



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ANDRZEJ WEŁNIAK

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

OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Nowe Miasto Lubawskie (248)
(z 3 tab. i 4 tabl.)



Ministerstwo Środowiska



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

WARSZAWA 2005

Autor: Andrzej WEŁNIAK
Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA,
ul. Berezyńska 39, 03-908, Warszawa

Redakcja merytoryczna: Dorota WAJCHT
Państwowy Instytut Geologiczny,
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Akceptował do udostępniania
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Leszek MARKS

ISBN 83-7372-754-X

© Copyright by Ministerstwo Środowiska
and Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2005

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

| | |
|---|----|
| I. Wstęp | 5 |
| II. Ukształtowanie powierzchni terenu | 8 |
| III. Budowa geologiczna | 12 |
| A. Stratygrafia. | 12 |
| 1. Trzeciorzęd | 12 |
| a. Paleogen. | 12 |
| Paleocen | 12 |
| Paleocen dolny (mont) | 12 |
| Oligocen | 13 |
| b. Neogen | 13 |
| Miocen | 13 |
| 2. Czwartorzęd | 14 |
| a. Plejstocen | 14 |
| Zlodowacenie najstarsze | 17 |
| Zlodowacenie Narwi | 17 |
| Stadiał dolny | 17 |
| Stadiał górny | 18 |
| Zlodowacenia południowopolskie | 18 |
| Zlodowacenie Nidy | 19 |
| Stadiał dolny | 19 |
| Stadiał górny | 20 |
| Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi) | 21 |
| Interglacjał wielki | 21 |
| Interglacjał mazowiecki | 21 |
| Zlodowacenie Liwca | 23 |
| Interglacjał Zbójna | 24 |

| | |
|--|----|
| Zlodowacenia środkowopolskie | 24 |
| Zlodowacenie Odry | 24 |
| Stadiał dolny | 24 |
| Stadiał górny | 25 |
| Zlodowacenie Warty | 27 |
| Stadiał dolny | 27 |
| Stadiał środkowy | 27 |
| Interstadiał | 29 |
| Stadiał górny | 29 |
| Interglacjał emski | 31 |
| Zlodowacenia północnopolskie | 31 |
| Zlodowacenie Wisły | 32 |
| Stadiał środkowy | 32 |
| Stadiał górny | 33 |
| b. Czwartorzęd nierozdzielony | 36 |
| c. Holocen | 37 |
| B. Ukształtowanie powierzchni podłoża czwartorzędu | 38 |
| C. Rozwój budowy geologicznej | 39 |
| IV. Podsumowanie | 45 |
| L i t e r a t u r a | 46 |

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 wiertniczych badawczych dla SMGP (kartograficznych)

I. WSTĘP

Obszar arkusza Nowe Miasto Lubawskie (248) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 o powierzchni 309 km² ograniczają następujące współrzędne geograficzne: 19°30'–19°45' długości geograficznej wschodniej oraz 53°20'–53°30' szerokości geograficznej północnej. Wchodzi on w skład makroregionu Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie i obejmuje następujące mezoregiony geograficzne: Dolinę Drwęcy, Garb Lubawski i Pojezierze Brodnickie (Kondracki, 2000).

Zgodnie z aktualnym podziałem administracyjnym obszar badań znajduje się w województwie warmińsko-mazurskim; na obszarze gmin: Nowe Miasto Lubawskie, Kurzętnik i Grodziczno, w powiecie Nowe Miasto Lubawskie oraz gminy Lubawa, w powiecie Iława. Jedynie niewielki, południowy i południowo-zachodni fragment omawianego terenu leży w województwie kujawsko-pomorskim, w gminach Zbiczno i Brzozie, w powiecie Brodnica.

Na obszarze omawianego arkusza znajdują się fragmenty otuliny Parku Krajobrazowego Pojezierza Brodnickiego. Lasy należą do nadleśnictw: Iława, Brodnica i Gardeja.

Na rozpatrywanym terenie sieć osadnicza skupia się głównie wzdłuż doliny rzeki Drwęcy. Największymi miejscowościami są: Nowe Miasto Lubawskie i Kurzętnik. Do większych wsi należą: Morzęgi, Tylice, Gwiździny, Mroczo, Krzemieniewo, Brzozie Lubawskie, Marzęcice, Mikołajki i Nowy Dwór. Przez teren arkusza przebiega droga I klasy Toruń–Olsztyn poprzez Nowe Miasto Lubawskie, a także linia kolejowa Warszawa–Gdańsk.

Niniejszy arkusz wykonany został zgodnie ze znowelizowaną Instrukcją w sprawie opracowania i wydania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 w ujęciu kompleksowym na podstawie umowy z Państwowym Instytutem Geologicznym o numerze KOK/17/19 z dnia 05.05.1997 r.

Zdjęcie geologiczne omawianego obszaru wykonano na podkładzie mapy topograficznej w skali 1:25 000, w latach 2000–2002. W trakcie terenowych prac kartograficznych wykonano i sprofilowano 235 sond mechanicznych WH o głębokości 4,0–20,0 m i łącznym metrażu 1602,4 m oraz 1836 sond ręcznych o głębokości 1,8–2,3 m i łącznym metrażu 3496,7 m. Sprofilowano i opisano

64 odsłonecia naturalne o głębokości 2,0–7,0 m. Łączna ilość punktów dokumentacyjnych wynosi 2135, średnio 7 punktów na 1 km². Wybrane punkty dokumentacyjne przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych

| Numer punktu | | Rodzaj punktu* | Lokalizacja (miejscowość) | Rzędna (m n.p.m.) | Głębokość (m) |
|-----------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|-------------------|---------------|
| na mapie geologicznej | w notatniku terenowym | | | | |
| 7 | 202 | sm | Targowisko | 114,8 | 15,0 |
| 4 | 203 | sm | Chrośle | 102,0 | 20,0 |
| 3 | 204 | sm | Nowy Dwór | 113,5 | 12,0 |
| 2 | 205 | sm | Nowy Dwór | 102,0 | 20,0 |
| 8 | 206 | sm | Adrian | 87,2 | 20,0 |
| 16 | 207 | sm | Marzęcice | 137,5 | 12,8 |
| 9 | 208 | sm | Nawra | 148,2 | 19,0 |
| 11 | 209 | sm | Bratian | 135,0 | 13,8 |
| 15 | 210 | sm | Jakubkowo | 121,5 | 20,0 |
| 13 | 211 | sm | Kaczek | 109,0 | 20,0 |
| 14 | 212 | sm | Kaczek | 126,0 | 10,5 |
| 12 | 213 | sm | Bratian | 127,5 | 15,0 |
| 20 | 214 | sm | Lipowiec | 101,5 | 20,0 |
| 21 | 215 | sm | Taborowizna | 89,5 | 20,0 |
| 17 | 216 | sm | Pacółtowo | 126,5 | 20,0 |
| 5 | 217 | sm | Rakowice | 101,0 | 20,0 |
| 19 | 218 | sm | Kuligi | 101,5 | 20,0 |
| 25 | 219 | sm | Szramowo | 101,0 | 15,0 |
| 26 | 220 | sm | Szramowo | 121,3 | 20,0 |
| 27 | 221 | sm | Mroczo | 145,5 | 15,0 |
| 24 | 222 | sm | Gwiżdżyny | 106,5 | 20,0 |
| 18 | 224 | sm | Tylice | 125,2 | 20,0 |
| 6 | 225 | sm | Samplawa | 106,5 | 15,0 |
| 1 | 227 | sm | Lekarty | 125,0 | 20,0 |
| 10 | 228 | sm | Nawra | 142,5 | 19,6 |
| 22 | 229 | sm | Nowe Miasto Lubawskie | 126,5 | 15,0 |
| 23 | 230 | sm | Kurzętnik | 132,0 | 20,0 |
| 28 | 231 | sm | Mroczo | 138,5 | 15,0 |
| 29 | 232 | sm | Wąs | 114,0 | 20,0 |

*sm — sonda mechaniczna

Materiał dokumentacyjny zebrany w trakcie prac terenowych uzupełniony został materiałami archiwalnymi, na które złożyły się: profile otworów studziennych, profile kilkudziesięciu otworów surowcowych wykonanych za pomocą sond mechanicznych WH i profile sond ręcznych wykonanych przy dokumentacji torfowisk.

W celu rozpoznania budowy geologicznej osadów czwartorzędowych oraz ich bezpośredniego podłoża wykonano dwa otwory kartograficzne o łącznym metrażu 523,0 m: Nowy Dwór (otw. 10)

o głębokości 270,0 m i Krzemieniewo (otw. 45) o głębokości 253,0 m. Wiercenia te przebiły osady czwartorzędowe i zostały zakończone w utworach trzeciorzędowych (paleogen dolny — mont).

Przed wykonaniem otworów kartograficznych, w oparciu o dokonane pomiary geoelektryczne wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B, wykonano dokumentację badań elektrooporowych. Badania zostały wykonane przez firmę Bipromel (Okrasa, 2001).

Dla potrzeb niniejszego opracowania korzystano również z półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego (Twarogowski, Petecki, 2002). Badania te nie dały jednak oczekiwanych rezultatów, szczególnie dla obszarów w południowej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza, gdzie nie określiły jednoznacznie granicy pomiędzy osadami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi. Jest to generalnie teren ubogi w opracowania geofizyczne dotyczące czwartorzędu i jego podłoża.

W celu określenia cech litologiczno-petrograficznych osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych pobrano i przebadano łącznie 219 próbek pobranych z otworów kartograficznych. W zakres tych badań wchodziły następujące analizy: uziarnienia, składu petrograficznego żwirów frakcji 0,5–1,0 mm, obtoczenia ziarn kwarcu frakcji 0,5–1,0 mm oraz badanie zawartości CaCO₃ (we frakcji poniżej 0,1 mm). Badania zostały wykonane w Laboratorium Surowcowym i Dziale Geologii Złożowej i Kartografii Przedsiębiorstwa Geologicznego „Polgeol” w Warszawie (Jeleński, 2002).

Wykonano również analizy palinologiczne osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych (Kuszell, 2001). Analizie poddano 9 próbek: 6 próbek pobranych z otworu Nowy Dwór (otw. 10) i 3 próbki z otworu Krzemieniewo (otw. 45). Określone zostało dzięki temu spektrum pyłkowe oraz wiek osadów. Analizy mikropaleontologiczne wykonane zostały na 4 próbkach. Z otworów: Nowy Dwór (otw. 10) i Krzemieniewo (otw. 45) pobrano po dwie próbki do badań. Ich wyniki określiły skład gatunkowy mikrofauny oraz wiek osadów (Gawor-Biedowa, 2001).

Na obszarze arkusza wykonano 126 otworów studziennych, niestety bardzo nierównomiernie rozmieszczonych. Ponad połowa z nich znajduje się w rejonie Nowe Miasto Lubawskie–Kurzętnik. Według autora mapy żadne z tych wierceń nie przebiło osadów czwartorzędowych, a kilka z nich — otwory: 6, 37, 39 i 47, zakończonych zostało w krach osadów trzeciorzędowych (iłach poznańskich).

Dokumentacje surowcowe dotyczą głównie poszukiwań złóż torfów i kredy jeziornej w dolinach rzek: Drwęcy, Weli i Grobnicy, kruszywa naturalnego w rejonie Nielbarka, Kurzętnika i Nowego Miasta Lubawskiego oraz ilów w rejonie Nawra–Kornatki. Ponadto na obszarze omawianego arkusza wykonano 11 opracowań geologiczno-inżynierskich, a w północnej i północno-zachodniej części sporządzono 2 opracowania geofizyczne dla dokumentacji podłoża czwartorzędu.

Najstarsze badania geologiczne na tym obszarze pochodzą z przełomu XIX i XX wieku. Ich obszerną monografię zawierają prace Sonntaga (1919) i Woldstedta (1950, 1958, 1969). Starsze prace

opierają się jedynie na obserwacjach morfologicznych, ich wyniki przedstawiono w postaci Przeglądowej mapy geologicznej Polski w skali 1:300 000, arkusz Toruń, wydania: A i B (Galon, 1947; Galon, Pacowska, 1953).

Dotychczasowe badania podłoża czwartorzędu to prace dotyczące trzeciorzędu oraz podłoża permsko-mezozoicznego Polski północno-wschodniej (Modliński, 1975; Piwocki, 1970; Marzec, 1973; Uberna, 1974; Ciuk, 1970; Gawor-Biedowa, 1973). Badania utworów czwartorzędowych prowadzone były głównie pod kątem zagadnień geomorfologicznych i zagadnień geologii stosowanej.

