworów wiertniczych przebijających kompleks osadów czwartorzędowych oraz korelacji budowy geologicznej i stratygrafii z obszarami sąsiednimi. Podział stratygraficzny utworów czwartorzędowych opiera się także na wynikach badań litologiczno-petrograficznych Fert, Makarewicz i Zaczkiwicz (2001) i paleomagnetycznych Nawrockiego (2002). Przy konstruowaniu przekrojów geologicznych i profili syntetycznych wykorzystano także pięć archiwalnych opracowań geoelektrycznych z rejonu Malborka, Wielbarka oraz dokumentację ujęcia wód podziemnych „Letniki”.

a. Plejstocen

Utwory plejstocenu reprezentowane są przez osady: zlodowaceń najstarszych, interglacjału augustowskiego (podlaskiego), zlodowaceń południowopolskich, interglacjału wielkiego, zlodowaceń środkowopolskich, interglacjału eemskiego i zlodowaceń północnopolskich. Profil najstarszych utwo-

rów plejstocenijskich składa się z dwóch poziomów osadów wodnolodowcowych i jednego poziomu morenowego zlodowacenia Narwi. W części południowo-wschodniej badanego terenu spoczywają na nich nierozdzielone osady interglacjału augustowskiego (podlaskiego). Kompleks utworów zlodowaceń południowopolskich, występujących powszechnie w obrębie całego obszaru arkusza Malbork, składa się z osadów trzech zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi). Utwory interglacjału wielkiego udokumentowane zostały tylko w rejonie Malborka. Profil osadów zlodowaceń środkowopolskich składa się z utworów zlodowaceń Odry i Warty oraz rozdzielających je osadów interglacjału lubawskiego (lubelskiego). Utwory zlodowaceń północnopolskich, które jedynie w okolicy Malborka zalegają na osadach interglacjału eemskiego, reprezentowane są przez utwory stadiałów środkowego i górnego zlodowacenia Wisły. Na powierzchni badanego obszaru, w rejonie wysoczyzny Pojezierza Hławskiego, występują osady wodnolodowcowe stadiału środkowego oraz lodowcowe i wodnolodowcowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły.

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Zlodowacenie Narwi w obrębie badanego terenu jest reprezentowane przez osady wodnolodowcowe stadiału dolnego oraz lodowcowe i wodnolodowcowe stadiału górnego.

Stadiał dolny

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e . Występowanie tych osadów stwierdzono w otworze 45 w Malborku oraz w otworze 24 w miejscowości Kaczynos-Kolonia. W Malborku są to piaski drobno- i średnioziarniste, szare, o miąższości od kilku do około 17 m. Zostały one rozpoznane (otw. 45) na głębokości 97,0–114,0 m (72,5–89,5 m p.p.m.). Zalegają bezpośrednio pod glinami zwałowymi zlodowacenia Narwi, których pozycja stratygraficzna wynika z korelacji z glinami zwałowymi, określonymi laboratoryjnie (Fert i in., 2001), przewierconymi w otworze 41 w Malborku. W otworze 24, w Kaczynosie-Kolonii, omawiane osady reprezentuje warstewka (miąższość 0,7 m) piasków różnoziarnistych, szarych, występujących w spągu osadów czwartorzędowych. Ich pozycja stratygraficzna wynika także z korelacji osadów w profilach otworów sąsiednich.

Stadiał górny

G l i n y z w a ł o w e zlodowacenia Narwi stwierdzono, w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych (Fert i in., 2001), w wierceniu 41. Na podstawie korelacji z tym profilem wyznaczono ich występowanie także w otworach: 22, 24, 45 i 54. Miąższość omawianych glin w rejonie Malborka (udokumentowana wierceniami) nie przekracza kilkunastu metrów, natomiast w części wschodniej terenu opracowania dochodzi do około 41 m. Osady te w zachodniej części Malborka zalegają na piaskach paleocenijskich, natomiast w części wschodniej — na piaskach kredy górnej. W rejonie miejscowości

Kaczynos-Kolonia w otworze 22 gliny zwałowe, zaliczone przez autorów niniejszego opracowania do zlodowacenia Narwi, leżą bezpośrednio na marglach kredowych, natomiast w otworze 24 — na piaskach wodnolodowcowych pochodzących z transgresji lądolodu tego zlodowacenia.

Na podstawie badań litologiczno-petrograficznych wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001) stwierdzono, że współczynniki petrograficzne¹ opisywanych glin wynoszą: O/K — 1,14; K/W — 1,06; A/B — 0,83 i są charakterystyczne dla glin zwałowych zlodowacenia Narwi. Analiza petrograficzna frakcji żwirowej wykazała 28,2% skał krystalicznych, 25,3% wapieni północnych i 4,3% dolomitów.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e . W północnej części badanego obszaru piaski i żwiry wodnolodowcowe pochodzące z recesji lądolodu zlodowacenia Narwi stwierdzono w profilu otworu 8 w Lipince. Są to szare piaski średnioziarniste i żwiry, przewiercone na głębokości 98,0–102,0 m (95,5–99,5 m p.p.m.). Leżą one bezpośrednio na marglach kredowych oraz piaskach i mułkach eocenu i oligocenu. Ich miąższość dochodzi do 6,0 m.

W południowej części terenu arkusza osady wodnolodowcowe tego samego wieku stwierdzono w profilach otworów wiertniczych w: Kamienicach (otw. 19), Malborku (otw.: 54, 58 i 59) i Kraszewie (otw. 70). Ich miąższość waha się od kilku do kilkunastu metrów, a wykształcone są w postaci szarych piasków różnoziarnistych z pojedynczymi żwirami.

Interglacjał augustowski

P i a s k i i i ł y r z e c z n e i j e z i o r n e . Osady tego wieku na obszarze arkusza Malbork zostały wyznaczone na podstawie korelacji z profilem otworu wykonanego w Żurawcu, na terenie graniczącego od wschodu arkusza Elbląg Południe (Makowska, 1994), oraz w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych (Fert i in., 2001) próbek z wiercenia kartograficznego Stare Pole (otw. 34), wykonanego na potrzeby niniejszego opracowania. Występują one także w archiwalnych otworach wiertniczych (otw.: 22–24 i 37) we wschodniej części obszaru badanego arkusza, w rejonie miejscowości Kaczynos, Stare Pole i Fiszewo. Miąższość ich waha się od kilku do około 43 m.

W otworze Stare Pole (otw. 34), na głębokości 100,5–121,0 m (99,0–119,5 m p.p.m.), przewiercono piaski drobnoziarniste, szaro-zielone, ze znacznym udziałem frakcji piasków średnioziarnistych, których ilość wyraźnie maleje ku spągowi warstwy. W górnej partii serii zalegają piaski różnoziarniste, ilaste, a na głębokości 101,8–102,1 m (100,3–100,6 m p.p.m.) — warstwa otoczków. Piaski są bardzo dobrze przemyte i średnio wysortowane. Do omawianej serii włączona została też bardzo cien-

¹Współczynniki 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

ka warstewka iłó w szarozielonych, stwierdzona w samym stropie (na głębokości 100,5–100,7 m). Należy przypuszczać, że piaski reprezentują osady rzeczne facji korytowej, natomiast ily należą do facji starorzeczna lub jeziorzyska.

Prawdopodobne osady interglacjalne występujące w rejonie miejscowości Kaczynos leżą na glinach zwałowych należących, zdaniem autorów arkusza, do zlodowacenia Narwi, natomiast w rejonie Starego Pola zalegają na piaskach i mułkach paleocenu.

Zlodowacenia południowopolskie

Osady zlodowaceń południowopolskich występują w profilach otworów wiertniczych zlokalizowanych na całym obszarze arkusza. Reprezentowane są przez utwory zastoiskowe, lodowcowe i wodnolodowcowe trzech zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi).

Zlodowacenie Nidy

Mułki, piaski i ily zastoiskowe. Osady zastoiskowe pochodzące z transgresji łądolu zlodowacenia Nidy zostały oznaczone w profilu tylko jednego otworu wiertniczego, w miejscowości Świerki (otw. 6). W wierceniu tym, wykonanym na potrzeby niniejszej mapy, na głębokości 73,2–91,4 m (71,7–89,9 m p.p.m.) przewiercono pakiet zielono-szarych mułków piaszczysto-ilastych, przechodzących w spągu i w stropie serii w piaski drobnoziarniste.

Wiek i genezę omawianych osadów przyjęto na podstawie badań laboratoryjnych Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001). Są to utwory słabo wysortowane. Wśród minerałów frakcji ciężkiej biotyt (śr. 35,8%) i amfibole (śr. 30,5%) zdecydowanie dominują nad epidotem (śr. 19,0%) i granatami (śr. 7,6%). Analizowane osady zawierają średnio 13,9% węglanu wapnia, przy czym w stropie i spągu warstwy stwierdzono nieco niższą jego ilość (ok. 9%). Drobnoziarniste wykształcenie utworów oraz bardzo duża ilość biotytu we frakcji minerałów ciężkich wskazują na zastoiskowy charakter sedymentacji z nieznacznym przepływem w stropie i spągu. Ich pozycja stratygraficzna nie jest pewna, wynika z interpretacji autorów, którzy określili ją tylko na podstawie zalegających powyżej glin zwałowych.

Gliny zwałowe, miejscami z przewarstwieniami piasków, zlodowacenia Nidy na badanym obszarze tworzą prawie ciągłą pokrywę. Ich brak stwierdzono jedynie na zachód od Nowego Stawu oraz w rejonie Malborka i Kamienic. Miąższość glin waha się od kilku do około 37 m. Ich występowanie potwierdzają także wyniki badań geofizycznych. Przewiercono je w dwóch otworach kartograficznych wykonanych w czasie realizacji niniejszej mapy. W Świerkach (otw. 6) są to szare gliny zwałowe z dużą ilością żwirów i gładzików. Występują na głębokości 67,6–73,2 m (66,1–71,7 m p.p.m.). Ich współczynniki petrograficzne: O/K — 1,94; K/W — 0,59; A/B — 1,50, określone w wyniku badań litologiczno-petrograficznych (Fert i in., 2001), są charakterystyczne dla zlodowacenia Nidy. W Starym Polu (otw. 34) rozpoznano gliny zwałowe, pyłowato-ilaste, szare,

także z dużą ilością żwirów i gładzików. W tym miejscu występują na wysokości 78,8–99,0 m p.p.m. i są przewarstwione piaskami zastoiskowymi i lodowcowymi. Ich współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K — 2,07; K/W — 0,56; A/B — 1,77 i są bardzo zbliżone do współczynników petrograficznych glin ze Świerków (otw. 6). Poziom omawianych glin zwałowych charakteryzuje się wyraźną przewagą wapieni północnych nad skałami krystalicznymi, przy niewielkim udziale dolomitów, i koreluje się z glinami zarejestrowanymi w profilu Żurawiec na obszarze arkusza Elbląg Południe (Makowska, 1994), zalegającymi na poziomie około 88–110 m p.p.m.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e . Występowanie tych osadów stwierdzono w profilach wielu otworów archiwalnych, natomiast nie oznaczono ich w otworach kartograficznych wykonanych na potrzeby niniejszego arkusza. W części północno-zachodniej terenu opracowania, w okolicy Nowego Stawu (otw. 2), piaski wodnolodowcowe tego wieku rozdzielają gliny zwałowe zlodowaceń Nidy i Sanu 1, dalej w kierunku zachodnim zalegają bezpośrednio na piaskach oligoceńskich. Ich miąższość dochodzi do 10,0 m. W rejonie Malborka i w centralnej części badanego obszaru występują szare piaski różnoziarniste ze żwirami. Osady te nie tworzą w tym rejonie ciągłego poziomu, choć niekiedy osiągają miąższość powyżej 35,0 m. Są to zapewne utwory wodnolodowcowe pochodzące z recesji lądolodu zlodowacenia Nidy.

Zlodowacenie Sanu 1

Osady zlodowacenia Sanu 1 zostały rozpoznane w profilach trzech otworów kartograficznych oraz w większości wierceń archiwalnych.

M u ł k i , i ł y i p i a s k i z a s t o i s k o w e . W Malborku (otw. 41) na glinach zwałowych zlodowacenia Narwi zalega seria osadów drobnoziarnistych: piasków pyłowatych, mułków piaszczystych i ilastych, o miąższości 8,6 m. Na podstawie badań laboratoryjnych, wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), trudno jednoznacznie określić genezę opisanej serii. Osady powstały prawdopodobnie w wyniku spokojnej sedymentacji, prawdopodobnie w zastoisku.

W miejscowości Świerki (otw. 6) na glinach zwałowych zlodowacenia Nidy stwierdzono poziom szarych mułków silnie piaszczystych, przechodzących wyżej w piaski drobnoziarniste, silnie zapyłone, na których zalegają mułki ilaste, przechodzące ku stropowi w iły pyłowate. Miąższość tego poziomu wynosi 20,1 m. Charakterystyka osadów wskazuje na sedymentację w warunkach zastoiskowych.

W Starym Polu (otw. 34), także na glinach zwałowych zlodowacenia Nidy, zalega poziom szarych piasków drobnoziarnistych, pyłowatych, w stropie przemytych, w spągu przechodzących w mułki ilaste, szare. Miąższość warstwy osiąga 15,3 m. W zespole minerałów ciężkich w całym profilu dominuje epidot (śr. 36,8%). Na podstawie wyników analiz Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001) uważają, że wydzielona seria reprezentuje osady zbiornika zastoiskowego.

Podobnie wykształcone są utwory zastoiskowe rozpoznane w wielu otworach archiwalnych. W Kamienicach (otw. 19) znajduje się zapewne centrum zastoiska, na co wskazują miąższość badanych osadów (39,5 m) oraz występujące w profilu tego otworu ility.

Gliny zwałowe, miejscami z soczewkami piasków. Występowanie tego poziomu stwierdzono w północno-zachodniej i południowej części obszaru arkusza. W części północnej miąższość glin zwałowych dochodzi do 32,0 m, w części południowej przekracza 50,0 m. W Malborku, w profilu otworu 41, na podstawie badań litologiczno-petrograficznych wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), wydzielono kompleks glin zwałowych o miąższości 16,7 m, rozdzielony piaszczystymi osadami morenowymi. Są to gliny zwałowe, piaszczyste, szare, w spagu pyłowate. Współczynniki petrograficzne obliczone dla glin dolnych wynoszą: O/K — 1,15; K/W — 0,98; A/B — 0,92, natomiast dla glin górnych: O/K — 0,94; K/W — 1,15; A/B — 0,82. Tak bliskie podobieństwo współczynników petrograficznych wskazuje, że są to te same gliny. Cechują się one bardzo zbliżonymi proporcjami skał krystalicznych i wapieni północnych, przy nieznacznej przewodzie tych pierwszych, oraz niewielką frekwencją dolomitów. Badanym glinom odpowiada kompleks glinowy rozpoznany w profilu Jagodna (warstwa V) na obszarze arkusza Elbląg Północ (Makowska, 1991), który został przyporządkowany do młodszego stadiała zlodowacenia południowopolskiego (typ A) (Moryl, 1986).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe. Są to osady związane z recesją lądolodu zlodowacenia Sanu 1. Zaliczono do nich utwory występujące w profilach wierceń archiwalnych: Myszewko (otw. 1), Kamionka (otw. 17), Malbork (otw. 45 i 47), Fiszewo (otw. 35–39); oraz w otworze wykonanym na potrzeby niniejszego opracowania w Starym Polu (otw. 34). W części północnej badanego terenu osiągają one miąższość kilku metrów, natomiast w części południowej i centralnej ich miąższość waha się od kilku do 50,0 m.

W wierceni kartograficznym stwierdzono piaski drobnoziarniste, ciemnoszare, ze znacznym udziałem piasków średnioziarnistych, bardzo dobrze przemyte. Badane piaski są mocno wapniste, zawierają 12,1% węgla wapnia we frakcji poniżej 0,1 mm. Wskazuje to na ich wodnolodowcową genezę. Miąższość poziomu wynosi 9,5 m. Zalega on na głębokości 55,5–65,0 m (54,0–63,5 m p.p.m.). W pozostałych otworach występują piaski różnoziarniste i żwiry, szare.

Zlodowacenie Sanu 2

Osady zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) są reprezentowane tylko przez jeden poziom glin zwałowych. Brak jest natomiast osadów zastoiskowych i wodnolodowcowych.

Gliny zwałowe. Do zlodowacenia Wilgi zaliczono gliny zwałowe występujące w profilach otworów archiwalnych zlokalizowanych w północno-wschodniej części badanego obszaru, w rejonie Kopanki (otw. 12), oraz w części centralnej i południowej, w rejonie Kamionki (otw. 17), Kamienic (otw. 19), Szawałdu (otw. 20), Kaczynosa i Kaczynosa-Kolonii (otw. 22–24) oraz Malborka (otw. 45). Gliny te nie tworzą ciągłego poziomu. Ich miąższość waha się od kilku do kilkunastu metrów.

Pozycja stratygraficzna omawianego poziomu wynika z korelacji z glinami zwałowymi rozpoznanymi w profilu otworu kartograficznego, wykonanego na potrzeby niniejszego opracowania, w Malborku (otw. 41). W wierceniu tym stwierdzono gliny zwałowe, piaszczyste, szare. Stanowią one górną część pakietu glinowego występującego na głębokości 36,3–42,3 m (30,8–36,8 m p.p.m.). Według badań litologiczno-petrograficznych wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001) współczynniki petrograficzne opisywanych glin wynoszą: O/K—1,41; K/W—0,77; A/B—1,23, co wskazywałoby na to, że są to gliny zwałowe związane ze zlodowaceniem Wilgi, natomiast brak osadów oddzielających je od niżej leżących glin zwałowych (zaliczonych do zlodowacenia Sanu 1) skłania do niepewności co do rzeczywistego ich wieku.

Interglacjał wielki

Interglacjał mazowiecki

Iły, mułki i piaski jeziorne. Do interglacjału wielkiego zaliczono osady występujące w profilach archiwalnych otworów wiertniczych w rejonie Malborka (otw.: 43–45, 47 i 50) oraz w profilu wiercenia kartograficznego wykonanego na potrzeby niniejszego opracowania w Malborku (otw. 41). Miąższość ich waha się od kilku do kilkunastu metrów.

Na podstawie badań laboratoryjnych (Fert i in., 2001), przeprowadzonych na próbkach pobranych z otworu 41, z głębokości 27,8–36,3 m (22,3–30,8 m p.p.m.), stwierdzono występowanie miększej serii iłów pyłowatych z cienkimi przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych i pyłowatych. Osady cechują się zmiennym zabarwieniem. W części spągowej ily mają kolor szary, który ku stropowi przechodzi w brązowo-czekoladowy, następnie w brązowo-szary i szary. Stopień selekcji materiału jest najczęściej słaby. We frakcji minerałów ciężkich najliczniej reprezentowane są granaty (34,5%), epidot (24,6%) i amfibole (21,4%). W mniejszych ilościach występują turmaliny i cyrkon (po 6,7%). Zespół minerałów ciężkich przemawia raczej za sedymentacją w zbiorniku jeziornym. Podobne utwory (żwir, piaski i mułki rzeczne i jeziorne), występujące na obszarze leżącym na północ i wschód od terenu arkusza Malbork, zostały opisane przez Makowską (1988, 1991).

Na potrzeby niniejszego opracowania wykonano badania paleomagnetyczne (Nawrocki, 2002) na 53 próbkach pobranych z głębokości 28,8–33,5 m w celu określenia stratygrafii omawianych osadów. Autor badań uważa, że utwory te należy wiązać ze schyłkiem zlodowaceń południowopolskich, poprzedzających interglacjał wielki, a ich wiek wynosi 410–470 ka BP i należy je korelować z osadami zastoiskowo-jeziornymi opisanymi przez Makowską (1991).

Autorzy niniejszego opracowania korelują opisywane osady z mułkami, iłami i piaskami jeziornymi stwierdzonymi w profilu otworu badawczego w Dębicy, na obszarze arkusza Elbląg Południe (Makowska, 1994), gdzie występują na wysokości 19,7–64,8 m p.p.m. Utwory te były datowane me-

tołą termoluminescencyjną (Butrym, 1991) i na tej podstawie zaliczono je do interglacjału wielkiego (interglacjału mazowieckiego). Do interglacjału wielkiego zostały przypisane także piaski z fauną i torfy piaszczyste opisane przez Jentzscha w 1896 r. w profilu otworu 43 w Malborku (Jentzsch, 1896).

Zlodowacenia środkowopolskie

Zlodowacenia środkowopolskie są reprezentowane przez osady zastoiskowe, lodowcowe i wodnolodowcowe zlodowaceń Odry i Warty oraz rozdzielające je rzeczne utwory interglacjału lubawskiego (lubelskiego).

Zlodowacenie Odry

Mułki i piaski zastoiskowe zostały rozpoznane w profilach archiwalnych otworów wiertniczych w Myszkowie (otw. 1) i Kopance (otw. 12) oraz w profilu wiercenia kartograficznego wykonanego na potrzeby niniejszej mapy w Starym Polu (otw. 34). Zalegają bezpośrednio pod glinami zwałowymi zlodowacenia Odry, a ich miąższość nie przekracza 10,0 m. W profilu otworu 34 są to mułki ilaste, ciemnoszare, ze śladowym udziałem piasków drobnoziarnistych. Materiał jest słabo wysortowany. Mułki są silnie wapniste, zawierają 13,1% węgla wapnia. Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001) uważają, że są to najprawdopodobniej osady zbiornika zastoiskowego.

Gliny zwałowe występują w obrębie całego obszaru arkusza, z wyjątkiem części północno-wschodniej. Zostały rozpoznane w bardzo wielu profilach otworów wiertniczych (przekrój geologiczny A–B, tabl. III), m.in. w: Myszkowie (otw. 1), Kopance (otw. 12), Kaczynosie i Kaczynosie-Kolonii (otw. 22–24) oraz Starym Polu (otw. 32 i 34), Fiszewie (otw. 35), Malborku (otw.: 43, 44, 47, 50 i 51), Królewie Malborskim (otw. 68) i Kraszewie (otw. 70). Ich miąższość waha się od kilku metrów w rejonie Kopanki do około 34 m w okolicy Malborka i około 42–44 m w rejonie Kaczynosa–Kraszewa. W otworze kartograficznym w Starym Polu (otw. 34) badane osady występują na głębokości 47,4–53,2 m (45,9–51,7 m p.p.m.). Są to gliny zwałowe, mocno ilaste, czekoladowo-brązowe, o bardzo zmiennej charakterystyce parametrów uziarnienia. Badania litologiczno-petrograficzne, wykonane przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), wykazały następujące współczynniki: O/K — 1,98; K/W — 0,59; A/B — 1,67. Gliny te korelują się z glinami zlodowacenia Odry występującymi w profilach: Wysoka, Żurawiec i Dębica, na obszarze arkusza Elbląg Południe (Makowska, 1994), oraz z glinami występującymi w profilach otworów Krastudy i Bukowo, na terenie arkusza Sztum (Rabek, 1988, 1990), zaliczonymi przez Kenig (1994) i Nowaka (1985) do zlodowacenia Odry.

Interglacjał lubawski

Piaski rzeczne. Występowanie tych osadów zostało potwierdzone w profilach otworów wiertniczych w północnej części badanego obszaru, w Nowym Stawie (otw. 3 i 4), Dębinie (otw. 5),

Świerkach (otw. 6) i Lipince (otw. 8). Są to piaski drobnoziarniste. Ich miąższość wynosi od kilku do ponad 20,0 m. Badania laboratoryjne, wykonane przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), na próbkach z otworu kartograficznego Świerki (otw. 6), wskazują, z dużym prawdopodobieństwem, że są to osady rzeczne. Poza tym rejonem podobne utwory udokumentowano jedynie w południo-wo-wschodniej części obszaru opracowania, w Starym Polu (otw. 34), gdzie na glinach zwałowych zlodowacenia Odry zalega 4,9-metrowej miąższości warstwa piasków różnoziarnistych, szarych, z dominantą we frakcji piasków średnioziarnistych, z drobnookruchowymi żwirami, bardzo dobrze przemitymi. Na podstawie wyników analiz minerałów ciężkich oraz obtoczenia ziarn kwarcu Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001) wnioskuje, że opisywane piaski reprezentują osady rzeczne.