Rozmieszczeniem, ukształtowaniem i budową moren czołowych oraz analizą faz postoju i recesji ostatniego zlodowacenia zajmowali się: Okołowicz (1948), Galon (1952), Roszkówna (1955, 1968), Niewiarowski (1959, 1968), Galon i Roszkówna (1967). Morfologię i budowę sandrów badali: Wiśniewski (1970) i Niewiarowski (1984), ozów: Churski (1964) i Rotnicki (1960), Kotarbiński, (1971), morfologię i wiek Drwęcy: Galon (1931), Churski (1961, 1966), Brodniewicz (1966), Wiśniewski i Noryśkiewicz (1971). Jeziorami zajmował się Mrozek (1961). Ponadto wymienić należy prace Baranieckiej (1984), Niewiarowskiego i Wysoty (1986) oraz Wysoty (1992, 1996).

Obszar badań został objęty m. in. przez Mapę geomorfologiczną w skali 1:50 000, arkusz Nowe Miasto Lubawskie (Churski, 1962), a także wydaną w 1978 r. Mapę geologiczną Polski w skali 1:200 000, arkusz Iława wraz z objaśnieniami (Makowska, 1978, 1980), która zawarła syntezę wiedzy geologicznej dotyczącą opracowanego arkusza. Bardzo pomocny był również arkusz Brodnica tej samej mapy (Churski i inni, 1976; Galon i inni, 1979; Kotarbiński, 1979). W latach poprzedzających opublikowanie mapy oraz w latach następujących po jej wydaniu pojawiły się liczne prace dotyczące stratygrafii interglacjału eemskiego i zlodowaceń północnopolskich. Należą do nich prace Galona (1977, 1982), Makowskiej (1975, 1976, 1979, 1980, 1986) oraz Mojskiego (1984). Zależnościami między podłożem a sposobem wykształcenia utworów czwartorzędowych zajmował się w swoich publikacjach Marks (1980, 1988, 1991, 1995). Kilka kilometrów na północny wschód od obszaru arkusza, w lasach koło Lubawy, znajduje się stanowisko flory kopalnej opisane przez Krupińskiego i Marksa (1985, 1986). W 1997 roku zakończono prace na obszarach przyległych arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski: Górzno i Lidzbark Welski (Wysota, 1997, 1998), a w 2002 roku na arkuszu Skarlin (Węniak, Lichwa).

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Rzeźba terenu arkusza Nowe Miasto Lubawskie cechuje się dużym bogactwem form o różnej genezie (tabl. I).

Podstawowymi jednostkami geomorfologicznymi są duże fragmenty w y s o c z y z n m o r e - n o w y c h — falistej i płaskiej, porozcinanych przez dolinę Drwęcy i jej lewobrzeżne dopływy — rzekę Wel i Grobnicę.

Wschodnią i południowo-wschodnią część obszaru arkusza zajmuje Garb Lubawski. Dominuje tu wysoczyzna morenowa falista. Wznosi się ona do wysokości od 110,0 m n.p.m. w rejonie północnym, do 160,0 m n.p.m. w południowej części omawianego terenu, z lokalną kulminacją w okolicach wsi Gwiżdżiny (168,2 m n.p.m.). W rejonie Rakowice–Mortęgi–Lubawa ma charakter wysoczyzny morenowej płaskiej. Poszczególne formy wklęsłe i wypukłe mają wysokości względne od kilku do dwudziestu kilku metrów.

W tej części wysoczyzny wcięte są doliny dwóch rzek Weli i Grobnicy na głębokość 20,0–30,0 m.

Fragment pojezierza leżący na zachód od doliny Drwęcy ma charakter wysoczyzny morenowej falistej, rozciągającej się na wysokości od 115,0 do 161,5 m w rejonie Marzęcic i tylko na zachód od linii Mikołajki–Marzęcice ma on charakter wysoczyzny morenowej płaskiej.

Obszary wysoczyznowe rozdzielone są przez dolinę rzeki Drwęcy, przebiegającą z północy na południowy zachód terenu badań. Na tym odcinku ma ona szerokość 0,5–1,0 km, rozszerza się do 1,5–2,0 km w kierunku północnym od Bratiana oraz na południu w rejonie Szramowa. Wcięcie rzeki (licząc od powierzchni sąsiadującej wysoczyzny morenowej do tarasu zalewowego rzeki) wynosi około 30–40 m. Występują tu duże kontrasty morfologiczne. W dolinie rzeki szeroko rozwinięte są tarasy akumulacyjne — taras zalewowy z licznymi meandrami i starorzeczami oraz wyżej występujące fragmenty tarasów nadzalewowych.

Maksymalne różnice wysokości na terenie arkusza wynoszą 93,7 m, od 75,5 m n.p.m. w dolinie Drwęcy przy południowej krawędzi arkusza do 168,2 m n.p.m. w rejonie wsi Gwiżdżiny w centralnej części obszaru badań.

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe występują na obszarze arkusza w kilku miejscach. Najwyżej położony poziom sandrowy występuje w południowo-zachodniej części arkusza w rejonie Lipowiec–Kąciki. Powierzchnia sandru jest urozmaicona (sandr dziurawy), zalega na wysokości około 125 m n.p.m. i jest zawieszona nad doliną Drwęcy (Niewiarowski, 1986). Drugi obszar równin sandrowych występuje w dolinie rzeki Wel między Lorkami a Tylicami w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, na wysokości 100,0–120,0 m n.p.m. Trzeci obszar sandrowy występuje w dolinie Drwęcy między Bratianem a Pustkami na północy i Kurzętnikiem a Szramowem na południu. Kształtuje się na wysokości 95,0–110,0 m n.p.m. Powierzchnie sandrowe znajdują się również w ryjni Jeziora Skarlińskiego. Osadzone w fazie późnego glaciału, wykształcone są w postaci wąskich listew. Występują one na wysokości 88,0–95,0 m n.p.m.

Niecki wytopiskowe znajdują się tylko na południowym wschodzie — w rejonie miejscowości Wąs i północnym zachodzie, w rejonie Nowego Dworu i Radomna. W ich obrębie występują kemy, a obniżenia między nimi wypełniają równiny torfowe.

Moreny czołowe akumulacyjne tworzą ciąg wzgórz w rejonie Kamionki–Nowe Miasto Lubawskie–Bratian oraz Kuligi–Linowiec–Krakus. W rejonie Kurzętnika ciąg wzgórz morenowych przelamuje rzeka Drwęca, tworząc ciekawy element krajobrazowy. Formy te mają urozmaiconą morfologię, od wzgórz ze stromymi zboczami do rozległych masywów. Niektóre z nich mają charakter stoliw. Ich wysokość bezwzględna wynosi ponad 140,0 m n.p.m. w rejonie Kurzętnika i 120,0–130,0 m n.p.m. w rejonie Linowiec–Kuligi. Wysokość względna wynosi przeciętnie kilkanaście metrów, chociaż bywają formy o wysokości względnej nawet 30,0–40,0 m (na wschód od Nowego Miasta Lubawskiego).

Moreny martwego lodu występują w południowo-wschodniej części obszaru arkusza (rejon Mroczna) na wysokości 140,0–165,0 m n.p.m. oraz na północnym zachodzie (Nowy Dwór–Le-karty) na wysokości 120,0–140,0 m n.p.m., a także w centralnej części arkusza (Tylice).

Wysokość względna tych form rzadko sięga kilkunastu metrów, najczęściej oscylując od kilku do dziesięciu metrów.

Pojedyncza forma akumulacji szczyłowej, o z, występuje w rejonie Kurzętnika. Podstawa ozu znajduje się na wysokości około 126 m n.p.m., natomiast kulminacja na wysokości 136,0 m n.p.m. (Churski, 1964). Jest to niewielka forma, o długości około 700 m. Jej szerokość u podstawy wynosi około 40 m, wysokość około 5–10 m, a nachylenie zboczy dochodzi do 30°.

Kemy występują na obszarze arkusza w trzech zgrupowaniach. Jeden zespół tych form, w rejonie Wąsa, znajduje się w obrębie niecki wytopiskowej. Również kemy w rejonie Nowy Dwór–Pręgowizna oraz Chrośle–Pustki występują w obrębie niecek wytopiskowych. Ponadto na obszarze arkusza znajduje się szereg pojedynczych form tego typu, najczęściej o niewielkich rozmiarach i wysokości względnej do kilku metrów.

Taras kemowe występują w rejonie Mroczna i Nowego Dworu. W rejonie Mroczna taras kemowy rozciąga się na wysokości 130,0–140,0 m n.p.m., ma długość około 1 km, szerokość około 150–200 m, a nachylenie jego stoków jest łagodne. Tarasy kemowe występujące w rejonie Nowego Dworu mają niewielkie rozmiary. Długość ich wynosi około 400–500 m, szerokość od kilkudziesięciu do około 200 m, a nachylenie stoków około 15°. Tarasy te leżą na wysokości 115,0–125,0 m n.p.m.

Na znacznym obszarze, szczególnie w strefie przykrawędziowej dolin rzecznych i rynien lodowcowych, występuje typowa rzeźba młodoglacjalna. Głębokie wcięcie w podłoże rzeki Drwęcy oraz nawiązujące do jej bazy erozyjnej mniejszych rzek — Weli i Grobnicy, spowodowało odsłonięcie się w wielu miejscach starszych osadów lodowcowych (gliny zwałowe, piaski lodowcowe), rzadziej osadów piaszczysto-mułkowych. Również w dolinach jezior rynnowych (jeziora: Skarlińskie i Sugajno) nastąpiło odsłonięcie starszych utworów lodowcowych (powierzchnie erozyjne wód roztopowych).

Ważną rolę w morfologii terenu odgrywają rynnysubglacialne (polodowcowe), obecnie wypełnione przez utwory torfowe i gytie, bądź jeziora, oraz miejscami rynnyskorzystywane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone. Szerokość tych rynien nie jest duża, najczęściej około 300–500 m, długość wynosi około 2–4 km, a głębokość około 15–25 m.

Rzeźba polodowcowa podlegała znacznym przeobrażeniom w czasie późnego glaciału. Powstawały nowe formy, głównie wytopiskowe, a w nich liczne jeziora oraz formy denudacyjne najlepiej rozwinięte na zboczach doliny Drwęcy i Grobnicy oraz w dolnym biegu rzeki Wel. Na obszarze tym brak jest form pochodzenia eolicznego, tylko w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, w rejonie Lipowca, na wysokości 125,0–135,0 m n.p.m. występują dwie niewielkie wydmy o wysokości względnej 5,0–7,0 m.

W holocenie wzdłuż cieków wodnych (Drwęcy i Weli) oraz w dnach rynien subglacialnych, tworzyły się równiny torfowe.

Od około sześciu tysięcy lat zaznacza się oddziaływanie człowieka na rzeźbę terenu. Najbardziej powszechnie wyraziło się ono przeobrażeniem stoków wskutek denudacji antropogenicznej (przyspieszonej naturalnej i agrotechnicznej) i powstaniem u ich podnóża pokryw denudacyjnych, a w tym tarasów rolnych. Widoczne formy antropogeniczne związane są z eksploatacją surowców mineralnych (piaskownie, piaskownie-żwirownie, glinianki, hałdy kopalniane), z budownictwem dróg i kolei (wkopy i nasypy), oraz z osadnictwem (zrównywanie terenu, grodziska, wysypiska odpadów komunalnych, osadniki). Działalność człowieka związana z karczowaniem lasów sprzyjała także powstawaniu i rozwojowi następujących form: wąwozów, parowów i młodych rozcięć erozyjnych.

*

* *

Cały obszar arkusza odwadniany jest przez rzekę Drwęcę, której długość na obszarze arkusza wynosi około 21 km, oraz jej lewobrzeżne dopływy: Wel, Grobnicę i Sandellę, a także mniejsze ciekibez nazwy. Tylko w północno-zachodniej części obszaru arkusza kilka niewielkich cieków, często okresowych, uchodzi do Jeziora Skarlińskiego.

Charakterystycznym elementem hydrograficznym obszaru arkusza Nowe Miasto Lubawskie są jeziora rynnowe. Są to najczęściej niewielkie, podłużne zbiorniki wodne o długości 500,0–1500,0 m i szerokości 200,0–300,0 m, takie jak jeziora: Sugajno, Fabryczne i Rakowickie. Wyjątek stanowi Jezioro Skarlińskie, którego długość w obrębie arkusza wynosi 3,0 km, a szerokość 500,0 m i zajmuje 1,0 km². Jego maksymalna głębokość wynosi 15,1 m.