Autorzy niniejszego opracowania korelują powyższe piaski z piaskami i żwirami rzecznyymi występującymi w profilu otworu Markusy na obszarze arkusza Elbląg Południe, zakwalifikowanymi przez Makowską (1994) do interglacjału lubelskiego.

Zlodowacenie Warty

Okres ten jest reprezentowany na omawianym obszarze przez osady zastoiskowe, lodowcowe i wodnolodowcowe.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe. Występowanie tych osadów zostało potwierdzone tylko w profilach archiwalnych otworów wiertniczych w: Myszkowie (otw. 1), Kopance (otw. 12), Kamienicach (otw. 19), Szawałdzie (otw. 20 i 21), Starym Polu (otw. 32) i Fiszewie (otw. 35 i 36). Są to ily twardoplastyczne, brązowo-szare, z przewarstwieniami mułków brązowych i piasków drobnoziarnistych i pyłowatych. Ich miąższość, udokumentowana wierceniami, waha się zwykle od kilku do kilkunastu metrów.

Gliny zwałowe zaliczone do zlodowacenia Warty rozciągają się głównie we wschodniej i częściowo w centralnej części omawianego obszaru. Stwierdzono je w profilach otworów wiertniczych w: Lubstowie (otw. 11), Kopance (otw. 12), Lasowicach Małych (otw. 15), Kamienicach (otw. 19), Szawałdzie (otw. 20), Kaczynosie i Kaczynosie-Kolonii (otw. 22–24) oraz Starym Polu (otw. 32 i 34), Fiszewie (otw. 35–38) i Kraszewie (otw. 70) (przekrój geologiczny A–B, tabl. III). Ich miąższość waha się od kilku–kilkunastu metrów na północy, w okolicach Lubstowa i Kopanki, do około 40 m w okolicy Kraszewa.

W Starym Polu (otw. 34) poziom omawianych osadów zarejestrowano na głębokości 24,2–42,5 m (22,7–41,0 m p.p.m.). Są to gliny zwałowe, bardzo silnie ilaste, czekoladowo-brązowe. W wyniku badań litologiczno-petrograficznych, wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), określono dla nich następujące współczynniki petrograficzne: O/K — 1,49; K/W — 0,72; A/B — 1,30. Badane gliny korelują się (na podstawie składu petrograficznego) z glinami zwałowymi znanymi z otworu Żurawiec na obszarze arkusza Elbląg Południe (Makowska, 1994), które Kenig (1994) zakwalifikowała do zlodowacenia Warty.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e występują w północnej części obszaru opracowania, w profilach archiwalnych otworów wiertniczych w: Myszkowie (otw. 1), Nowym Stawie (otw. 3 i 4), Dębinie (otw. 5) i Lipince (otw. 8); oraz w Malborku (otw.: 43, 44, 50 i 63–65). Są to piaski drobno- i średnioziarniste, ze żwirami i pojedynczymi głazikami. Ich miąższość waha się od kilku metrów na północy do ponad 20,0 m w rejonie Malborka. Osady te nie zostały stwierdzone w profilach otworów kartograficznych, wykonanych na potrzeby niniejszej mapy. Ich pozycja stratygraficzna potwierdzona została w dokumentacjach geofizycznych.

Interglacjał eemski

Osady interglacjału eemskiego w rejonie Dolnego Powiśla były przedmiotem wielu badań. Zostały zaliczone do formacji dolnopowiaślańskiej, utworzonej w okresie od schyłku zlodowacenia Warty po przedglacialną część zlodowacenia toruńskiego (BI). Formacja ta rozciąga się, według Makowskiej (1979, 1986, 1994), od Kotliny Toruńskiej po Zalew Wiślany.

P i a s k i, i ł y i m u ł k i r z e c z n e i j e z i o r n e, c z ę ś c i o w o m o r s k i e. W rejonie opracowywanego arkusza do interglacjału eemskiego zaliczone zostały osady tylko w rejonie miasta Malbork (przekrój geologiczny A–B). Ich występowanie potwierdzono w profilach archiwalnych otworów wiertniczych (otw.: 52–54 i 58–60). Miąższość badanych utworów waha się od kilku do ponad 40,0 m, wykształcone są w postaci mułków oliwkoszarych, na których zalegają piaski drobnoziarniste, które z kolei przechodzą ku stropowi w iły szare i mułki oliwkoszare.

W profilu archiwalnego otworu wiertniczego (otw. 53), wykonanego w 1885 r., na głębokości 30,0–32,0 m (16,0–18,0 m p.p.m.) Jentzsch (1896) opisał występującą w piaskach ilastych liczną faunę morską (*Cardium echinatum*, *Corbula gibba*, *Ciprina*, *Nassa reticulata*). Pod tymi piaskami występuje około 2-metrowa warstwa piasków ze szczątkami drewna.

Zlodowacenia północnopolskie

Osady zlodowaceń północnopolskich występują głównie na obszarze wysoczyzny Pojezierza Iławskiego, ograniczającego od południa teren Żuław Wiślanych, gdzie tworzą pokrywę o miąższości od kilkunastu do około 45 m. Na Żuławach występują tylko fragmentarycznie, odsłaniając się na powierzchni w postaci ostańców erozyjnych w rejonie Kaczynosa i Królewa Malborskiego.

Makowska (1994) na sąsiadującym na wschodzie obszarze arkusza Elbląg Południe w obrębie zlodowaceń północnopolskich wyróżniła osady stadiałów: dolnego (zlodowacenie toruńskie), środkowego (stadiał Świecia zlodowacenia bałtyckiego) i górnego (stadiał pomorsko-leszczyński zlodowacenia bałtyckiego); oraz interstadiałów Gniewu (krastudzki) i grudziądzkiego. Autorzy niniejszego opracowania skłaniają się natomiast ku wynikom najnowszych badań Wysoty (2002), który w południowej części Dolnego Powiśla nie stwierdził glin zwałowych stadiała dolnego, i uważają, że w profilu zlo-

dowaceń północnopolskich występują dwa poziomy glacialne, zaliczone do stadiałów środkowego i górnego (głównego) zlodowacenia Wisły.

Zlodowacenie Wisły

Stadiał środkowy

Gliny zwałowe zostały rozpoznane tylko w archiwalnych profilach otworów wiertniczych, w części centralnej i południowej obszaru arkusza Malbork (przekrój geologiczny A–B). Są to gliny zwałowe, brązowoszare, z dużą ilością głązików. Ich miąższość waha się od kilku do około 23 m. Osady te nie tworzą ciągłego poziomu, występują płatami, co świadczy o silnej egzaracji w czasie następnego nasunięcia lądolodu.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe. Są to osady pochodzące z recesji lądolodu stadiała środkowego (Świecia). Występują powszechnie w części centralnej i południowej badanego obszaru, rozpoznano je tu w profilach większości otworów wiertniczych, brak ich tylko w rejonie Fiszewa, gdzie zostały usunięte przez nasuwający się lądolód stadiała górnego (głównego). Są to piaski różnoziarniste, szare, ze żwirami, silnie nawodnione. Na Żuławach zazębiają się z piaskami rzeczynymi tak, że często postawienie granicy między nimi jest utrudnione. Ich miąższość waha się od kilku do około 35 m. Są najstarszymi utworami odsłaniającymi się na powierzchni badanego terenu (w okolicach Wielbarka i Komorowa).

Stadiał górny

Stadiał górny zlodowacenia Wisły na terenie arkusza Malbork jest reprezentowany przez osady zastoiskowe, lodowcowe i wodnolodowcowe. Są to utwory plejstocenu występujące powszechnie na powierzchni badanego obszaru.

Mułki, łyły i piaski zastoiskowe. Osady tego wieku zostały rozpoznane tylko w czterech profilach otworów archiwalnych, w Starym Polu (otw. 27 i 32) i Fiszewie (otw. 35 i 36), oraz w profilu wiercenia wykonanego na potrzeby niniejszej mapy, w Starym Polu (otw. 34). Utwory zalegające w otworze kartograficznym na głębokości 22,0–24,2 m (20,5–22,7 m p.p.m.) zostały przebadane przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001). Są to łyły pyłowate, silnie wapniste (17,3% węgla wapnia), lekko zapiaszczone w spągu. Materiał jest słabo wysortowany. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań autorki uważają, że są to prawdopodobnie osady zastoiskowe.

Gliny zwałowe występują powszechnie na powierzchni wysoczyzny morenowej Pojezierza Iławskiego i ostańców erozyjnych w rejonie Kaczynosa i Królewa Malborskiego.

Ich miąższość dochodzi do około 25 m (w Malborku). Są to gliny zwałowe, brązowe, z dużą ilością materiału zwałowego, w stropowej partii często zwietrzałe i odwapnione.

Piaski, żwiry i gliny zwałowe morenczółowych tworzą znaczną formę w rejonie Dąbrówki Malborskiej. Jest to wyróżniające się w otoczeniu wzgórze, w którego centralnej czę-

ści znajduje się wyraźne obniżenie. Zbudowane jest z piasków średnio- i gruboziarnistych, ze żwirami i głazikami, przykrytych czapą gliniastą. Omawiane osady tworzą także północną część moreny występującej na granicy z obszarem arkusza Sztum (Rabek, 1988).

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e powstały w czasie recesji lądolodu. Występują na powierzchni terenu pomiędzy Malborkiem a Wielbarkiem, tworząc równinę sandrową, przechodzącą na obszar sąsiedniego arkusza Sztum. Ich miąższość dochodzi w tym wypadku do kilkunastu metrów. Są to piaski różnoziarniste, ze żwirami, brązowoszare. Poziom omawianych osadów został także udokumentowany w bardzo wielu profilach otworów wiertniczych wykonanych na Żuławach, gdzie badane piaski zalegają bezpośrednio pod utworami rzecznyymi. W otworze kartograficznym w Malborku (otw. 41), na głębokości 13,0–27,8 m (7,5–22,3 m p.p.m.), nawiercono serię piaszczystą, zbudowaną głównie z piasków średnio- i gruboziarnistych, barwy jasnoszarej, silnie nawodnionych. W spągu poziomym stwierdzono piaski drobnoziarniste. Analiza minerałów ciężkich, wykonana przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), wykazała dominację amfiboli (34,3%), którym towarzyszą: epidot (19,9%), granaty (15,0%), turmaliny (10,6%), cyrkon (6,2%) i pirokseny (5,0%). Zawartość węglanu wapnia wynosi około 5%. Powyższa charakterystyka wskazuje na wodnolodowcowe warunki sedymentacji.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

M u ł k i i p i a s k i s t o ż k ó w n a p ł y w o w y c h . Osady stożków napływowych występują u stóp stoków wysoczyzny morenowej, w północnej części Malborka oraz w rejonie Komorowa. Wszędzie tworzą one powierzchnię opadającą mniej lub bardziej wyraźnie ku północy, gdzie chowają się pod utwory holoceny lub zazębiają się z nimi. Są to przeważnie piaski różnoziarniste, często zapylone i mułki piaszczyste. Ich miąższość dochodzi do 4,0 m.

P i a s k i d e l u w i a l n e , najczęściej drobno- i średnioziarniste, rozpoznane zostały w strefie stokowej wysoczyzny Pojezierza Iławskiego we wschodniej części Malborka i na południowy wschód od Złotowa. Ich miąższość dochodzi do kilku metrów. Występowanie omawianych utworów jest ściśle związane z morfologią terenu. Zalegają na zboczach i u ich podnóża oraz wypełniają zagłębienie bezodpływowe w okolicy Nowej Wsi Malborskiej.

P i a s k i i ż w i r y z w i e t r z e l i n o w e (e l u w i a l n e) występują w stropie glin zwałowych jako produkt ich przeobrażenia. Tworzą płat osadów w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, na południe od Wielbarka. Wykształcone są w postaci piasków z pojedynczymi żwirami i piasków pyłowatych. Są one bezstrukturalne, a ich miąższość nie przekracza 1,5 m.

c. Holocen

Utwory holoceny zajmują około 75% powierzchni terenu omawianego arkusza. Występują głównie na Żuławach, gdzie osiągają średnio około 20 m miąższości. Tworzą deltę Nogatu. Osady te są

zróznicowane litologicznie. Wśród utworów deltowych występują poziomy osadów organicznych (torfy), spotykane w profilach bardzo wielu otworów archiwalnych. Torfy te są prawdopodobnie różnego wieku, niestety nie natrafiono na nie w otworach oraz sondach mechanicznych wykonanych przez autorów. Autorzy sąsiednich arkuszy, Makowska (1988, 1991, 1994) i Mojski (1987a, b, 1990a, b), dzielą osady holocenu na dwa okresy: starszy, preborealno-atlantycki, i młodszy, atlantycko-subatlantycki.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e występują w najniższej części profilu osadów holocenijskich. Ich spąg dochodzi do głębokości 25,0 m (22,5 m p.p.m.) w Lipince (otw. 8) i 23,0 m (20,0 m p.p.m.) w Fiszewie (otw. 39). Są to piaski średnioziarniste, w spągu często ze żwirami, dobrze przemyte. Osady te zostały nawiercone i przebadane w trzech otworach kartograficznych, w: Malborku (otw. 41), Starym Polu (otw. 34) i Świerkach (otw. 6).

W Malborku osady rzeczne to piaski średnio- i różnoziarniste, z domieszką ziarn frakcji iłowej i pyłowej, w spągu piaski ilasto-pyłowate. Wyniki badań laboratoryjnych, wykonanych przez Fert, Makarewicz i Zaczekiewicz (2001), potwierdzają rzeczne środowisko sedymentacji, częściowo w strefie pozakorytowej.

W Starym Polu rozpoznano dwa poziomy piasków drobno- i średnioziarnistych, rozdzielone osadami mułkowo-piaszczystymi, zailonowymi, szarymi, z przemazami torfów.

Najmłodsze holocenijskie piaski rzeczne znaczą stare przepływy rzeczne oraz tworzą wały odsypów rzecznych. W okolicach Nowego Stawu, Jazowej i Ząbrowa utwory te zalegają na madach, a w okolicy Letnik i Ząbrowa — na torfach.

I ł y, m u ł k i i p i a s k i (m a d y) r z e c z n e występują na prawie całym obszarze Żuław, gdzie tworzą rozległe równiny. W wielu wypadkach są najmłodszymi osadami holocenu, zalegającymi na torfach, namułach lub piaskach i żwirach rzecznych, wyrównującymi wszelkie nierówności terenu. Ich miąższość dochodzi do kilku metrów, sporadycznie nawet do kilkunastu. Są to w większości ily zwięzłe lub pyłowate, brązowe, brązowo-szare, ciemnoszare i brunatne, warstwowane poziomo mułkami, mułkami piaszczystymi i piaskami pyłowatymi. Tworzyły się w okresie najmłodszego holocenu, a niekiedy ich akumulacja trwa do dnia dzisiejszego.

Na obszarze arkusza Malbork osadami, które powstawały przez cały okres holocenu, a także powstają współcześnie są namuły i torfy.

N a m u ł y p i a s z c z y s t e d e n d o l i n n y c h oraz n a m u ł y występują zarówno na Żuławach, jak i na wysoczyźnie, gdzie wypełniają zagłębienia powstałe po martwym lodzie. Ich miąższość jest niewielka i tylko niekiedy przekracza 2,0 m. W delcie Nogatu, w rejonie Starego Pola, badane osady występują pod madami. W tym wypadku są to namuły ilaste, ciemnoszare, a ich miąższość dochodzi do około 5 m. W północno-wschodniej części obszaru arkusza, na południe od Rakowisk, rozpoznane w sondzie ręcznej namuły torfiaste o miąższości 1,3 m zalegają na torfach.

Torfy występują podobnie jak namuły, zarówno na Żuławach, jak i na wysoczyźnie, gdzie także wypełniają zagłębienia bezodpływowe powstałe po martwym lodzie. W delcie Nogatu torfy zalegają na powierzchni i pod nakładem młodszych osadów rzecznych. Torfy występujące na powierzchni tworzą rozległe równiny torfowe w okolicach Królewa Malborskiego, Komorowa i Fiszewa. Ich miąższość w tym wypadku przekracza 2,0 m, a maksymalnie osiąga 6,0 m. W okolicy Fiszewa torfy zalegają na namułach ilastych, a w rejonie miejscowości Szropy-Niziny — na madach. W tym przypadku ich miąższość nie przekracza 2,0 m.

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Malbork leży w zasięgu synklinorium brzeżnego, oddzielającego prekambryjską płytę krystaliczną od antyklinorium środkowopolskiego. W rejonie tym notuje się znaczny wzrost miąższości osadów permo-mezozoicznych, słabo sfałdowanych podłużnie, z asymetrycznymi antyklinami przechylonymi ku osi całej jednostki (Praca zbiorowa, 1974). Otwory wiertnicze wykonane w rejonie obszaru badanego arkusza docierają jedynie do osadów kredowych. Powierzchnia utworów kredy, stwierdzona wierceniami, znajduje się na różnych wysokościach, od około 82 do około 167 m p.p.m. Wskazuje to na dość znaczne zróżnicowanie morfologiczne stropu tych osadów. Jest ono zapewne wynikiem paleogeńskich, neogeńskich i czwartorzędowych procesów erozji rzecznej i denudacji, a w okolicach Kaczynosa także egzaracji. Faza laramijska orogenezy alpejskiej również wywarła wpływ na formowanie się powierzchni podkenozoicznej. W obrębie obszaru arkusza stwierdzono podczwartorzędowe wychodnie utworów kredowych w rejonie: Malborka, Kamienic, Szawałdu, Letnik, Kaczynosa i Starego Pola.

Powierzchnia podczwartorzędowa została uformowana we wczesnym plejstocenie, a jej ostateczne wymodelowanie nastąpiło wraz z nasunięciem się lądolodu zlodowaceń środkowopolskich. W północno-zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się ona na wysokości około 70–80 m p.p.m. oraz około 50 m p.p.m. w rejonie Malborka i obniża się w kierunku wschodnim, gdzie znajdują się dwa wyraźne zagłębienia w podłożu czwartorzędu. Jedno w rejonie Kaczynosa, gdzie powierzchnia podłoża czwartorzędu znajduje się poniżej 170,0 m p.p.m., i drugie na południu, w rejonie Śledziówki Wielkiej, w obrębie którego strop podłoża czwartorzędu obniża się do wysokości poniżej 140,0 m p.p.m. Geneza tych obniżzeń nie została dokładnie poznana. Powstały one być może w wyniku egzaracyjnej działalności lądolodu zlodowaceń najstarszych, kiedy zniszczone zostały w tym rejonie osady neogenu, i ruchów neotektonicznych.

W czwartorzędzie na omawianym obszarze następowało gromadzenie się osadów, które osiągają maksymalnie prawie 170,0 m miąższości. Pozwala to przypuszczać, że rejon ten mógł wówczas ulegać ruchom obniżającym, a ich natężenie musiało być większe w starszym plejstocenie. Przypuszczalnie ruchy obniżające nie zachodziły w sposób ciągły, lecz następowały w wyniku nacisku

masy lodu zgromadzonego na niewielkim obszarze. W czwartorzędzie miały też miejsce procesy erozji rzecznej i denudacji. Zachodziły także prawdopodobnie procesy glacitektoniczne, związane z kolejnymi nasunięciami lądolodów, a sprzyjały im nierówności podłoża. Ślady procesów glacitektonicznych zostały jednak zatarte w późniejszych okresach. Na badanym obszarze prawdopodobne są także ślady neotektoniki. Możliwe, że w rejonie Malborka obniżenie osadów interglacjału wielkiego w stosunku do utworów lodowcowych zlodowaceń Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi) jest wynikiem ruchów neotektonicznych. Ze względu na niewielką ilość danych potwierdzających to przypuszczenie autorzy niniejszego opracowania sygnalizują tylko taką możliwość.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W kredzie obszar omawianego arkusza zajęty był przez morze, w którym osadzały się utwory węglanowe — margle i wapienie (tab. 1). Pod koniec kredy, w paleocenie i eocenie na badanym terenie następowało spływanie zbiornika morskiego i zostały złożone osady piaszczyste i pyłowate z dużą zawartością glaukonitu oraz fauną otwornicową charakterystyczną dla brakicznego, wysłodzonego zbiornika morskiego. Pod koniec eocenu morze prawdopodobnie wycofało się całkowicie z tego rejonu, by ponownie wkroczyć na badany teren w oligocenie. Osady piaszczysto-glaukonitowe i ilaste tego wieku występują dość powszechnie. W miocenie na opisywanym terenie panowały warunki lądowe. Świadczą o tym osady spotykane w jego części północno-wschodniej. Warunki lądowe panowały tu także w pliocenie. Brak osadów tego wieku świadczy o tym, że zostały usunięte w wyniku procesów niszczących zachodzących w plejstocenie.

Na tak wymodelowaną powierzchnię wkroczył lądolód zlodowaceń najstarszych (zlodowacenia Narwi). Jego działalność egzaracyjna była największa w rejonie Kaczynosa, gdzie w głębokim i rozległym obniżeniu zachowały się gliny zwałowe tego wieku. W okolicy Malborka ten sam lądolód oparł się o wyniesienie podłoża i pozostawił także niewielkie płyty glin zwałowych.

W interglacjale augustowskim (podlaskim) badany obszar podlegał intensywnej erozji rzecznej i denudacji, w wyniku których w rejonie Kaczynosa, Starego Pola i Fiszewa zostały złożone osady piaszczysto-pyłowate, co doprowadziło do wyrównania powierzchni terenu.

W okresie zlodowaceń południowopolskich lądolody nasuwały się kilkakrotnie na obszar omawianego arkusza, pozostawiając po sobie kompleks osadów: zastoiskowych, wodnolodowcowych i lodowcowych trzech zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi). Egzaracyjna działalność najstarszego lądolodu zlodowaceń południowopolskich była tak duża, że na północy badanego terenu i w rejonie Malborka zniszczone zostały starsze osady plejstoceniowe, co potwierdzają gliny zwałowe tego wieku zalegające bezpośrednio na osadach podłoża czwartorzędu. W trakcie kolejnego nasunięcia (zlodowacenie Sanu 1) lądolód oparł się o wyniesienie podłoża w rejonie Malborka, niszcząc kompleks osadów plejstoceniowych i pozostawiając płyty glin zwałowych bezpośrednio na utworach neogenu i paleogenu.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 1

System		Stratygrafia		Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
System	Oddział	Piętro				Podpiętro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
C	P	z	i	e	w	a	j	s	r	t	o	c	e	n	r	z	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P	i	ę	d	H	o	l	o	c	e	n	P

Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	Stadiał górny	Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż}Q_p^{A3}$	Akumulacja wodnolodowcowa w czasie regresji lądolodu
					Gliny zwałowe — $gz_{zw}Q_p^{A3}$	Akumulacja lodowcowa
				Stadiał dolny	Piaski wodnolodowcowe — $fg_pQ_p^{A1}$	Akumulacja wodnolodowcowa
Neogen	Pliocen					Denudacja
	Miocen				Piaski, mułki, ropy i węgiel brunatny — $p_{mi}M$	Akumulacja lądowa (jeziorno-bagienna)
Paleogen	Oligocen				Piaski glaukonitowe, mułki i ropy — $p_{Gk}Ol$	Akumulacja morska
	Eocen	Eocen górny			Piaski i mułki — p_mE_3	Akumulacja morska
	Paleocen				Piaski i mułki — p_mPc	Akumulacja morska
Kreda	Kreda górna	Mastricht		Mastricht górny	Piaski, piaskowce i margle piaszczyste — $p_{Cr_{m3}}$	Akumulacja morska
					Margle i wapienie — $mewCr$	Akumulacja morska

U schyłku zlodowaceń południowopolskich nastąpiło wyrównanie powierzchni badanego obszaru, a procesy denudacyjne i przede wszystkim akumulacyjne zachodzące w interglacjale wielkim dopełniły tego wyrównania. Jednak nasuwające się lądolody zlodowaceń środkowopolskich zniszczyły w większości ślady tej działalności. Jedynie w rejonie Malborka pozostały osady pochodzące prawdopodobnie z okresu interglacjału mazowieckiego.