Ważnymi elementami hydrograficznymi są również mokradła, wycieki oraz wysięki. Mokradła występują w dnach dolin rzecznych, rynien subglacialnych oraz zagłębieniach po martwym lodzie, a także w obrębie tarasów rzeki Drwęcy. Wycieki i wysięki stwierdzono również na stokach wysoczyzny oraz w dolinie wyżej wymienionej rzeki.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Na obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie do czasu rozpoczęcia prac kartograficznych nie było wierceń przebijających osady czwartorzędowe, których miąższość jest tu bardzo duża (nawet powyżej 250 m). Wykonane dla potrzeb niniejszego opracowania dwa otwory kartograficzne dostarczyły materiału na temat poznania budowy geologicznej bezpośredniego podłoża czwartorzędu i samych utworów czwartorzędowych w tym rejonie.

1. Trzeciorząd

Osady trzeciorzędowe nawiercono dwoma otworami kartograficznymi: Nowy Dwór (otw. 10) i Krzemieniewo (otw. 45). W otworze Nowy Dwór na wysokości 118,8 m p.p.m. nawiercono osady paleocenu dolnego (montu), natomiast w otworze Krzemieniewo — 100,8 m p.p.m. — osady miocenijskie (tabl. II i IV). Niżej, cienką warstewką (2,8 m), zalegają osady oligocenijskie podścielone przez osady paleocenu dolnego (montu).

Iły pstry (poznańskie), nawiercone w czterech wierceniach studziennych, okazały się krami i porwakami osadów miocenu górnego wśród utworów czwartorzędowych

a. Paleogen

Paleocen

Paleocen dolny (mont)

Osady tego wieku — piaskowce wapniste i piaski wapniste, z glaukonitami zostały nawiercone w otworze 10 w Nowym Dworze, na głębokości 263,8–270,0 (118,8–125,0 m p.p.m.). Są to powstałe w ciepłym morzu piaskowce wapniste słabozwięzłe, a także miejscami piaski wapniste, zielonoszare, z pokruszonymi skorupkami fauny mięczaków, z zespołem otwornic, licznymi kolcami jeżowców i nielicznymi zębami ryb. Na przeciwnym skraju arkusza, w południowo-wschodniej jego części, w otworze 45 w Krzemieniewie, osady paleocenu dolnego zostały nawiercone na głębokości 247,5–253,0 m (104,0–109,5 m p.p.m.). Są one wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych, szarozielonych. Pobrane z tych osadów próbki należą do paleogenu (paleocen dol-

ny — mont; Gawor-Biedowa, 2001). Liczne zespoły otwornic występujące w tych osadach zawierają elementy fauny ciepłolubnej reprezentowane przez gatunki rodzaju *Mississipina*, *Subbotina* i *Globorotalia*. Analiza pyłkowa próbek osadów pobranych z profilów obu otworów: 10 i 45, nie dała wyników pozwalających na odtworzenie zbiorowisk roślinnych i dokładne określenie ich wieku. Pozwoliła tylko stwierdzić, że osady ze spagowych odcinków profilów otworów zawierają cysty *Dinoflagellata*, które są pochodzenia morskiego i zdeponowane były prawdopodobnie w paleogenie. Za takim wnioskiem przemawia fakt zakończenia sedymentacji osadów morskich i wycofania się morza z tego obszaru pod koniec oligocenu (Kuszell, 2001). Stwierdzenie występowania tych osadów na ościennych arkuszach m.in. Górzno, Szczegółowej mapy geologicznej Polski, dowodzi znacznego rozprzestrzenienia wyżej wymienionych utworów w tym rejonie.

Osady eoceńskie — szarozielone iły i mułki, nie zostały stwierdzone na opisywanym obszarze arkusza, wydzielono je natomiast na sąsiednich arkuszach — Skarlin i Kisielice. Dlatego też na szkicu podłoża czwartorzędu na arkuszu Nowe Miasto Lubawskie zostały uwzględnione w jego północno-zachodnim skrawku (tabl. II).

Oligocen

P i a s k i i i ł y g l a u k o n i t o w e , pochodzenia morskiego, zostały przewiercone w otworze 45 (Krzemieniewo) na głębokości 244,7–247,5 m (101,2–104,0 m p.p.m.). Miąższość ich wynosi 2,8 m. Występują one na całym obszarze arkusza z wyjątkiem głębokiej depresji Lidzbarka Welskiego o osi NW–SE, między Lekartami i Gwiżdżinami. Wskazywałyby na to otwory kartograficzne na sąsiednich arkuszach Skarlin i Górzno, Szczegółowej mapy geologicznej Polski. W wyniku analizy palinologicznej próbki pobranej z tych osadów, z głębokości 245,1–245,2 m, znaleziono tylko 5 sporomorf (Kuszell, 2001).

b. Neogen

Miocen

Osady miocenne wykształcone są głównie jako w ę g i e l b r u n a t n y i p i a s k i w ę g l i s t e . Piaski są ciemnobrunatne, w górnej części warstwy ze żwirkami, w dolnej części wymieszane z piaskami glaukonitowymi. Wyszortowanie piasków jest słabe, obtoczenie ziarn kwarcu dobre, we frakcji ciężkiej dominują minerały nieprzezroczyste, a wśród minerałów przezroczystych cyrkon (35,1%), któremu towarzyszą głównie: granaty (14%), epidot (10%), rutyl (10%) i amfibole (8%). Piaski te występują tylko w otworze kartograficznym 45 w Krzemieniewie, na głębokości 244,3–244,7 m (100,8–101,2 m p.p.m.). Miąższość ich wynosi 0,4 m. Spektrum pyłkowe próbki pobranej z profilu tego otworu z głębokości 244,3–244,4 m charakteryzuje się przewagą ciepłolubnych

taksonów roślin wymarłych. Charakterystyczny jest niski udział drzew szpilkowych. Przedstawiony obraz florystyczny dowodzi panowania w tym okresie klimatu wilgotnego, umiarkowanego z pogranicza subtropikalnego (Kuszell, 2001). Tak mała miąższość tych osadów w otworze przy znacznych miąższościach (ponad 20 m) na arkuszu sąsiednim (Górzno) wskazuje, że osady tego wieku na północ od otworu 45 zostały usunięte egzaracyjnie przez nasuwający się lądolód, zachowując się tylko w południowej i wschodniej części obszaru arkusza.

W kilku otworach studziennych, na różnej głębokości, zostały nawiercone łącznie szare i szaro-zielono-brązowe zaliczane do miocenu górnego (formacja poznańska) (Piwocki, 2001). Osady te — łącznie (poznaskie) uznane przez autora jako kryteria porównawcze osadów trzeciorzędowych w utworach czwartorzędowych. Nawiercono je na różnej wysokości: — 18,0 m p.p.t. w otworze 39; 28,8 m p.p.t. w otworze 37 (Kurzętnik); 33,0 m n.p.m. w otworze 6 (Rakowice); 84,0 m n.p.m. w otworze 47 (Mroczno) i na wysokości 136,0 m n.p.m., na powierzchni terenu, w rejonie wsi Kownatki, gdzie mają miąższość wynoszącą około 14 m. W otworach wiertniczych kryteria osadów plejstocenów nie zostały przewiercone.

2. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe pokrywają cały obszar arkusza Nowe Miasto Lubawskie. Największą ich miąższość stwierdzono w otworze 10 (263,8 m), gdzie leżą na osadach paleocenu dolnego i w otworze 45 (244,3 m), gdzie osady te podścielone są przez cienką warstwę (0,4 m) utworów miocenu i nieco grubszą — oligocenu (2,8 m).

a. Plejstocen

Mimo dużych miąższości osadów czwartorzędowych, stwierdzonych w wyżej wymienionych otworach, w żadnym z nich nie zostały udokumentowane biostratygraficznie osady interstadialne. W tej sytuacji przewodzi znaczenie dla stratygrafii plejstocenu miały kryteria litologiczno-sedymentologiczne, pozwalające na wydzielenie osadów powstałych w różnych środowiskach sedymentacyjnych. Badania strukturalno-teksturalne (Jeleński, 2002) pozwoliły na wydzielenie 13 poziomów lodowcowych. Korelacja tych poziomów oparta została głównie na wartościach współczynników petrograficznych¹: O/K, K/W i A/B (tab. 2) oraz trzy serie osadów powstałych w interglacjalach. W niektórych przypadkach określenie wieku osadów jest przypuszczalne (brak odpowiednich kryteriów stratygraficznych).

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

Tabela 2

Zestawienie współczynników petrograficznych (O/K, K/W, A/B) glin zwalowych z profili otworów wiertniczych Nowy Dwór (otw. 10) i Krzemieniewo (otw. 45) oraz sond mechanicznych WH

| Zlodowacenia | Zlodowacenie | Stadial | Nowy Dwór otw. 10 | Krzemieniewo otw. 45 | Chrośle s. 4**** | Adrian s. 8**** | Lipowiec s. 20**** | Taborowizna s. 21**** | Kuligi s. 19**** | Szramowo s. 25**** | Szramowo s. 26**** | Gwiździny s. 24**** | Rakowice s. 5**** | Nowy Dwór s. 2**** | Nowe Miasto Lubawskie s. 22**** | Kurzetnik s. 23**** | | | |
|-----------------|--------------|----------|----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------|---|---|
| północnopolskie | W | środkowy | 1,64-0,66-1,35 | 1,24-0,91-0,97 | * | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | | |
| | | | 1,91-0,54-1,74 | 1,15-0,93-0,99 | * | * | * | * | * | * | * | 1,14-0,93-1,01 | * | * | * | 1,75-0,61-1,45 | | | |
| | | | 1,60-0,67-1,37 | 1,93-0,57-1,51 | | | | | | | | | | | | | 1,81-0,60-1,46 | | |
| | | | 1,16-0,98-0,90 | 1,10-0,99-0,94 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,08-1,00-0,93 | 1,11-1,00-0,90 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,19-1,02-0,81 | 1,08-0,98-0,97 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,20-0,94-0,93 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,35-0,82-1,09 | 1,24-0,90-1,03 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,30-0,82-1,14 | 1,22-0,93-0,98 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,38-0,83-1,06 | 1,27-0,86-1,09 | * | * | * | * | * | * | 1,21-0,93-0,95 | * | 1,46-0,74-1,21 | * | 1,36-0,81-1,08 | 1,31-0,86-1,02 | * | * | * |
| środkowopolskie | W | środkowy | 1,34-0,83-1,08 | 1,36-0,80-1,16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,39-0,81-1,10 | 1,46-0,74-1,27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,30-0,85-1,06 | 1,47-0,78-1,11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,18-0,91-1,02 | 1,93-0,57-1,51 | 1,05-1,07-0,84 | | | | | | | 1,11-0,99-0,92 | * | 1,26-0,87-1,04 | * | * | * | * | |
| | | | 0,97-1,11-0,86 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,01-1,05-0,91 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,10-0,99-0,92 | 1,61-0,69-1,29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,93-1,10-0,90 | 1,66-0,67-1,32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,50-0,69-1,40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,05-0,99-0,98 | 1,20-0,90-1,04 | | | | | | | | | | | | | | | |
| środkowopolskie | W | środkowy | 1,13-0,92-1,07 | 1,17-0,93-1,02 | * | 1,28-0,85-1,07 | * | 1,28-0,85-1,07 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| | | | 0,99-1,05-0,92 | 1,28-0,85-1,07 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,38-0,81-1,08 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,40-0,75-1,40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,38-0,82-1,04 | 1,08-1,03-0,89 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
|---------------------|------------------|--------------|----------------|----------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | Wartny | 1,90-0,56-1,58 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,83-0,58-1,55 | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | srodokowy | 1,91-0,56-1,58 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,33-0,80-1,16 | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | srodokowy | 1,31-0,81-1,14 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,35-0,78-1,19 | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | dolny | 1,23-0,90-0,98 | * | * | * | * | * | | | | | | | | | |
| | | | 1,35-0,82-1,08 | 1,12-0,96-0,96 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | gornny | 1,36-0,82-1,07 | 1,26-0,87-1,05 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,25-0,87-1,03 | 1,24-0,89-1,07 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | gornny | 1,53-0,73-1,20 | 1,27-0,85-1,09 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,82-0,60-1,47 | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | dolny | 1,78-0,61-1,42 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,84-0,59-1,52 | * | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | Liwea | * | ** | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | Sanu 2 Wilgi | * | ** | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | gornny | 1,42-0,78-1,13 | 1,40-0,78-1,16 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,25-0,91-0,96 | 1,44-0,78-1,12 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | gornny | 1,20-0,93-0,98 | 1,38-0,78-1,18 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,29-0,90-0,94 | 1,32-0,81-1,14 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | dolny | 1,56-0,73-1,16 | 1,48-0,73-1,25 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,20-0,94-0,95 | 1,61-0,71-1,19 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | dolny | 1,23-0,92-0,96 | 1,60-0,71-1,22 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1,14-1,00-0,88 | 1,61-0,72-1,16 | | | | | | | | | | | | | |
| Interglacial Wielki | srodokowopolskie | dolny | 1,26-0,87-1,04 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|------------|-------|-------|----------------|----------------|
| południowo- włoskie | najstarsze | Narwi | dolny | 1,1-0,97-0,95 | 1,21-0,93-0,96 |
| | | | | 1,81-0,61-1,40 | 1,25-0,91-1,00 |
| | | | | * | 1,17-0,96-0,92 |
| | | | | 1,48-0,77-1,16 | 1,13-0,98-0,92 |
| | | | | 1,33-0,82-1,09 | |
| | | | | 1,49-0,73-1,23 | |
| | | | | 1,39-0,81-1,08 | |
| | | | | 1,51-0,74-1,19 | |
| | | | | 1,25-0,89-1,01 | 1,43-0,74-1,23 |
| | | | | 1,53-0,71-1,27 | 1,47-0,75-1,19 |
| | | | | 1,56-0,69-1,33 | 1,57-0,72-1,20 |
| | | | | 1,50-0,73-1,23 | 1,57-0,70-1,30 |
| | | | | 1,65-0,65-1,40 | |
| 1,40-0,79-1,11 | | | | | |

* — nie nawiercono glin zwałowych; ** — nie opróbowano glin zwałowych (gliny o miąższości poniżej 1,0 m); *** — sonda WH o głębokości 15,0-20,0 m

Zlodowacenia najstarsze

Zlodowacenie Narwi

Osady zlodowacenia Narwi nawiercono w dwóch otworach kartograficznych. W otworze 10 (Nowy Dwór) przewiercono gruby pakiet utworów lodowcowych stadiału dolnego tego zlodowacenia przykryty kilkumetrową warstwą osadów wodnolodowcowych stadiału górnego. W otworze 45 (Krzemieniewo) występują cienkie warstwy glin zwałowych obu stadiałów, rozdzielone cienką warstwą osadów zastoiskowych.