O obecności kolejnych lądolodów zlodowaceń środkowopolskich świadczą występujące osady zlodowaceń Odry i Warty oraz rozdzielające je twory interglacjału lubawskiego (lubelskiego). W wyniku procesów egzaracji i rozmycia zachodzących w czasie nasuwania się lądolodu zlodowacenia Warty w południowo-zachodniej części obszaru badań zniszczeniu uległy osady interglacjału lubawskiego i częściowo twory zlodowacenia Odry. U schyłku zlodowaceń środkowopolskich nastąpiło ponowne wyrównanie powierzchni terenu, które kontynuowane było zapewne w okresie interglacjału eemskiego.

Osady interglacjału eemskiego zachowały się jedynie w okolicach Malborka. Profile otworów wiertniczych wykonanych w tym rejonie wskazują, że zachodziły tu wówczas procesy analogiczne do opisanych w literaturze dotyczącej Dolnego Powiśla (Makowska, 1979, 1984, 1986, 1994). Wynika z tego, że na początku interglacjału eemskiego złożone zostały osady rzeczne facji korytowej — piaski i żwiry, oraz facji pozakorytowej — ropy i mułki, tworzące w tym rejonie rozległą deltę. W optimum klimatycznym nastąpiła transgresja morza tychnowskiego, a po jego wycofaniu się powstały jeziora. Osady interglacjału eemskiego wraz z nadejściem zlodowaceń północnopolskich uległy zniszczeniu na przeważającej części badanego obszaru.

Zlodowacenia północnopolskie na omawianym obszarze zaznaczyły swoją obecność osadami zastoiskowymi, wodnolodowcowymi i lodowcowymi stadiałów środkowego i górnego (głównego) zlodowacenia Wisły. W czasie recesji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Wisły powierzchnia wysoczyzny Pojezierza Iławskiego, w południowej części badanego rejonu, została pokryta glinami zwałowymi. Na terenie Żuław Wiślanych u schyłku plejstocenu formowała się rozległa dolina Wisły, zasypywana przez piaski i żwiry rzeczne. Po podniesieniu bazy erozyjnej na północy i transgresji morza litorynowego w okresie atlantyckim na terenie Żuław zaczęły tworzyć się jeziora, w których osadzały się torfy i pyłowato-ilaste osady jeziorne. U schyłku okresu atlantyckiego nastąpiło intensywne rozbudowanie delty, spychającej morskie wody do Zalewu Wiślanego. W tym czasie w strefie pozakorytowej zaczęły się osadzać mady, w strefie korytowej — piaski rzeczne. W odciętych jeziorach tworzyły się bagniska, wypełniające się torfami i namułami. Proces formowania się delty trwa po dzień dzisiejszy.

IV. PODSUMOWANIE

Dość bogata problematyka geologiczna na obszarze arkusza Malbork była do tej pory słabo poznana, jedynie na graniczącym od wschodu terenie arkusza Elbląg Południe zostały przeprowadzone dokładne badania (Makowska, 1994), pozwalające autorom niniejszego opracowania korelować wyniki uzyskane na obszarze arkusza Malbork. Wykonanie szczegółowego zdjęcia geologicznego, analiza materiałów archiwalnych, zestawienie danych z dotychczasowych publikacji i zrealizowanych wcześniej opracowań kartograficznych dla arkuszy sąsiednich oraz wykonanie trzech otworów kartograficznych pozwoliły szczegółowo opracować stratygrafię i litologię występujących tu osadów czwartorzędowych i ich podłoża.

Po przeanalizowaniu uzyskanych danych stwierdzono, że na obszarze arkusza Malbork występują osady czterech zlodowaceń: najstarszych, południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich; oraz utwory interglacjałów: augustowskiego, wielkiego i eemskiego. Zlodowacenia najstarsze są reprezentowane przez utwory zlodowacenia Narwi, zlodowacenia południowopolskie — przez osady zlodowaceń: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2, zlodowacenia środkowopolskie — przez utwory zlodowaceń Odry i Warty, a zlodowacenia północnopolskie — przez osady stadiałów środkowego i górnego zlodowacenia Wisły.

Szereg problemów pozostaje nadal nie rozstrzygniętych. Dalszych badań wymaga:

- potwierdzenie występowania w tym rejonie utworów tylko stadiału środkowego i górnego zlodowacenia Wisły,
- szczegółowa dokumentacja osadów interglacjału eemskiego,
- potwierdzenie występowania osadów interglacjału mazowieckiego,

- geneza obniżenia osadów interglacialnych w rejonie Malborka,
- potwierdzenie występowania osadów zlodowacenia Sanu 2,
- geneza oraz zasięg zastoiska zlodowacenia Sanu 1.

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Hydrogeologicznym
Sp. z o.o. w Gdańsku

Zakład Kartografii Geologicznej
Państwowego Instytutu Geologicznego
w Warszawie

Gdańsk, 2003 r.

LITERATURA

- A r e ń B . , 1964 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 11. Trzeciorzęd. 1:300 000. Inst. Geol., Warszawa.
- B u t r y m J . , 1991 — Datowania TL. Opracowania specjalne wykonane do arkusza Elbląg Południe — w materiałach do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Elbląg Południe. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- C i u k E . , 1966 — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce. 1:500 000. Mapa ukształtowania stropu miocenu. Wyd. Geol., Warszawa.
- F e r t Z . , M a k a r e w i c z B . , Z a c z k i e w i c z B . , 2001 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Malbork (93). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- G a l o n R . , 1968a — Ewolucja sieci rzecznej na przedpolu zanikającego lądolodu. W: Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce (R. Galon, red.). *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 74.
- G a l o n R . , 1968b — Przebieg deglacjacji na obszarze Peribalticum. W: Ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce (R. Galon, red.). *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 74.
- G a l o n R . (r e d .) , 1972 — Geomorfologia Polski. 2. Część ogólna. PWN, Warszawa.
- G a l o n R . , R o s z k ó w n a L . , 1961 — Extents of the Scandinavian Glaciations and of their recession stages on the Territory of Poland in the light of an analysis of the marginal forms of inland ice. *Prz. Geogr.*, 33, 3.
- G a l o n R . , R o s z k ó w n a L . , 1967 — Zasięgi zlodowaceń skandynawskich i ich stadiałów recesyjnych na obszarze Polski. W: Czwartorzęd Polski (R. Galon, J. Dylik, red.). PWN, Warszawa.
- G i e l M . D . , 2002 — Orzeczenie mikropaleontologiczne dla dwudziestu próbek z wierceń P-I Świerki i P-III Stare Pole wykonanych na arkuszu Malbork (93) dla SMGP 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- J e n t z s c h A . , 1896 — Das Interglacial bei Marienburg und Dirschau. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 16.
- K e n i g K . , 1994 — Opracowanie litologiczno-petrograficzne. Opracowania specjalne wykonane do arkusza Elbląg Południe — w materiałach do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Elbląg Południe. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- K o n d r a c k i J . , 2002 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- K o t a ń s k i Z . , 1977 — Rozwój paleotektoniczny wyniesionej części starej platformy w Polsce w wałdaju i w kambrze. W: Z badań tektonicznych w Polsce. 5. *Biul. Inst. Geol.*, 303.

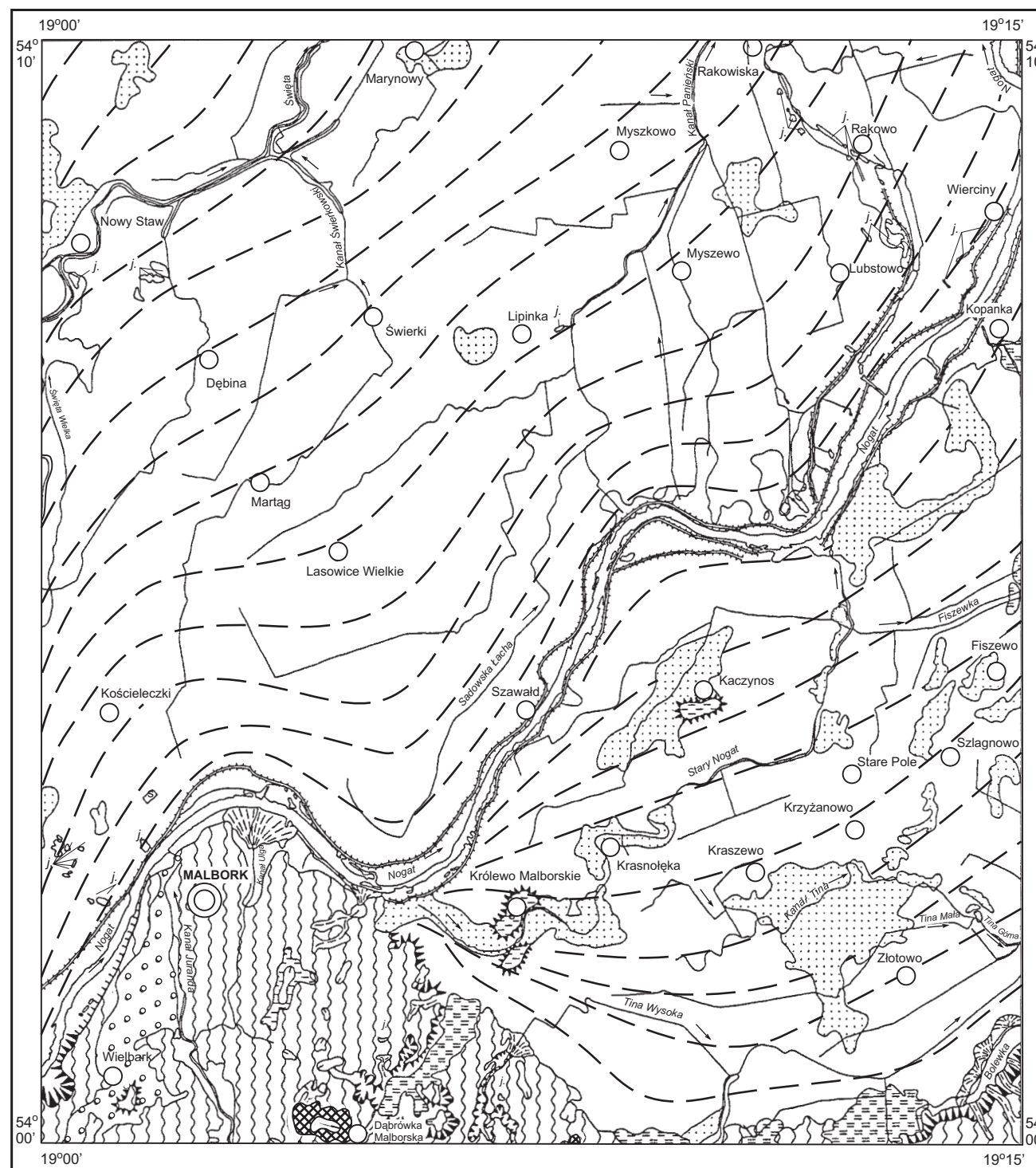
- K o t a ń s k i Z . , 1997 — Mapy geologiczne ścięcia poziomego 1:750 000. Atlas geologiczny Polski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1978a — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Elbląg, wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1978b — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Elbląg, wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1979 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Elbląg. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1984 — Osady morskie i rzeczne w rejonie doliny dolnej Wisły. W: Budowa geologiczna Polski. **1**. Stratygrafia. 3b. Kenozoik. Czwartorzęd (S. Sokołowski, J.E. Mojski, red.). Wyd. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1986 — Morza plejstocenijskie w Polsce — osady, wiek i paleogeografia. *Pr. Inst. Geol.*, **120**.
- M a k o w s k a A . , 1988 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Elbląg Północ (58). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1991 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Krynica Morska (30) i Elbląg Północ (58). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a k o w s k a A . , 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Elbląg Południe (94) (wraz z Objąszeniami). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a p a g r a w i m e t r y c z n a P o l s k i 1 : 2 0 0 0 0 0 , 1983 — Ark. Elbląg. Zakład Geofizyki Instytutu Geologicznego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M a r k s L . , 1988 — Relation of substrate to the Quaternary paleorelief and sediments, western Mazury and Warmia (northern Poland). *Kwart. AGH, Geologia*, **14**, 1.
- M a r k s L . , 1991 — Zasięgi lądolodów zlodowacenia Wisły w środkowej i wschodniej Polsce. *UAM Ser. Geogr.*, 50.
- M a r k s L . , 2002 — Last Glacial Maximum in Poland. *Quatern. Sc. Rev.*, 21.
- M o j s k i J . E . , 1987a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kąty (29), Nowy Dwór Gdański (57). Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , 1987b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sobieszewo (28), Drewnica (56). Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , 1987c — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Tczew (92). Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , 1988 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Tczew (92). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , 1990a — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kąty (29), Nowy Dwór Gdański (57). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , 1990b — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sobieszewo (28), Drewnica (56). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M o j s k i J . E . , R ü h l e E . , 1965 — Mapa ukształtowania podłoża czwartorzędowego w Polsce. W: Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. 1:3 000 000. 12, 2. Czwartorzęd. Inst. Geol., Warszawa.
- M o r y l J . , 1986 — Opracowanie litologiczno-petrograficzne. Opracowania specjalne wykonane do arkuszy Krynica Morska i Elbląg Północ — w materiałach do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Krynica Morska i Elbląg Północ. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- M o t y l - R a k o w s k a J . , S c h o e n e i c h K . , 1970 — Budowa geologiczna południowo-zachodniego skłonu antyklizy mazurskiej. W: Prace związane z problematyką struktur wgłębnych Polski. 3. (A. Tokarski, L. Teller, red.). *Acta Geol. Pol.*, **20**, 4.

- Nawrocki J., 2002 — Opracowanie paleomagnetyczne dla 53 prób pobranych z wiercenia kartograficznego: P II dla ark. Malbork SMGP w skali 1:50 000. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Nowak B. J., 1985 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych. Opracowanie specjalne dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sztum. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Nowicki A. J., 1965 — Mapa geologiczna trzeciorzędu lądowego w Polsce. 1:500 000. Mapa miąższości nadkładu miocenu. *Wyd. Geol., Warszawa.*
- Pachucki C., 1961 — Moreny czołowe ostatniego zlodowacenia na obszarze Peribalticum. *Rocz. Pol. Tow. Geol., 31, 2–4.*
- Pazdro Z., 1953 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Gdańsk, wyd. B. *Inst. Geol., Warszawa.*
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1997 — Neogene of the Polish Lowlands — lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Kwart. Geol., 41, 1.*
- Požaryski W., 1964 — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. *Kwart. Geol., 8, 1.*
- Požaryski W., Karnkowski P., 1992 — Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. 1:1 000 000. *Wyd. Geol., Warszawa.*
- Prac zbiorowa, 1974 — Budowa geologiczna Polski. 4. Tektonika. 1. Niż Polski. *Wyd. Geol., Warszawa.*
- Rabek W., 1988 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Sztum (132). *Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Rabek W., 1990 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sztum (132). *Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Roszkówna L., 1955 — Moreny czołowe zachodniego Pojezierza Mazurskiego. *Studia Soc. Sc. Torunensis. Sec., 2, 2.*
- Różycki S. Z., 1948 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Gdańsk, wyd. A. *Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Rühle E., 1955 — Przegląd wiadomości o podłożu czwartorzędu północno-wschodniej części Niżu Polskiego. W: Z badań czwartorzędu w Polsce. 6. *Biul. Inst. Geol., 70.*
- Rühle E., Mojski J. E., 1968 — Atlas geologiczny Polski 1:2 000 000 (J. Znosko, red.). *Czwartorzęd. Inst. Geol., Warszawa.*
- Tyski S. (red.), 1969 — Synekliza perybaltycka. 1. Budowa geologiczna. *Prace geostr. Inst. Geol., Warszawa.*
- Szałamacha G., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dzierżgoń (133) (wraz z Objasnieniami). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- Wrotek K., 1985 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Gniew (131). *Inst. Geol., Warszawa.*
- Wrotek K., 1986 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Gniew (131). *Inst. Geol., Warszawa.*
- Wysota W., 2002 — Stratygrafia i środowiska sedymentacji zlodowacenia Wisły w południowej części Dolnego Po-
wiśla. *Wyd. UMK, Toruń.*

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Malbork (93)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Formy lodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Wysoczyzna morenowa falista Moreny czołowe akumulacyjne <p>Formy wodnolodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny sandrowe i wodnolodowcowe Rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone Zagłębienia powstałe po martwym lodzie <p>Formy rzeczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Dna dolin rzecznych Wały rzeczne Równiny deltowe Krawędzie wysoczyzny Dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności, nierozdzielone | <p>Formy denudacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny denudacyjne Ostańce Stożki napływowe Długie stoki <p>Formy utworzone przez roślinność</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny torfowe <p>Formy antropogeniczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Wały przeciwpowodziowe Piaskownie (P) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Opracował: W. RABEK



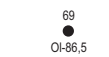


Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Malbork (93)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

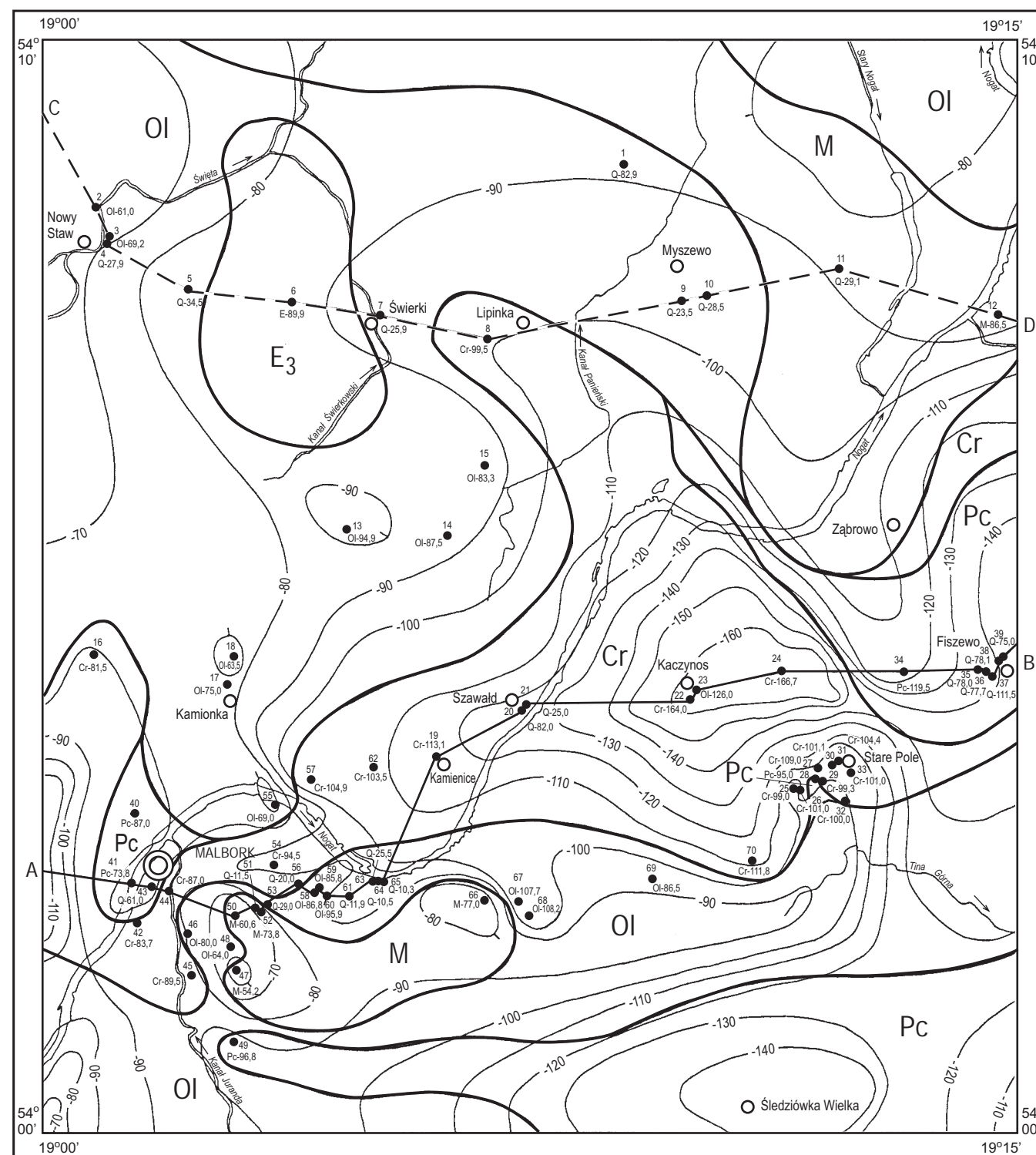
Skala 1:100 000

NEOGEN	MIOCEN	M	Piaski, mułki, ility i węgiel brunatny
PALEOGEN	OLIGOCEN	OI	Piaski glaukonitowe, mułki i ility
	EOCEN	E₃	Piaski i mułki
	PALEOCEN	Pc	Piaski i mułki
KREDA		Cr	Piaski, piaskowce i margle piaszczyste oraz margle i wapienie

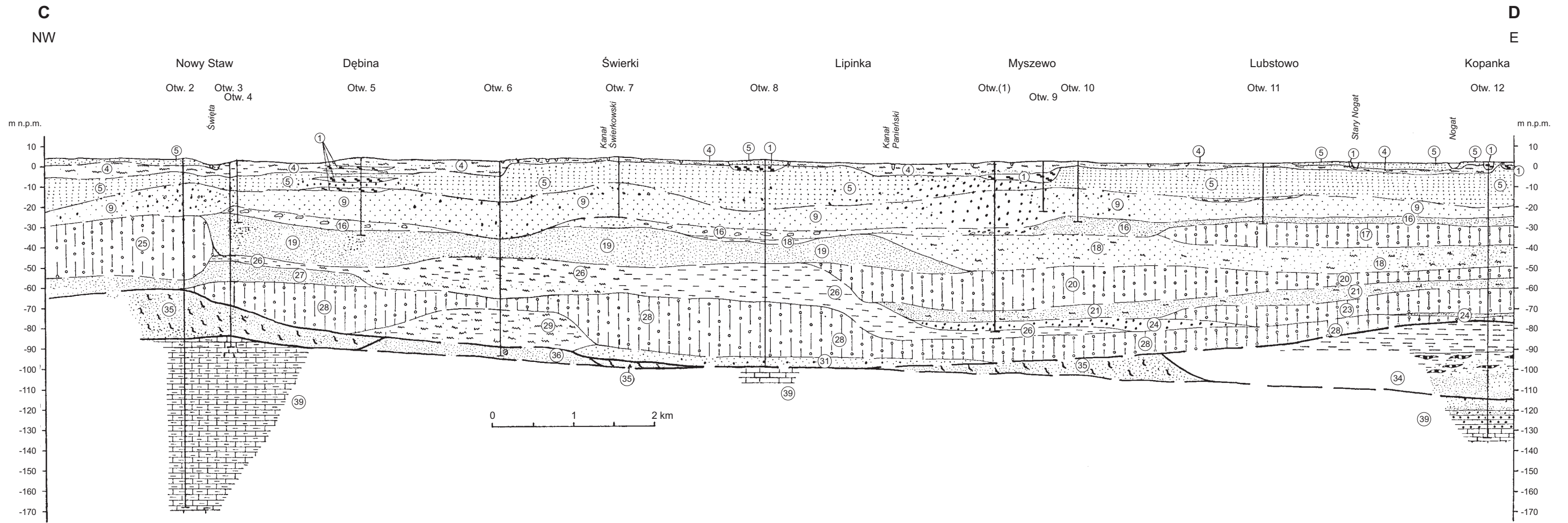
EOCEN
GÓRNY

-  Granice geologiczne
-  Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
-  Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q — czwartorzęd, M — miocen, OI — oligocen, E — eocen, Pc — paleocen, Cr — kreda; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)
-  A — B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej
-  C — D Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