Stadiał dolny

Gliny zwałowe, szare ze żwirami i gładzikami, w stropie silnie piaszczyste, zostały przewiercone w otworze 10 na głębokości 243,5-263,8 m (98,5-118,8 m p.p.m.). Ich miąższość wynosi 20,3 m. W dolnej części warstwy wśród żwirów dominują wapienie północne (47%), skały krystaliczne stanowią 32,1%, a udział dolomitów północnych jest niski — 2,8%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: O/K-1,53; K/W-0,71 i A/B-1,27 (tab. 2). W środkowej części warstwy wapienie północne (43,8%) przeważają nad skałami krystalicznymi (37,6%), zawartość dolomitów północnych jest podobna (2,9%), a współczynniki petrograficzne wynoszą odpowiednio: 1,25-0,89-1,01. W stropowej partii wapienie północne stanowią 49%, a skały krystaliczne 35,5%.

Współczynniki petrograficzne wynoszą odpowiednio: 1,48–0,77–1,16. Uśrednione współczynniki dla tych glin wynoszą: 1,45–0,76–1,19. W otworze 45 gliny tego wieku zostały nawiercone na głębokości 238,8–244,3 m (95,3–100,8 m p.p.m.). Są to gliny szarozielone ze żwirami i gładzikami. Wśród żwirów dominują wapienie północne (46,4%), skały krystaliczne stanowią 32,5%, zawartość dolomitów północnych jest niska 2,4%, a liczną grupę stanowią piaskowce lokalne 6,2%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,43–0,74–1,23. Znaczna miąższość glin na północnym zachodzie arkusza (ponad 20 m w otworze 10) przy niewielkiej miąższości 5,5 m w części południowej (otw. 45) wskazuje, że w tym kierunku miąższość glin maleje.

Mułki zastoiskowe, szare i zielonoszare, stwierdzono tylko w jednym otworze w rejonie Kurzętnika (otw. 33) na głębokości 183,0–187,0 m (94,0–98,0 m p.p.m.). Mała miąższość tych osadów oraz fakt, że stwierdzono je tylko w jednym otworze sugeruje, że powstały one w niewielkim zbiorniku w centralnej części obszaru arkusza.

Stadiał górny

Gliny zwałowe stadiału górnego są piaszczyste, ciemnoszare z brunatnym odcieniem. Wśród żwirów wapienie północne (44%) przeważają nad skałami krystalicznymi (40%), a udział dolomitów północnych jest znikomy, wynosi zaledwie 0,9%. Wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 1,13–0,98–0,92 (tab. 2). Gliny te przewiercone zostały tylko w jednym otworze (otw. 45) na głębokości 235,7–238,8 m (92,2–95,3 m p.p.m.). Mała miąższość tych glin (3,1 m), jak i jej brak na arkuszach sąsiednich, wskazuje na małe rozprzestrzenienie ich na omawianym obszarze.

Piaski wodnolodowe stwierdzono w otworach: 10 i 33. W otworze 10 na głębokości 236,4–243,5 m (91,4–98,5 m p.p.m.) są to piaski średnioziarniste, w stropie pyłowate, ze żwirami, szarozielonkawe, z porwakami brązowych ilów. Dominują piaski średnioziarniste. Wysortowanie w dolnej części warstwy jest średnie, a w górnej słabe. We frakcji ciężkiej dominują granaty (od 37,2% w części spągowej do 53,2% w stropie), a towarzyszą im amfibole odpowiednio (27,8% i 17,3%) i epidot (9,4% i 9%). Obtoczenie ziarn jest słabe (wskaźnik R wynosi 0,69). Wapnistość jest wysoka, wynosi 18,4%. Transport materiału odbywał się w krótkim czasie w zimnym klimacie.

Zlodowacenia południowopolskie

Osady zlodowaceń południowopolskich reprezentowane są przez osady zlodowaceń: Nidy i Sanu 2 (Wilgi). Nie stwierdzono osadów interstadialnych. Miąższość osadów tych zlodowaceń jest bardzo zróżnicowana, od około 50–70 m w północno-zachodniej i centralnej części arkusza i w rejonie Kurzętnika, do około 25 m w rejonie Krzemieniewo–Mroczo. Osady te zalegają na ogół dość płasko na głębokości 20,0–95,0 m p.p.m.

Zlodowacenie Nidy

Stadiał dolny

Mułki, piaski i iły zastoiskowe, szarzielone, bezstrukturalne stwierdzono w otworach: 10 i 45. W otworze 45 występują one na głębokości 233,9–235,7 m (90,4–92,20 m p.p.m.). Dominuje frakcja 0,01–0,05 mm. Wysortowanie ziarn jest bardzo słabe, energia środowiska była niska. Frakcja ciężka charakteryzuje się niewielką przewagą granatów (35%) nad amfibolami (30%) oraz znaczną zawartością epidotu (13%) i turmalinów (8,4%). Obtoczenie ziarn jest słabe, wskaźnik R wynosi 0,67, natomiast wapnistość jest wysoka — 14,2%.

W otworze 10 omawiane osady są szare i szarobrazowe, w dolnej części szarzielone z brązowymi laminami, występują na głębokości 234,8–236,4 m (89,8–91,4 m p.p.m.). Dominuje frakcja 0,01–0,05 mm, wysortowanie jest bardzo słabe. We frakcji ciężkiej jest niewielka przewaga granatów (35%) nad amfibolami (30,4%), ze znacznym udziałem epidotu (15,0%). Wapnistość jest wysoka, wynosi 8,1%. Zasięg tego zastoiska przed transgredującym lodowcem był niewielki i miał charakter lokalny, o czym świadczy niewielka miąższość osadów w obu otworach (1,6 i 1,8 m).

Gliny zwałowe, szare z zielonkawym odcieniem, ze żwirami i gładkami, występują w otworze 10 na głębokości 219,9–231,2 m (11,3 m). W dolnej ich partii współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,11–0,97–0,95 (tab. 2). We frakcji żwirowej wapieni północnych i skał krystalicznych jest po równo (42,6%), a dolomitów północnych — 3,7%. W górnej części tej warstwy udział wapieni północnych zwiększa się do 50,5%, a udział skał krystalicznych spada do 31,8%. Zawartość dolomitów północnych jest dość niska (4,2%), a współczynniki petrograficzne dla tej części warstwy wynoszą: 1,56–0,73–1,16. Średnie wartości współczynników dla całej warstwy wynoszą: 1,20–0,94–0,95.

W otworze 45 omawiane gliny występują na głębokości 225,0–233,9 m (81,5–90,4 m p.p.m.). Miąższość wynosi 8,9 m. Średnie współczynniki petrograficzne to: 1,61–0,71–1,19. Wśród żwirów dominują wapienie północne (42,1%), skały krystaliczne stanowią 30,2%, zawartość dolomitów północnych jest niska (3,5%), liczne są także piaskowce lokalne (9,6%). W środkowej i dolnej części warstwy wśród żwirów zawartość wapieni północnych (40,7%), jest niewiele wyższa od zawartości skał krystalicznych (37,5%), udział dolomitów północnych jest niski (2,5%), sporo jest lokalnych piaskowców (5,9%). Wartość współczynników petrograficznych dla tej partii glin wynosi: 1,2–10,9–30,96.

Gliny tego zlodowacenia występują powszechnie, bo stwierdzono je również w innych częściach obszaru arkusza, w otworach 7 i 33, gdzie leżą bądź bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Narwi, bądź na osadach wodnolodowcowych i zastoiskowych związanych z transgresją zlodowacenia Nidy.

Piaski wodnolodowcowe związane z recesją stadiału dolnego zlodowacenia Nidy stwierdzono tylko w otworze 7. Są to piaski drobnoziarniste z niewielką domieszką grubszej frakcji,

żółte i jasnoszarożółte. Występują one na głębokości 170,5–174,5 m, (56,0–60,0 m p.p.m.), a ich obszar występowania ogranicza się do niewielkiej powierzchni w północno-wschodniej części arkusza.

Stadiał górny

Mułki, piaski i iły zastoiskowe, szare lub szarozielone, z laminami szarych piasków drobnoziarnistych, stwierdzono w otworze 10, gdzie występują na głębokości 215,1–219,9 m, (70,1–74,9 m p.p.m.). Dominuje frakcja 0,05–0,01 mm, wysortowanie jest słabe. We frakcji ciężkiej dominują amfibole (50,8%), a towarzyszy im głównie epidot (16,5%). Zawartość CaCO₃ jest dość niska, wynosi 4%. W otworze 45 osady zastoiskowe wykształcone są głównie w postaci ilów pyłowatych, szarozielonych. Dominuje frakcja 0,001–0,005 mm. Krzywa rozkładu uziarnienia próbki jest leptokurtyczna, wysortowanie jest słabe, a energia środowiska była niska. Frakcja ciężka charakteryzuje się niewielką przewagą amfiboli (33,1%) nad granatami (30,5%) oraz dużym udziałem epidotu (17,7%). Zawartość CaCO₃ jest wysoka — 15,4%. Osady takie stwierdzono również w centralnej części arkusza (otw. 33), co wskazywałoby na znaczne rozpowszechnienie tych osadów na obszarze arkusza. Ich pierwotna miąższość była znacznie większa i została zredukowana przez nasuwający się lądolód do obecnych około 4–5 m miąższości.

Gliny zwalowe, szare z zielonkawym odcieniem, piaszczyste, ze żwirami i głazikami, występują na całym obszarze arkusza, zalegając płasko na podścielających je osadach. W otworze 10 gliny te występują na głębokości 208,0–215,1 m (63,0–70,1 m p.p.m.). Średnie współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,25–0,91–0,96 (tab. 2). Wśród żwirów wapienie północne (43,1%) nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (37,5%), a udział dolomitów północnych jest bardzo niski — 1,9%. Środkowa część tych glin posiada nieco inną charakterystykę. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,42–0,78–1,13, a wśród żwirów wapienie północne (45,3%) przeważają nad skałami krystalicznymi (33,2%) oraz zwiększa się nieco udział dolomitów (do 3,8%). W otworze 45 gliny te zalegają na głębokości 214,4–222,0 m (70,9–78,5 m p.p.m.). Na głębokości 216,2–216,4 m występuje wkładka piasków drobnoziarnistych, szarozielonych. Wśród żwirów tych glin wapienie północne stanowią 45,2%, skały krystaliczne — 32,7%, a udział dolomitów jest niski — 3,1%. Liczne są piaskowce lokalne, ich zawartość to 6,5%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,40–0,78–1,16.

Gliny tego wieku stwierdzono również w otworze 7 na wysokości 42,0–56,0 m p.p.m., co wskazuje na duże rozprzestrzenienie tych osadów na obszarze arkusza, przy ich maksymalnej miąższości 15,0 m w północno-wschodniej części opisywanego obszaru.

Piaski wodnolodowcowe zostały przewiercone w otworze 7 w północnej części i w otworze 31 w centralnej części arkusza w rejonie Kurzętnika. Są to piaski drobnoziarniste ze znaczną domieszką grubszej frakcji, jasnoszaro-żółte i żółte, zalegające dość płasko na rzędnej 45,0–65,0 m p.p.m.

Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi)

Gliny zwałowe tego wieku nawiercone zostały w otworach studziennych w północno-wschodniej części obszaru (otw. 7), wschodniej (otw. 30) oraz centralnej (otw. 37 i 39). W otworze 30, gdzie gliny te osiągają największą miąższość, występują one 18,0–54,0 m p.p.m. Są to gliny szare, brązowo-szare i ciemnoszare, piaszczyste, podścielone przez piaski wodnolodowcowe. W glinach tego zlodowacenia występują kry szarzielonych i brązowo-szarych iłów pstrych (poznańskich) (w otworze 37 na rzędnej 28,8–33,0 m p.p.m. i w otworze 39 na rzędnej 18,0–22,0 m p.p.m.). W obu tych otworach osady te nie zostały przewiercone.

Interglacjał wielki

Na osady tego interglacjału składają się osady rzeczne i jeziorne interglacjału mazowieckiego, osady lodowcowe zlodowacenia Liwca oraz osady rzeczne interglacjału Zbójna. Miąższość tych osadów jest bardzo zróżnicowana, od około 90 m na południowym wschodzie w rejonie Mroczna i około 70 m na północy w rejonie Nowego Dworu, do około 10 m w centralnej części arkusza w rejonie Kurzętnika. Spąg tych osadów znajduje się na wysokości od około 70–75 m p.p.m. na północy i południu obszaru arkusza do około 20 m p.p.m. w części centralnej. Powierzchnia stropowa tych osadów jest dość wyrównana i znajduje się na wysokości 20–25 m n.p.m.

Interglacjał mazowiecki

Piaski, iły i mułki rzeczne i jeziorne. Osady tego interglacjału mają na obszarze arkusza duże miąższości. W otworze 10 tworzą one pakiet osadów o miąższości 65,0 m, występujący na głębokości 145,8–208,0 m (0,8–63,0 m p.p.m.). W spągu tych osadów leży warstwa iłów pyłowatych, szarych, szarobrązowych, partiami typu warwowego, w górnej części laminacja ta jest zaburzona, występują gniazda piasków jasnoszarych, bardzo drobnoziarnistych. Dominuje frakcja 0,001–0,005 mm, wysortowanie ziarn jest słabe. Wapniistość w warstwie jest wysoka, malejąca ku stropowi od 19,9 do 8,5%. Wyżej, na głębokości 168,0–196,4 m, naprzemianległe występują szare i szarzielone mułki ilaste i mułki, czasem ze smugami i gniazdami organicznymi oraz iły pyłowate, czekoladowo-brązowe i szarobrązowe z laminami i gniazdami mułków, czasem zaburzonymi. Charakter parametrów uziarnienia jest zmienny, chociaż przeważają krzywe o wyraźnym maksimum. Dominuje frakcja 0,001–0,005 mm (iły) lub 0,01–0,05 mm (mułki). Wysortowanie jest słabe, we frakcji ciężkiej dominują minerały nieprzezroczyste, liczny jest glaukonit, a wśród nielicznych minerałów przezroczystych amfibole, którym towarzyszą granaty, epidot i turmaliny. Wapniistość jest zmienna od 4,9 do 18,3%. Są to naprzemianległe osady jeziorne i osady rzeczne w facji pozakorytovej. Skład zbiorowisk roślinnych w spektrum pyłkowym próbki z głębokości 180,2–180,3 m z otworu 10 ma charakter osadów trzeciorzędowych (mioceńskich). Wyraźną przewagę w zbiorowiskach leśnych

miały drzewa szpilkowe z dominacją sosny *Pinus*. Z roślin okrytonasiennych występowała *Betula* i *Alnus* ze sporadycznym udziałem roślin bagiennych i torfowych. W spektrum pyłkowym dominują taksony klimatu ciepło-umiarkowanego, brak gatunków o wysokich wymaganiach termicznych mógłby wskazywać na chłodniejsze wahnięcie klimatu ciepłego. Dokładne oznaczenie wieku analizowanych osadów nie jest możliwe ze względu na zbyt małą ilość materiału analitycznego (Kuszell, 2001). Materiał ten został prawdopodobnie redeponowany w osadach jeziornych i rzecznych interglacjału mazowieckiego.

W stropie osadów tej serii występuje pakiet naprzemianlegle leżących piasków drobnoziarnistych pyłowatych, szarozielonych z nieregularnymi ciemniejszymi smugami i czasami przerostami iłów czekoladowobrunatnych i brunatnych iłów pyłowatych z gniazdami piasków szarych, na głębokości 147,0–168,0 m. W utworach piaszczystych dominuje frakcja piasków drobnoziarnistych, wysortowanie jest dobre lub średnie, energia środowiska była wysoka. We frakcji ciężkiej amfibole (38,5%) zdecydowanie przeważają nad granatami (23,5%), a towarzyszą im głównie epidot (13,2%) i turmaliny (5,4%). Wapnistość jest średnia, wynosi 5,4%. W iłach pyłowatych dominuje frakcja 0,005–0,01 mm. Skośność krzywej rozkładu uziarnienia jest ujemna, wysortowanie słabe, a energia środowiska była bardzo niska. Frakcja ciężka charakteryzuje się przewagą amfiboli (39,0%) nad granatami (23,6%) oraz znaczną zawartością epidotu (14,2%) i turmalinów (9,1%). Zawartość CaCO_3 jest wysoka — 12,5%.

W otworze 45 osady tego wieku znajdują się na głębokości 163,2–214,4 m (19,6–70,9 m p.p.m.). Jest to mięszsza seria naprzemianległych mułków i iłów pyłowatych, szarozielonych, partiami szarobrunatnych. W środkowej części warstwy występują jasnoszaro-zielone mułki piaszczyste i piaski pyłowate. W górnej części warstwy obserwuje się gniazda i smugi substancji organicznej. W środkowej części warstwy widoczne są zaburzenia (iły wciśnięte w mułki). Krzywe uziarnienia posiadają wyraźne maksimum, dominuje frakcja 0,001–0,005 mm (iły pstre) i 0,01–0,1 mm (mułki), a w piaskach pyłowatych frakcja piasków drobnoziarnistych. Wysortowanie ziarn jest słabe, energia środowiska była zmienna. We frakcji ciężkiej dominują amfibole (29,5–59,2%), średnio w warstwie 46,5%, a zawartość granatów jest zmienna, 5,5–28,2%, średnio 18,8%. Bardzo liczny jest epidot, średnio 16,2%. Wapnistość jest zmienna, dla iłów wynosi 8–20%, a dla mułków piaszczystych i piasków pyłowatych 4,5–6,2%. Na głębokości 152,9–165,2 m występują piaski pyłowate, szarozielonkawe, a na głębokości 163,5–163,6 m iły pyłowate ciemnoszare z nielicznymi plamkami piasków. Dominuje frakcja piasków drobnoziarnistych, wysortowanie jest średnie, we frakcji ciężkiej zawartość granatów i amfiboli jest podobna (32,3% i 30,2%), a towarzyszą im epidot (11,8%) i turmaliny (9,7%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest słabe — wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,68. Wapnistość jest niska, wynosi 4,2%. W iłach pyłowatych dominuje frakcja 0,001–0,005 mm, wysortowanie jest słabe, energia środowiska była niska, we frakcji ciężkiej granaty przeważają nad amfibolami, a zawartość CaCO_3 jest wysoka,

wynosi 8,7%. Są to osady zastoiskowe z okresowym przynajmniej przepływem zimnej rzeki. Osady tego okresu nawiercono również w innych otworach studziennych: 1, 6, 8, 16, 30, 31, 37 i 39, co wskazuje na powszechne występowanie osadów tego wieku na tym obszarze.

Piaski rzeczne przewiercono w otworze 45 na głębokości 141,0–163,5 (2,5–9,4 m p.p.m.). Są to piaski drobnoziarniste, szare, szaro-beżowe, z dominacją frakcji piasków drobnoziarnistych. Krzywa uziarnienia posiada wyraźne maksimum, energia środowiska była wysoka. We frakcji ciężkiej granaty (35,9%) przeważają nad amfibolami (27,8%), liczne są turmaliny (9,5%) i epidot (8,2%). Obtoczenie ziarn jest średnie, wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,38. Wapnistość rośnie ku stropowi od 3,4 do 6,6%, a średnio wynosi 4,9% (Jeleński, 2002).

Zlodowacenie Liwca

Piaski wodnolodowcowe, dolne, nawiercono w otworach kartograficznych: 10 i 45 oraz w otworze studziennym 6. Są to osady związane z transgresją lodowca. W otworze 10 piaski te przewiercono na głębokości 135,0–145,8 m (0,8–10,0 m n.p.m.). Są to piaski drobnoziarniste jasnoszare z zielonkawym odcieniem, w spągu z laminkami organicznymi. Krzywe rozkładu uziarnienia posiadają wyraźne maksimum — są bardzo leptokurtyczne, dominuje frakcja piasków drobnoziarnistych, wysortowanie jest średnie lub dobre. We frakcji ciężkiej dominują granaty (46,8%), którym towarzyszą amfibole (21,5%), epidot (10,7%) i turmaliny (6,7%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest słabe, wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,72. Wapnistość jest dość wysoka i zmienna w granicach 6,3–11,5%, a średnio w warstwie wynosi 8,8%. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe (Jeleński, 2002).

W otworze 45 osady związane z transgresją to piaski pyłowate szare, szarozielonkawe, które zostały przewiercone w głębokości 138,3–141,0 m. Ich krzywa rozkładu uziarnienia posiada wyraźne maksimum, jest leptokurtyczna. Dominuje frakcja piasków drobnoziarnistych. Wysortowanie jest dobre, energia środowiska była wysoka. W składzie minerałów ciężkich granaty (35,9%) przeważają nad amfibolami (27,8%), liczne są: epidot 12% i turmaliny (8,8%), obtoczenie ziarn kwarcu jest słabe, wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,62, a zawartość CaCO₃ jest średnia, wynosi 5,9%. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe (Jeleński, 2002). Osady te występują na obszarze całego arkusza i leżą na osadach interglacjału mazowieckiego. Powstawały w warunkach oziębiającego się klimatu i istnieniu lodowca w niewielkiej odległości.

Gliny zwałowe i bruk rezydualny zlodowacenia Liwca zostały nawiercone tylko w otworze 45. Na głębokości 138,0–138,3 m występuje 0,3-metrowa warstwa bruku i grubych żwirów jako osady rezydualne tych glin. Gliny te natomiast dość powszechnie występują w otworach studziennych w północno-wschodniej części arkusza (otw.: 1, 3, 6, 7 i 16), gdzie osiągają znaczną miąższość, nawet ponad 20 m i na wschodzie w otworze 30, gdzie miąższość ich jest już tylko kilkumetrowa. W innych miejscach pojawiają się one incydentalnie lub są całkowicie rozmyte. Są to gliny szare, szarobrazowe, ze żwirami, partiami piaszczyste.

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e , górne, powstałe z recesji zlodowacenia Liwca to piaski różnoziarniste, szare, partiami z drobnymi żwirkami, nawiercone w otworach: 37, 43, 44 i 46.

W otworze 45, gdzie zostały przewiercone, mają one miąższość tylko 3,0 m, występują na głębokości 135,0–138,0 m (5,5–8,5 m n.p.m.). Krzywe uziarnienia posiadają wyraźne maksimum, dominuje frakcja piasków średnioziarnistych, wysortowanie jest słabe, wśród minerałów frakcji ciężkiej obserwuje się wyraźną przewagę granatów nad amfibolami. Wapnistość jest średnia. Miąższość osadów jest zmienna, od około 8–10 m na północy i północnym zachodzie do ponad 20 m w rejonie południowym i południowo-wschodnim.

Interglacjał Zbójna

P i a s k i r z e c z n e . Osady te zostały dobrze rozpoznane w otworze 45. Występują tu one na głębokości 119,0–135,0 (8,5–24,5 m n.p.m.), ich miąższość wynosi 16,0 m. Są to piaski różnoziarniste i drobnoziarniste, szare. Na głębokości 132,5 m występuje cienka wkładka piasków pyłowatych. Warstwowanie osadów jest poziome i przekątne, wysortowanie ziarn słabe, uziarnienie zmienne, obtoczenie dość dobre (wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 0,43), a wapnistość jest średnia — 6,1%. Wśród minerałów ciężkich zawartość granatów wynosi 41,4%, amfiboli — 26,5%, liczne są także: epidot (12,1%) i turmaliny (7,7%). Piaski są pochodzenia rzecznoego (Jeleński, 2002). Są to osady korytowe rzeki stosunkowo płytkiej, wolno płynącej, zostały one złożone w dolinie wyciętej w osadach pochodzących z recesji zlodowacenia Liwca.

Zlodowacenia środkowopolskie

Kompleks osadów zlodowaceń środkowopolskich ma miąższość w granicach około 60–80 m, dość wyrównaną na obszarze całego arkusza, tylko w części środkowej w rejonie Kurzętnika miąższość przekracza 90 m (otw. 37). W obrębie tego kompleksu występują utwory pięciu serii lodowcowych, wśród których stwierdzono gliny zwałowe, powiązane z nimi genetycznie osady wodnolodowcowe i zastoiskowe oraz jedną serię osadów interstadialnych. Wiodące znaczenie mają tu serie glin zwałowych. Przyjęto, że występujące tu dwa dolne poziomy glin zwałowych należą do zlodowacenia Odry, a trzy górne do zlodowacenia Warty. Występujące między osadami stadiału środkowego i górnego zlodowacenia Warty osady rzeczne zostały zinterpretowane jako osady interstadialne.

Zlodowacenie Odry

Stadiał dolny

M u ł k i z a s t o i s k o w e związane z nasuwającym się lądolodem stadiału dolnego zlodowacenia Odry rozpoznano w otworach: 10, 31, 33, 37 i 39. Najpełniej rozpoznane i przebadane zostały one w otworze 10, gdzie nawiercono je w interwale 120,1–135,0 m (10,0–24,9 m n.p.m.). Ich

miąższość kształtuje się w granicach około 14 m. Są to mułki ciemnoszare, brunatnoszare, szarozielone o laminacji poziomej, rzadziej ripplemarkowej, o zmiennym charakterze uziarnienia. Dominuje frakcja 0,01–0,05 mm, rzadko frakcja 0,05–0,1 mm, wysortowanie ziarn jest średnie lub słabe, a energia środowiska była dość niska. Obtoczenie ziarn jest dobre, a wapnistość zmienna od 4,6 do 12,2%. Wśród minerałów frakcji ciężkiej dominują amfibole (38,1%), a towarzyszą im głównie granaty (22,8%), epidot (13,2%) i turmaliny (8,7%) (Jeleński, 2002). Sedymentacja zachodziła w zbiorniku okresowo przepływowym. Największą miąższość, około 40 m, osady te osiągają w centralnej części arkusza w rejonie Kurzętnika (otw. 37), gdzie wypełniają głęboką nieckę „wyciętą” w osadach lodowcowych zlodowacenia Liwca i osadach rzecznych i jeziornych interglacjału mazowieckiego.

Gliny zwałowe występują na wysokości 0,0–35,0 m n.p.m. i mają bardzo zróżnicowane miąższości, od około 8–10 m w północno-zachodniej części (otw. 20) do około 30 m w północno-wschodniej części obszaru arkusza (otw. 22). Brak ich na pozostałym obszarze świadczyłby, że zostały z tego obszaru usunięte erozyjnie w trakcie późniejszych procesów. Są to gliny zwałowe szare z niewielkimi wkładkami piaszczystymi. Podobną miąższość i położenie mają one na sąsiednim arkuszu Górzno, Szczegółowej mapy geologicznej Polski.

Piaszki wodnolodowcowe nawiercono w otworach 37 i 39. Przewiercono je i lepiej rozpoznano w otworach 10 i 45. W otworze 10 utwory te występują na głębokości 114,8–120,1 m (24,9–30,2 m n.p.m.). Są to piaszki różnoziarniste, w stropie bardziej drobnoziarniste (przeważają piaszki drobno- i średnioziarniste), szare, zielonoszare, o słabym wysortowaniu. Krzywa rozkładu uziarnienia jest leptokurtyczna, posiada wyraźne maksimum, energia środowiska była wysoka. Wśród minerałów ciężkich w spągu warstwy dominują granaty (39,6%), a w stropie amfibole (45,1%). Towarzyszą im: epidot (8–10%) i turmaliny (12%). Wapnistość jest zmienna, wynosi 4–8%. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe, w warunkach spadku energii, transport był krótki, a klimat zimny. W otworze 45 piaszki pyłowate, średnioziarniste, szarobeżowe, występują na głębokości 109,3–119,0 (24,5–34,2 m n.p.m.) (9,5 m). W spągu warstwy we frakcji ciężkiej granaty (43,9%) przeważają nad amfibolami (22,4%), liczny jest epidot (12,1%). Obtoczenie ziarn jest średnie, wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,58, a wapnistość jest średnia — 6,1%. Są to osady zimnej rzeki. W stropowej części tej warstwy przeważają piaszki średnioziarniste, o średnim wysortowaniu. Wśród minerałów frakcji ciężkiej dominują amfibole (40,5%), którym towarzyszą granaty (12,8%), epidot (11,1%) i turmaliny (10,8%). Zawartość CaCO_3 jest wysoka, wynosi 17,4%. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe (Jeleński, 2002).

Stadiał górny

Mułki zastoiszkowe przewiercone zostały w otworach 10 i 12. W otworze 10 osady te występują na głębokości 111,7–114,8 m (3,1 m). Są to mułki ilaste, w dolnej części warstwy z poziomymi ciemniejszymi laminkami, a w górnej z zaburzonymi laminkami piasków szarych. Krzywe

uziarnienia nie posiadają wyraźnego maksimum, są platykurtyczne o ujemnej skośności. Wyszortowanie jest słabe, a energia środowiska była dość niska. Wśród minerałów ciężkich zdecydowanie przeważają amfibole nad granatami, znaczny jest udział epidotu (14,8%) i turmalinów (9,4%). Osady te, związane z nasuwającym się lądolodem, zostały złożone w niewielkim zastoisku w północnej części obszaru arkusza. Osiągają one niewielką miąższość, maksymalnie do około 8 m (otw. 12).

Gliny zwałowe i żwirylodowcowe stadiału górnego zlodowacenia Odry przewiercono w otworach: 7, 8, 10, 29 i 45, brak ich tylko w centralnej części obszaru arkusza, w rejonie Nowe Miasto Lubawskie–Kurzętnik, gdzie zostały zniszczone — rozmyte przez wody roztopowe. W otworze 10 gliny te zalegają na głębokości 101,8–111,7 m (9,9 m). Są to gliny ilaste, szare, ze żwirami i gładzikami. Ze względu na skład petrograficzny żwirów wyróżnić można dwa typy glin: w spągowej części warstwy wśród żwirów dominują wapienie północne (49,6%), skały krystaliczne stanowią 31,9%, a zawartość dolomitów północnych jest dość wysoka — 7,7%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,82–0,60–1,47 (tab. 2). W środkowej części warstwy i stropie wapienie północne (44,2%) przeważają nad skałami krystalicznymi (37,7%), a udział dolomitów północnych jest niewielki, wynosi 5,3%. Wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 1,35–0,82–1,08. W otworze 45 gliny zwałowe szare, w dolnej części warstwy z brunatnym odcieniem, ze żwirami i gładzikami szczególnie w stropowej części występują na głębokości 104,2–109,3 m (5,1 m). W dolnej i środkowej części warstwy wśród żwirów z glin wapienie północne (47,6%) przeważają nad skałami krystalicznymi (40,1%), a zawartość dolomitów północnych jest niska (2,1%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,26–0,87–1,05. W górnej części warstwy przewaga wapieni północnych (46,5%) nad skałami krystalicznymi (42,5%) jest mniejsza, a zawartość dolomitów północnych podobna (1,6%). Uśredniona wartość współczynników petrograficznych wynosi: 1,26–0,87–1,05.

Piaski wodnolodowcowe występują w otworach na terenie prawie całego obszaru arkusza, z wyjątkiem niewielkiego fragmentu w jego centralnej części, w rejonie Kurzętnik–Nowe Miasto Lubawskie. Występują one na wysokości 25,0–50,0 m n.p.m., miąższość ich jest zróżnicowana od około 8 do około 20 m. Wydzielono je w otworach: 10, 12, 20 i 45. W otworze 10 zalegają one na głębokości 96,6–101,8 (5,2 m). Są to piaski pyłowate, szare, z wkładkami glin spływowych, pstrych. Krzywa uziarnienia posiada wyraźne maksimum, dominują lub przeważają piaski drobnoziarniste, a skośność jej jest dodatnia. Wyszortowanie tych osadów jest słabe, energia środowiska była niska, zwłaszcza w górnej części. We frakcji ciężkiej dominują amfibole (43,7%), a towarzyszą im głównie granaty (25,9%), liczny jest epidot. Obtoczenie ziarn jest słabe, udział ziarn obtoczonych i częściowo obtoczonych jest zbliżony, kanciastych wysoki (23,8%), a wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,75. Wapnistość jest wysoka — 10%.

W otworze 45 osady z recesji lądolodu zlodowacenia Odry występują na głębokości 94,7–104,2 m (9,5 m). Są to piaski drobnoziarniste, szaro-beżowe. Przebieg krzywych uziarnienia jest prawie symetryczny, wysortowanie jest słabe (tylko w stropie dobre). We frakcji ciężkiej granaty (43,9%) dominują nad amfibolami (22,4%), liczny jest epidot (12,1%). Obtoczenie ziarn jest średnie. W górnej części warstwy ziarna częściowo obtoczone (46%) przeważają nad ziarnami obtoczonymi (40,2%), zawartość ziarn kanciastych jest dość wysoka 13,8%, a wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,58. Wapniistość jest średnia, wynosi około 6%.

Zlodowacenie Warty

Stadiał dolny

Mułki i ły zastoiszkowe szare i zielonkawe występują na obszarze arkusza bardzo rzadko. Stwierdzono je tylko w środkowo-wschodniej części, w otworze 17 w rejonie Marzęcic (tabl. III) i w centralnej części arkusza w otw.: 37 i 39 w Kurzętniku. Miąższość ich jest znaczna, wynosi około 15–20 m. Wypełniają one nieckę wyciętą w piaskach wodnolodowcowych osadzonych w trakcie recesji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Odry.

Gliny zwałowe występują na wysokości od 50,0 do 65,0 m n.p.m., a ich miąższość jest bardzo zróżnicowana, od 3,0 m (otw. 11, Pręgowizna) do 14,0 m (północny zachód obszaru arkusza). Przebadane one zostały w otworze 10, gdzie występują na głębokości 94,6–96,6 m (2,0 m). Są to gliny zwałowe szare ze żwirkami i nielicznymi gładzikami. Wśród żwirów wapienie północne (46,2%) przeważają nad skałami krystalicznymi (39,3%), a udział dolomitów północnych jest niski, wynosi 1,9%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,23–0,90–0,98 (tab. 2).

Piaski wodnolodowcowe wykształcone jako piaski pyłowate, szarozielonkawe, przewiercono i przebadano w otworze 10 na głębokości 92,2–94,6 m (2,4 m). Krzywa rozkładu uziarnienia jest leptokurtyczna, posiada wyraźne maksimum. Dominują piaski drobnoziarniste, a wysortowanie ich jest słabe. Wśród minerałów frakcji ciężkiej dominują amfibole (39,3%), granatów jest 26,7%, towarzyszą im epidot (9,8%) i turmaliny (9,1%). Obtoczenie ziarn jest słabe, dominują ziarna częściowo obtoczone (46%), wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,75, a wapniistość jest wysoka — 6,0%. Większą miąższość osady te osiągają w otworach studziennych: otw. 2, Samplawa — 5,0 m i otw. 17, Marzęcice — 10,0 m oraz otw. 12, Nawra. Studnie te znajdują się w północno-zachodniej części obszaru arkusza, co mogłoby wskazywać, że tylko w tej części arkusza występują osady powstałe w czasie recesji lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Warty.