Opracował: W. RABEK



PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 — t _{Qh} | 18 — imp _{Qp3} ^W | 25 — gzw _{Qp2} ^S | 34 — pmi _M |
| 4 — ma _{Qh} | 19 — p _{Qp3} ^L | 26 — mip _{Qp2} ^S | 35 — pGk _{Ol} |
| 5 — p _{Qh} | 20 — gzw _{Qp3} ^O | 27 — fg _{Qp2} ^N | 36 — pm _{E3} |
| 9 — fg _{Qp4} ^{B3} | 21 — mp _{Qp3} ^O | 28 — gzw _{Qp2} ^N | 39 — mew _{Cr} |
| 16 — fg _{Qp3} ^W | 23 — gzw _{Qp2} ^G | 29 — mpi _{Qp2} ^N | |
| 17 — gzw _{Qp3} ^W | 24 — fg _{Qp2} ^S | 31 — fg _{Qp1} ^{A3} | |

ZNAKI PETROGRAFICZNE:

- | | | | |
|--|-----------|--|-----------------|
| | Glazy | | Gliny zwalowe |
| | Żwiry | | Wapienie |
| | Piaski | | Margle |
| | Piaskowce | | Torfy |
| | Mułki | | Węgiel brunatny |
| | Iły | | |

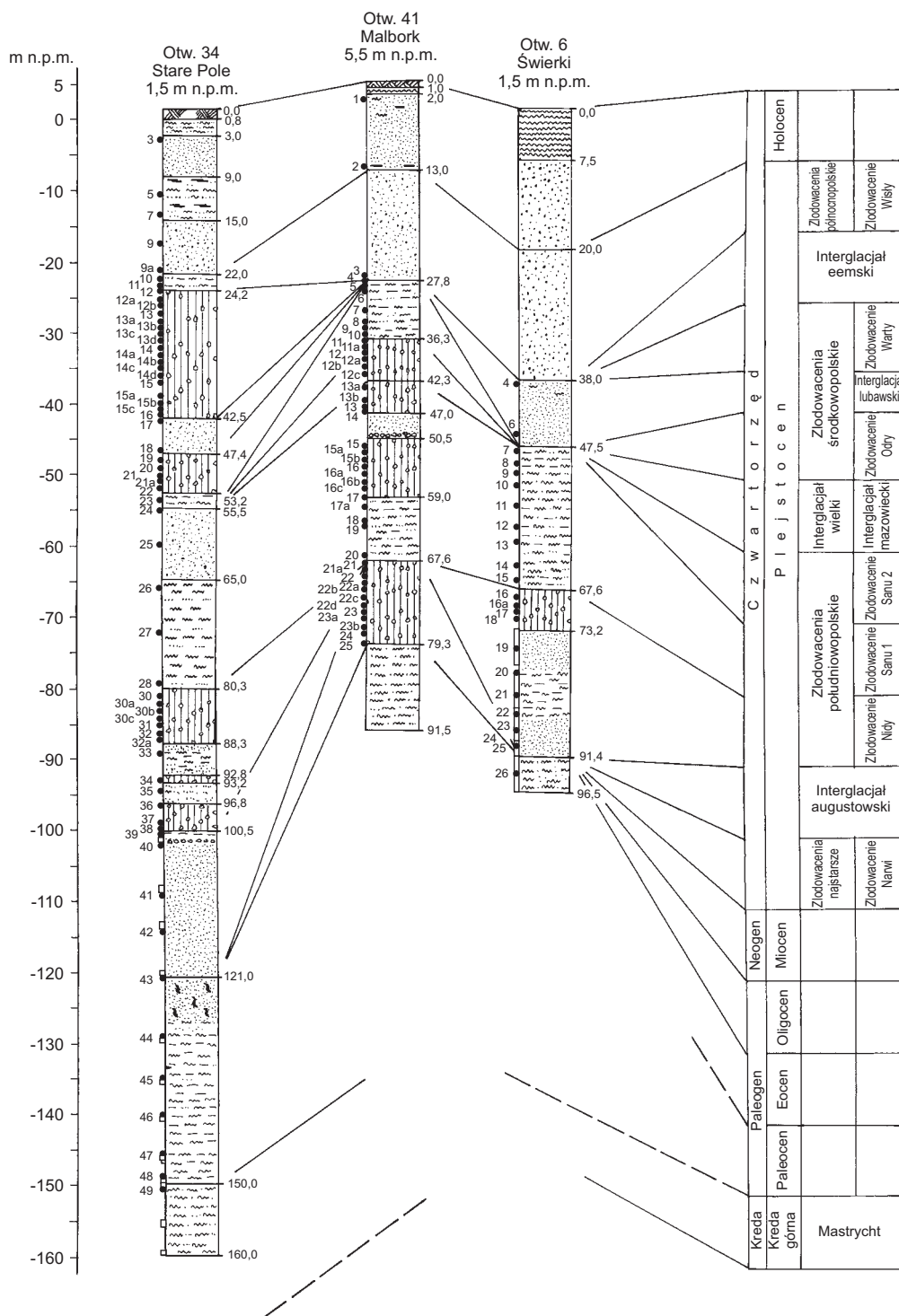
Otw. 2 — otwór wiertniczy leżący na płaszczyźnie przekroju

Otw.(1) — otwór wiertniczy rzutowany na płaszczyznę przekroju

U w a g a : pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej

Opracował: W. RABEK

ZESTAWIENIE PROFILI OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)



ZNAKI PETROGRAFICZNE:

	Glazy		Iły
	Żwiry		Gliny żwałowe
	Piaski		Torfy
	Mułki		Namuły

OZNACZENIA MIEJSC POBRANIA
PRÓBEK DO BADAŃ:

- — litologiczno-petrograficznych (14 — numer próbki)
- — mikropaleontologicznych

U w a g a : pozostałe objaśnienia
jak na mapie geologicznej

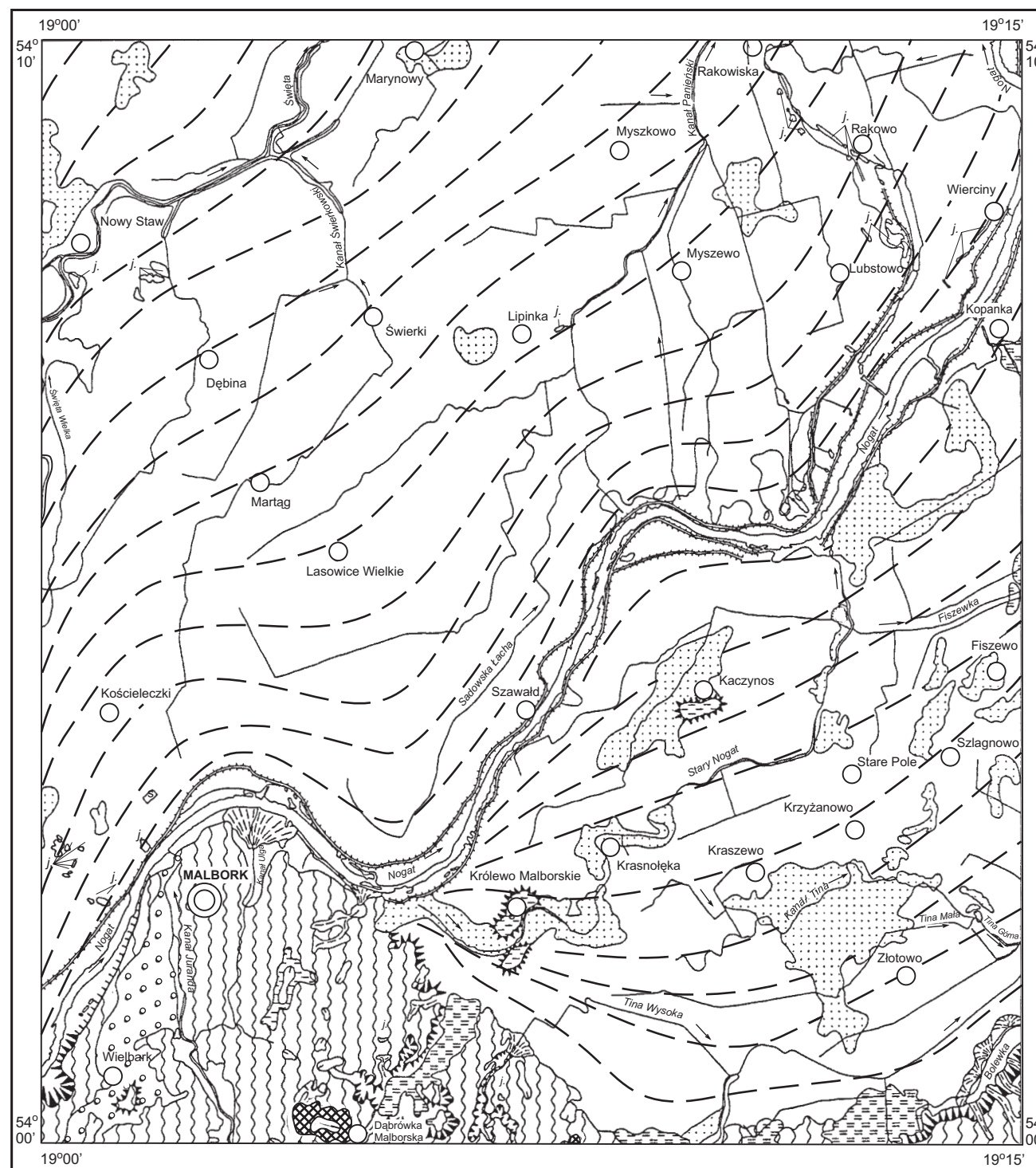
U w a g a : liczba oznacza głębokość występowania osadów w metrach

Opracował: W. RABEK

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Malbork (93)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa falista
- Moreny czołowe akumulacyjne

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe i wodnolodowcowe
- Rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Wały rzeczne
- Równiny deltowe
- Krawędzie wysoczyzny
- Dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności, nierozdzielone

Formy denudacyjne

- Równiny denudacyjne
- Ostańce
- Stożki napływowe
- Długie stoki

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Wały przeciwpowodziowe
- Piaskownie (P)

Opracował: W. RABEK








Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Malbork (93)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