Stadiał środkowy

Gliny zwałowe tego wieku występują w otworach: 6, 8, 9, 10, 22, 23, 29, 30, 31, 43, 44 i 47, a więc praktycznie na całym obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie. Miąższość ich jest bardzo

zróznicowana, od około 22 m na północy do około 7–8 m na południu. W centralnej części obszaru, w rejonie Kurzętnika, miąższość ich jest zredukowana poniżej 5 m. Miejscami gliny te są całkowicie zniszczone. Występują one na wysokości około 48–80 m n.p.m. W otworze 10 są to gliny zwałowe ciemnoszare, ze żwirami i głazikami, występujące na głębokości 71,4–92,2 m (20,8 m). Na głębokości 86,8–88,1 m występuje wkładka piasków pyłowatych szarzielonych z przewarstwieniami rozmytych glin. Na głębokości 71,6–86,8 m występują gliny zwałowe ciemnoszare ze żwirami, w dolnej części piaszczyste, z głazem gnejsowym umiejscowionym na głębokości 74,5–74,9 m. Nieco głębiej, na głębokości 76,5–76,8 m i 79,8–80,1 m występują piaski gliniaste, a na głębokości 83,8–84,3 m wkładka piasków szarych, drobnoziarnistych. Ze względu na skład petrograficzny żwirów można wyróżnić kilka typów glin. W dolnej części warstwy dominują wapienie północne (55,8%), skały krystaliczne stanowią 30,8%, a udział dolomitów północnych jest niski (3,1%). Współczynniki petrograficzne w najniższej części glin wynoszą: 1,33–0,80–1,16, a w nieco wyższej: 1,90–0,56–1,58 (tab. 2). W środkowej części warstwy wapienie północne (47,6%) przeważają nad skałami krystalicznymi (38,9%), przy niskim udziale dolomitów (2,8%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,38–0,81–1,08. W stropowej części warstwy zawartość wapieni północnych i skał krystalicznych jest podobna (43,6% i 42,2%), a udział dolomitów północnych jest mały 2,7%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,05–0,99–0,98. W stropie tej warstwy zalega cienka warstwa piasków pyłowato-ilastych, szarych, pochodzenia lodowcowego, w których we frakcji ciężkiej amfibole (39,8%) przeważają nad granatami (33,3%), liczne są turmaliny (7,8%) i epidot (6,2%). Wapnistość jest wysoka — 9,8%, a obtoczenie ziarn słabe (wskaźnik R wynosi 0,78). Pochodzenie piasków jest lodowcowe (Jeleński, 2002).

W otworze 45 gliny tego stadiału występują na głębokości 88,6–94,7 m (48,8–54,9 m n.p.m.). Ich miąższość wynosi 6,1 m. Wśród żwirów w dolnej części warstwy wapienie północne (42,7%) nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (40,4%), a zawartość dolomitów północnych jest niska (1,8%). Współczynniki petrograficzne glin z tej części warstwy wynoszą: 1,08–1,03–0,89. W środkowej i górnej części warstwy wśród żwirów wapienie północne (45,3%) przeważają nad skałami krystalicznymi (38,7%), a udział dolomitów północnych jest niski (1,4%). Wartości współczynników petrograficznych wynoszą tu: 1,20–0,90–1,04.

Gliny tego wieku nawiercono i przebadano w osadach pobranych z sond WH. W sondzie nr 8 w próbce pobranej z głębokości 18,0–19,0 m (82,0–83,0 m n.p.m.) wśród żwirów dominują wapienie północne (52,4%), skały krystaliczne stanowią 29,7%, a zawartość dolomitów północnych jest niska (1,7%). Dość liczne są piaskowce lokalne (7,2%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,93–0,57–1,52. W sondzie nr 21 (Taborowizna) wśród żwirów wapienie północne (45,8%) przeważają nad skałami krystalicznymi (36,3%), a zawartość dolomitów północnych jest niska. Wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 1,31–0,82–1,15.

Mułki i piaski zastoiskowe występują na obszarze omawianego arkusza tylko w rozległym zastoisku w jego centralnej części (Kurzętnik–Krzemieniewo), co potwierdzają otwory studienne w tym rejonie (otw.: 36, 37, 38 i 39). Osady te osiągają miejscami znaczne miąższości, nawet do 30,0 m na głębokości 43,0–73,0 m, rozcinając miejscami całkowicie gliny zwałowe stadiału środkowego zlodowacenia Warty, na których osady te leżą. Średnia miąższość tej warstwy wynosi około 15 m.

Piaski wodnolodowcowe przewiercone i rozpoznane zostały w otworze 45 na głębokości 76,9–88,6 (11,7 m). Są to piaski średnioziarniste, szaro-beżowe, w stropie drobnoziarniste. Krzywa rozkładu uziarnienia jest leptokurtyczna, dominują piaski średnioziarniste, wysortowanie ich jest średnie. We frakcji minerałów ciężkich amfibole (37,8%) przeważają nad granatami (30,9%), a towarzyszą im głównie: epidot (9,4%) i turmaliny (8,1%). Wapnistość jest zmienna, od 6,8% w części spągowej do 22,7% w stropie warstwy. Wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,71. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe (Jeleński, 2002). Osady te wydzielono i w innych otworach na terenie prawie całego obszaru arkusza (z wyjątkiem jego północno-zachodniej i południowo-wschodniej części — otw.: 11, 18, 36, 37 i 38). Piaski te występują na poziomie 53,0–76,0 m n.p.m., osiągając lokalnie nawet 20 m miąższości.

Interstadiał

Piaski rzeczne, żwirowate, szaro-beżowe i piaski pyłowate szarozielone przewiercono i przebadano w otworze 45, gdzie występują na głębokości 66,0–76,9 m (66,9–77,5 m n.p.m.). We frakcji ciężkiej dominują granaty (47,8%), a towarzyszą im głównie amfibole (23,4%) i epidot (9,9%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest dobre, a wapnistość jest dość niska — 5,4%. Pochodzenie piasków jest rzeczne (Jeleński, 2002). Osady tego interstadiału wydzielono również na południe od Nowego Miasta Lubawskiego na arkuszu Górzno, Szczegółowej mapy geologicznej Polski, gdzie ich pozycja stratygraficzna nie została do końca wyjaśniona.

Stadiał górny

Mułki i piaski zastoiskowe, dolne, zostały przewiercone w północno-zachodniej części arkusza, w otworach 10 i 12, gdzie osadziły się w lokalnych niewielkich zbiornikach wodnych na przedpolu transgredującego lądolodu. Miąższość tych osadów jest zmienna, od 15,0 m w rejonie Nawry (otw. 12) do 5,0 m w Nowym Dworze (otw. 10), gdzie występują na głębokości 65,5–70,5 m. Są to mułki ilaste, ciemnoszare, z zielonkawym odcieniem. Wysortowanie ziarn jest słabe, wartość pierwszego percentyla wskazuje na niską energię środowiska. We frakcji ciężkiej dominują amfibole (37,8%), a towarzyszą im: epidot (20,7%) i granaty (20%). Wapnistość jest wysoka, wynosi 12,3%. Zalegają one na głębokości od 60,0 do 78,0 m na osadach lodowcowych i wodnolodowcowych stadiału środkowego (Wkry).

Gliny zwałowe i żwiry lodowcowe znane są z większości otworów zlokalizowanych na omawianym obszarze, co świadczy o powszechnym występowaniu glin na obszarze arkusza (otw.: 10, 11, 12, 18, 19, 43 i 45). Wyjątek stanowi dolina rzeki Drwęcy, gdzie osady te zostały rozmyte i usunięte. Miąższość glin jest duża, maksymalnie do około 28–30 m w rejonie Pręgowizna–Nawra i średnio wynosi około 10–15 m. Poziom ich zalegania kształtuje się na rzędnej od 70,0 do 102,0 m n.p.m. W stropowej części są one często rozmyte, tworząc warstwę żwirów o kilkumetrowej miąższości (otw.: 11 i 12). W otworze 10 gliny zwałowe występują na głębokości 51,4–65,5 m (14,1 m) i porożcinane są cienkimi wkładkami piasków pyłowatych, szarych i mułków szarych. W dolnej części glin wśród żwirów dominują wapienie północne, a orientacyjne współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,50–0,69–1,40 (tab. 2). W środkowej części glin wśród żwirów zawartość wapieni północnych (44,3%) i skał krystalicznych (42,1%) jest prawie taka sama, a udział dolomitów bardzo niski (1,5%). Średnie współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,01–1,05–0,81. W stropowej części warstwy wśród żwirów wapienie północne (45,0%) nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (41,5%), a udział dolomitów jest niski (3,5%). Wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 1,18–0,91–1,02. W otworze 45 gliny te mają tylko 6,2 m miąższości, występują na głębokości 59,8–66,0 m i porożcinane są warstewkami i wkładkami piasków drobnoziarnistych ze żwirami. W spągu są to gliny piaszczyste, ciemnoszaro-zielonkawe, ze żwirami. Wśród żwirów dominują wapienie północne (50,6%), skały krystaliczne stanowią 32,6%, a udział dolomitów północnych jest niski (2,8%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,66–0,67–1,32. W środkowej części występują gliny ciemnoszare ze żwirami. Wśród żwirów tych glin wapienie północne stanowią 48%, a skały krystaliczne 33,3%, udział dolomitów północnych jest niski (3%), a współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,61–0,69–1,29. W dolnej części glin zawartość skał krystalicznych (43,5%) i wapieni północnych (42,4%) jest podobna, a zawartość dolomitów północnych bardzo niska (0,8%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 0,97–1,11–0,86. W północno-wschodniej części arkusza, w rejonie Mrocza (otw. 47) w glinach tego stadiału, na głębokości 68,0–72,0 m, nawiercono porwaków pstrych plioceńskich. Gliny tego wieku nawiercono w głębokich punktach dokumentacyjnych (sondach WH): nr 4 (Chroście), nr 20 (Lipowiec), nr 24 (Gwiżdżiny) i nr 25 (Szramowo). Współczynniki petrograficzne tych glin podane zostały w tabeli 2.

Mułki i piaski zastoiskowe, górne, zostały przewiercone w centralnej części terenu arkusza, w rejonie Nowe Miasto Lubawskie–Kurzętnik (otw.: 36, 37 i 39). Miąższość tych osadów jest znaczna, maksymalnie do 20 m w otworze 36, ale rozmiary tego zastoiska proglałajnego utworzonego podczas recesji stadiału Mławy były niewielkie i ograniczały się do tylko do tego obszaru (kilka km²).

Piaski wodnolodowcowe zostały przewiercone w wielu otworach: 10, 12, 18, 39 i 45. Występują one dość powszechnie na omawianym obszarze arkusza, z wyjątkiem jego centralnej

części Nowe Miasto Lubawskie–Pręgowizna i doliny Drwęcy. Osady te zalegają płasko na glinach zwałowych na wysokości 82,0–106,0 m n.p.m. W otworze 10 osady tego wieku nawiercono na głębokości 43,5–51,4 m i są to piaski pyłowate, szare z ciemniejszymi smugami, w górnej części z warstewkami, laminkami i wkładkami piasków gruboziarnistych oraz niewielką, 0,2-metrową, wkładką glin piaszczystych. Krzywe uziarnienia są leptokurtyczne, posiadają wyraźne maksimum. Dominują piaski drobnoziarniste, wysortowanie ich jest słabe, a we frakcji ciężkiej dominują amfibole (44,2%), którym towarzyszą głównie granaty (21,2%), podrzędnie epidot (12,3%) i turmaliny (7,7%). Obtoczenie ziarn jest słabe, wskaźnik R wynosi 0,68. Wapnistość jest średnia i wynosi 6,8%. W otworze 45 są to piaski pyłowate szaro-beżowe, których krzywa uziarnienia jest leptokurtyczna. Wysortowanie ziarn jest słabe, energia środowiska była średnia, we frakcji ciężkiej dominują amfibole (40,9%), a towarzyszą im głównie granaty (20,1%), epidot (14,6%) i turmaliny. Zawartość CaCO₃ jest niska — 5,3%, a wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,57. Pochodzenie piasków jest wodnolodowcowe (Jeleński, 2002).

Interglacjał emski

P i a s k i j e z i o r n e o miąższości około 1 m występują na wysokości około 100 m n.p.m. Powstawały one być może w starorzeczu, zawierają faunę i florę eemską (Makowska, 1980). O obrębie omawianego obszaru zostały one zlokalizowane w rejonie Kurzętnika w obrębie doliny Drwęcy na terenie erozyjnych równin wód roztopowych. Podścielone są przez osady wodnolodowcowe, piaski drobno- i średnioziarniste. Są to osady warstwowane, przemyte, a ich miąższość wynosi około 2–3 m. Cała seria przykryta jest brukiem morenowym oraz kilkumetrową serią piasków i żwirów wodnolodowcowych. Nie są to jedyne takie osady na tym obszarze. Organiczne osady interglacjału eemskiego zostały odkryte również w rejonie Nowego Miasta Lubawskiego (Bitner, 1956). Po odsłonięciu okazało się jednak, że ich położenie nie jest pierwotne i ich przydatność dla ustalenia stratygrafii tego obszaru jest niewielka. Na południe od omawianego arkusza, na obszarze arkusza Górzno, rzeczne osady interglacjału eemskiego występują w podobnej sytuacji geomorfologicznej i na podobnym poziomie, około 100 m n.p.m.

Zlodowacenia północnopolskie

Na omawianym obszarze nie stwierdzono dotychczas osadów stadiału dolnego (toruńskiego) i interstadiału (krastudzkiego). Wydzielono natomiast osady stadiału środkowego (Świecia), zaś na powierzchni arkusza występują głównie osady stadiału górnego. Osady tego stadiału potraktowano w tym opracowaniu jako całość, nie rozdzielając na mniejsze jednostki stratygraficzne. Leżą one na wysokości od około 85 m n.p.m. do powierzchni terenu, osiągając w niektórych miejscach znaczne miąższości, nawet do około 60–70 m.