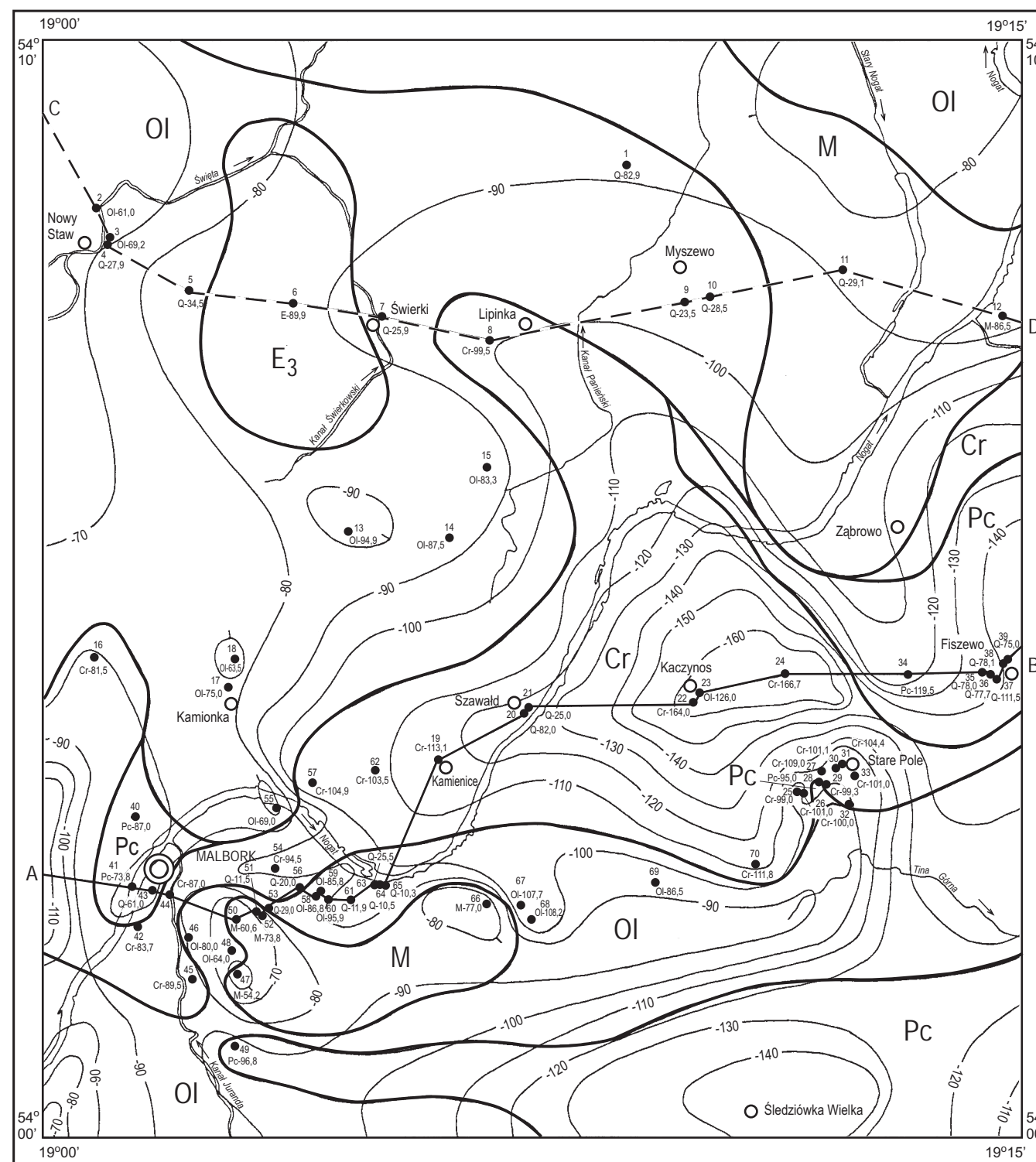
Skala 1:100 000

NEOGEN	MIOCEN	M	Piaski, mułki, ility i węgiel brunatny
PALEOGEN	OLIGOCEN	OI	Piaski glaukonitowe, mułki i ility
	EOCEN	E₃	Piaski i mułki
	PALEOCEN	Pc	Piaski i mułki
KREDA		Cr	Piaski, piaskowce i margle piaszczyste oraz margle i wapienie

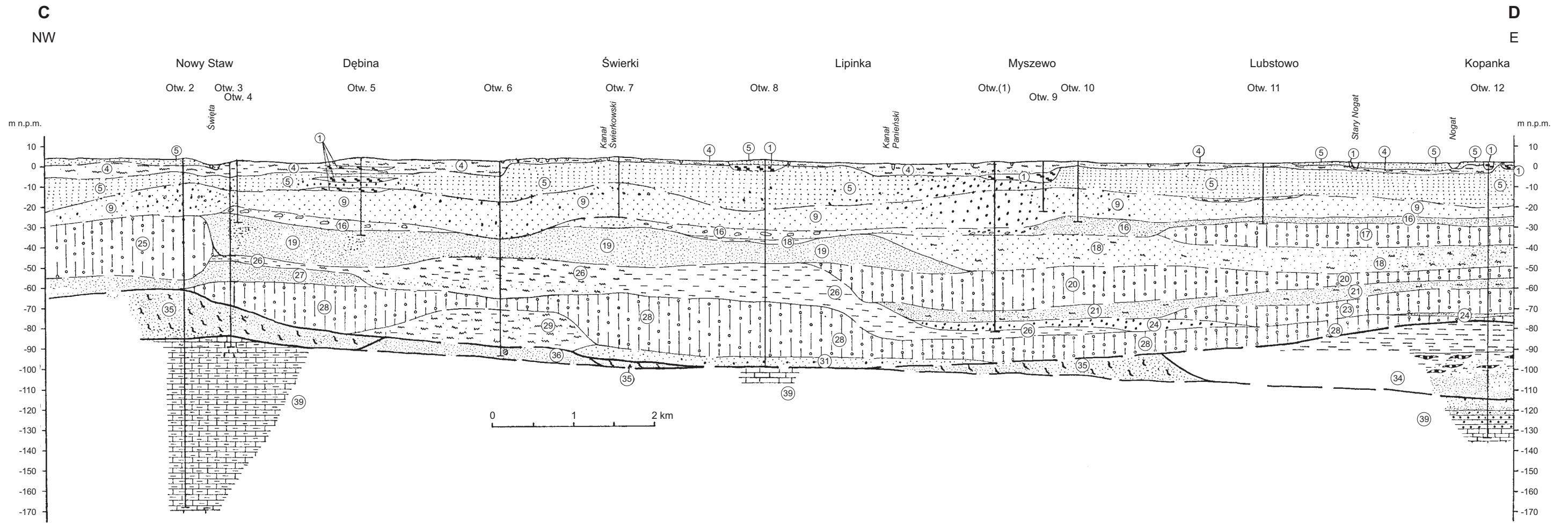
EOCEN
GÓRNY

-  Granice geologiczne
-  Izohipsy stropu utworów podczwartorzędowych w m n.p.m.
-  Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q — czwartorzęd, M — miocen, OI — oligocen, E — eocen, Pc — paleocen, Cr — kreda; liczba — wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędzu lub rzędną zakończenia otworu w osadach czwartorzędowych, w m n.p.m.)
-  A — B Linia przekroju geologicznego na mapie geologicznej
-  C — D Linia przekroju geologicznego załączonego w tekście

Opracował: W. RABEK



PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



- | | | | |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|
| 1 — tQ _h | 18 — imp ^b Q _{p3} ^W | 25 — gzw ^g Q _{p2} ^S | 34 — pmi ^M |
| 4 — ma ^f Q _h | 19 — p ^f Q _{p3} ^L | 26 — mip ^b Q _{p2} ^S | 35 — pGk ^{OI} |
| 5 — p ^f Q _h | 20 — gzw ^g Q _{p3} ^O | 27 — pż ^{fg} Q _{p2} ^N | 36 — pm ^{E3} |
| 9 — pż ^{fg} Q _{p4} ^{B3} | 21 — mp ^b Q _{p3} ^O | 28 — gzw ^g Q _{p2} ^N | 39 — mew ^{Cr} |
| 16 — pż ^{fg} Q _{p3} ^W | 23 — gzw ^g Q _{p2} ^G | 29 — mpi ^b Q _{p2} ^N | |
| 17 — gzw ^g Q _{p3} ^W | 24 — pż ^{fg} Q _{p2} ^S | 31 — pż ^{fg} Q _{p1} ^{A3} | |

ZNAKI PETROGRAFICZNE:

- | | | | |
|--|-----------|--|-----------------|
| | Glazy | | Gliny zwalowe |
| | Żwiry | | Wapienie |
| | Piaski | | Margle |
| | Piaskowce | | Torfy |
| | Mułki | | Węgiel brunatny |
| | Iły | | |

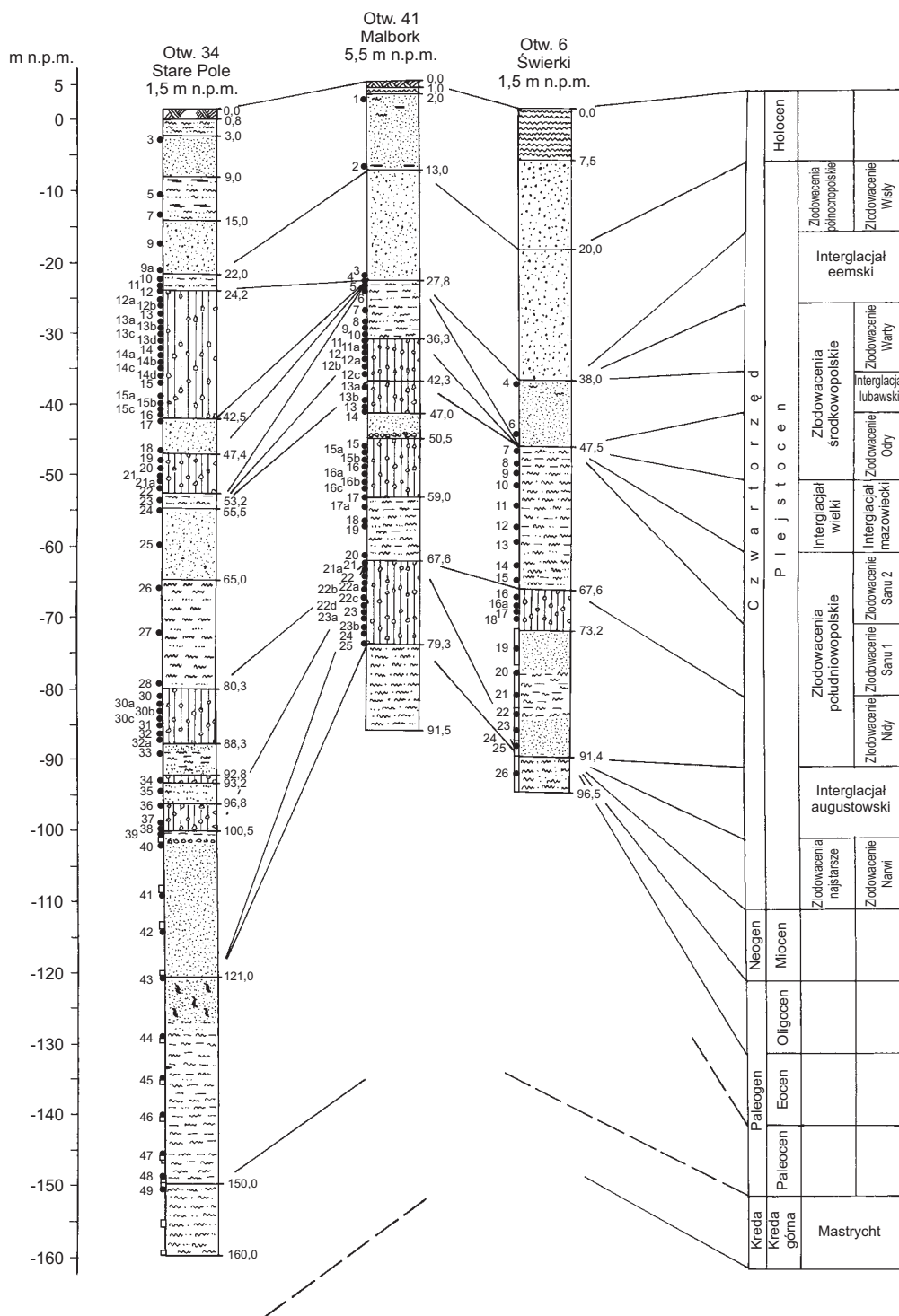
Otw. 2 — otwór wiertniczy leżący na płaszczyźnie przekroju

Otw.(1) — otwór wiertniczy rzutowany na płaszczyznę przekroju

U w a g a : pozostałe objaśnienia jak na mapie geologicznej

Opracował: W. RABEK

ZESTAWIENIE PROFILI OTWORÓW BADAWCZYCH DLA SMGP (KARTOGRAFICZNYCH)



ZNAKI PETROGRAFICZNE:

	Glazy		Iły
	Żwiry		Gliny żwałowe
	Piaski		Torfy
	Mułki		Namuły

**OZNACZENIA MIEJSC POBRANIA
PRÓBEK DO BADAŃ:**

- — litologiczno-petrograficznych (14 — numer próbki)
- — mikropaleontologicznych

U w a g a : pozostałe objaśnienia
jak na mapie geologicznej

U w a g a : liczba oznacza głębokość występowania osadów w metrach

Opracował: W. RABEK