Zlodowacenie Wisły

Stadiał środkowy

Mułki zastoiskowe zostały przewiercone w jednym otworze w rejonie Mrocza (otw. 47). Wykształcone są jako mułki szare, miejscami ilaste, o słabym wysortowaniu. Maksymalna ich miąższość kształtuje się w granicach 6,0 m, przy przeciętnej wynoszącej około 3–4 m. Osady te powstawały w zbiorniku proglacialnym, w obniżeniu na przedpolu nasuwającego się lodowca.

Gliny zwałowe znane są z wielu otworów wiertniczych oraz wychodni w krawędziach doliny Drwęcy. Tworzą one jednolitą warstwę na całej powierzchni terenu (z wyjątkiem doliny Drwęcy i Jeziora Skarlińskiego). Spąg tej warstwy zalega na wysokości około 90 m n.p.m., strop zaś na wysokości około 110–115 m n.p.m., osiągając lokalną kulminację 135,0 m n.p.m. w rejonie wsi Mroczo (otw. 47), gdzie miąższość ich dochodzi do 35,0 m. W otworze 10 gliny zwałowe, piaszczyste, szare, słabozwięzłe, ze żwirami i gładzikami oraz laminkami piaszczysto-żwirowymi przewiercono na głębokości 24,7–43,5 m (18,8 m). W dolnej partii glin wśród żwirów wapienie północne (43,3%) przeważają nad skałami krystalicznymi (37,5%), a udział dolomitów jest średni — 5,1%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,34–0,83–1,08. W stropowej części warstwy wapienie północne (39,1%) przeważają nad skałami krystalicznymi (35,7%), a udział dolomitów północnych jest wysoki (8,6%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,35–0,82–1,09. Na głębokości 37,3–39,5 m zalega wkładka piasków pyłowatych z gładzikami, szarych z brunatnym odcieniem, w którego frakcji ciężkiej amfiboli (34,3%) jest prawie tyle samo, co granatów (32,4%). Towarzyszą im głównie epidot (11,4%) i turmaliny (9,5%). Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 0,70. Są to piaski pochodzenia lodowcowego.

W otworze 45 gliny zwałowe ze żwirami i gładzikami, szare, w dolnej części szare z brązowym odcieniem, zalegają na głębokości 32,5–55,7 m (23,2 m), a na głębokości 33,7–36,0 m są to gliny piaszczyste. W spągowej części glin wśród żwirów wapienie północne (45,9%) zdecydowanie przeważają nad skałami krystalicznymi (34,5%), a udział dolomitów północnych jest niski — 4,0%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,43–0,76–1,19. W środkowej części warstwy wśród żwirów przewaga wapieni północnych (41,7%) nad skałami krystalicznymi (35,5%) jest mniejsza, a udział dolomitów północnych niski — 1,8%. Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,24–0,90–1,03. W stropowej części warstwy wapienie północne (42,9%) nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (40,9%), zawartość dolomitów północnych jest niska (2,3%), a współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,10–0,99–0,94. Należy podkreślić, że stwierdzone tu współczynniki dla glin zwałowych ze zlodowaceń północnopolskich różnią się od wskaźników wzorcowych podanych przez Rzechowskiego (1980) dla glin tego samego wieku z północnej Polski. Również badania glin zwałowych pobranych z sond WH dały podobne wyniki. Gliny tego wieku nawiercono w sondach: nr 19 (Kuligi), nr 26 (Szramowo), nr 5 (Rakowice) i nr 2 (Nowy Dwór). Wyniki badań petrograficznych zamieszczono w [tabeli 2](#).

P i a s k i i ż w i r y l o d o w c o w e zalegają grubym pakietem w południowo-wschodniej części terenu arkusza (otw.: 39, 40, 42, 45 i 47) na wysokości około 100–140 m n.p.m., osiągając lokalnie nawet ponad 20 m miąższości, średnia miąższość tej warstwy wynosi około 15 m. W otworze 45 piaski żwirowate i żwiry zostały przewiercone na głębokości 14,3–32,5 (18,2 m), (111,0–129,2 m n.p.m.). Osady te odsłaniają się ponadto w dolinach rzek Drwęcy, Grobnicy, Weli oraz młodszych rozcięciach erozyjnych, najczęściej na wysokości około 110–130 m n.p.m.

Stadiał górny

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e występują tylko na niewielkim obszarze w północno-zachodniej części arkusza. Przewiercono je w otworze 10 na głębokości 15,9–24,7 m (120,3–129,1 m n.p.m.). Są to przede wszystkim piaski drobnoziarniste, w dolnej części pyłowate, beżowo-żółte. Krzywe uziarnienia są leptokurtyczne (posiadają wyraźne maksimum), wysortowanie ich jest słabe lub średnie. We frakcji ciężkiej amfibole (33,7%) przeważają nad granatami (28,3%), a towarzyszą im głównie epidot (14,0%) i turmaliny (8,5%). Obtoczenie ziarn kwarcu jest dość słabe, wskaźnik obtoczenia R wynosi 0,58, a wapnistość jest średnia (6,1%). Transport tych osadów był krótki i odbywał się w zimnym klimacie (Jeleński, 2002). Piaski te odsłaniają się także w rejonie Samplawy w dolinie rzeki Sandelli, w rejonie Marzęcic (otw. 17), gdzie odsłaniają się w rynnach subglacialnej na wysokości 121,0–135,0 m n.p.m. Są to piaski drobno- i średnioziarniste, żółte i jasnoszarożółte, z niewielką domieszką frakcji grubszej, głównie piasków średnioziarnistych.

M u ł k i z a s t o i s k o w e występują w północno-zachodniej części obszaru w rejonie wsi Nawra (otw. 12 oraz sonda WH nr 9). W sondzie tej na głębokości 16,5–19,0 m występują mułki piaszczyste przewarstwione glinami mułkowatymi, brązowe, brązowo-szare, z kawałkami zwęglonego drewna. Osady te występują na wysokości 107,0–137,0 m n.p.m.

Omawiane utwory odsłaniają się również w rynnach Jeziora Skarlińskiego nieco niżej, na wysokości 108,0–125,0 m n.p.m. Powstały one w niewielkim, ale głębokim zastoisku przed czołem transgredującego lodowca.

G l i n y z w a ł o w e stadiału górnego zlodowacenia Wisły, występujące powszechnie na powierzchni wysoczyzny morenowej, są na ogół odwapnione, zawartość CaCO_3 nie przekracza 2%. Nawiercone zostały w większości otworów na obszarze arkusza, nie występują tylko w dolinach rzek Drwęcy, Weli i Grobnicy i rynnach lodowcowych jezior: Skarlińskiego, Górnego i Fabrycznego. Tworzą one, wraz z przynależnymi do nich piaskami lodowcowymi, większą część powierzchni arkusza.

W otworze 10 gliny zwałowe szare oraz pstre (brązowo-szaro-zielone), ze żwirami i głazikami, zostały nawiercone na głębokości 1,9–15,5 m. Na głębokości 12,1–13,6 m występują w niej piaski drobnoziarniste, silnie ilaste, szaro-beżowe, z pojedynczymi drobnymi żwirkami. W dolnej części glin dominują wapienie północne (48,4%), skały krystaliczne stanowią 31,6%, a zawartość dolomitów

północnych jest średnia (4,9%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,60–0,67–1,37 (tab. 2). W środkowej partii glin wśród żwirów proporcje są podobne, wapienie północne stanowią 46,2%, skały krystaliczne — 26,9%, udział dolomitów jest wysoki, wynosi 9,8%. Wartości współczynników petrograficznych kształtują się: 1,91–0,54–1,74. W stropowej części glin przewaga wapieni północnych (46,2%) nad skałami krystalicznymi (30,6%) jest mniejsza, a udział dolomitów jest również wysoki (7,1%). Wartości współczynników petrograficznych wynoszą: 1,64–0,66–1,35.

W otworze 45 gliny tego wieku występują na głębokości 5,8–14,3 m. Są to gliny szare, partiami piaszczyste, ze żwirami, w środkowej partii z wkładkami mułków piaszczysto-ilastych szarych i szaro-beżowych. W dolnej części tych glin wśród żwirów wapienie północne (44,6%) przeważają nad skałami krystalicznymi (34,7%), a udział dolomitów północnych wynosi 5,0%. Średnie współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,42–0,77–1,15. W stropowej części glin wśród żwirów wapienie północne (44,9%) nieznacznie przeważają nad skałami krystalicznymi (39,6%), a zawartość dolomitów północnych jest niska (2,2%). Współczynniki petrograficzne wynoszą: 1,24–0,91–0,97. Gliny te występują również powszechnie w sondach WH, gdzie osiągają miąższość lokalnie ponad 20 m; (sondy: nr 26 Szramowo, nr 22 Nowe Miasto Lubawskie i nr 23 Kurzętnik), a jej parametry nie odbiegają od wskaźników otrzymanych przy badaniach próbek z otworów kartograficznych (tab. 2). W glinach tego zlodowacenia w rejonie wsi Marzęcice–Kornatki znajduje się krańcówka iłów poznańskich o maksymalnej grubości 14,0 m, eksploatowana dla potrzeb miejscowej cegielni.

Piaski, żwiry i głązy lodowcowe z wkładkami glin zwałowych w spływach występują na powierzchni wysoczyzny morenowej, a tylko lokalnie na starszych osadach lodowcowych. Miąższość tych osadów jest bardzo zróżnicowana, od 1,0 do kilkunastu metrów. W południowej i południowo-wschodniej części obszaru badań, na wysoczyźnie Garbu Lubawskiego, w rejonie Krzemieniewo–Mroczo–Brzozie Lubawskie, piaski i żwiry lodowcowe zalegają najczęściej cienką około 1–2-metrową warstwą na glinach zwałowych. W zachodniej części arkusza, wzdłuż linii Tereszewo–Lipowiec, utwory te osiągają miąższości nawet kilkunastometrowe. Są to piaski różnoziarniste ze żwirami, zaglinione lub pyłowate, z pojedynczymi gładzami, często z cienkimi wkładkami lub przewarstwieniami glin piaszczystych, pomarańczowo-żółte, pomarańczowo-beżowe, często odwapnione, bez warstwowania, leżące najczęściej na glinach zwałowych stadiału górnego.

Piaski i żwiry ozów. Zbudowana z nich forma ozowa występuje w rejonie Kurzętnika. Dominuje materiał gruboziarnisty, słabo przemyty, wykazujący jednak wyraźne warstwowanie. W dolnej partii oz przykryty jest po obu stronach glinami lodowcowymi. Według Churskiego forma ta powstała w szczelinie martwego lodu.

Piaski tarasów kemowych. W budowie tarasów kemowych dominują piaski bardzo drobnoziarniste, pyłowate. W stropie występuje piaski drobno- i średnioziarniste. Osady często są warstwowane poziomo i ripplemarkowo. Miąższość tych osadów oscyluje od około 5 do około 10 m.

Gliny zwałowe w spływach, kemów. Na powierzchni niektórych pagórków i wzgórz kemowych leżą twory ablacyjne wykształcone jako gliny oraz gliny piaszczyste ze żwirami i głazikami, z przewarstwieniami piasków pyłowatych, różnoziarnistych. Ich miąższość jest na ogół niewielka, wynosi 0,5–2,0 m, niekiedy tylko przekracza 3,0 m.

Mułki, piaski i żwiry kemów. Z osadów tych utworzone są liczne formy kemowe zgrupowane w trzech zespołach. W budowie tych form dominują piaski drobno- i średnioziarniste z przeławiczeniami piasków pyłowych i mułków. Niektóre pagórki kemowe utworzone są z mułków i piasków mułkowych przy niewielkim udziale grubszego materiału, inne zaś zbudowane są z piasków średnio- i gruboziarnistych ze żwirami i żwirami piaszczystymi. Osady te są najczęściej warstwowane poziomo, ale występują w nich również warstwowania przekątne małej i dużej skali. W brzeźnych partiach kemów pierwotny układ warstw może być zaburzony. Występują tu deformacje typu uskoków normalnych, fleksur i fałdek, które związane są z osiadaniem i osuwaniem osadów w wyniku wytapiania podpierającego je lodu (Wysota, 1992). Miąższość serii piasków, mułków i miejscami żwirów waha się od kilku metrów w rejonie Pręgowizny do ponad 20 m w rejonie wsi Wąs (sonda nr 29).

Gliny zwałowe w spływach występują sporadycznie, głównie w południowo-zachodniej części obszaru. Są to najczęściej niewielkie, odizolowane płyty gliniaste o miąższości 1,5–2,0 m, maksymalnie 3,0–4,0 m, leżące na piaskach i żwirach lodowcowych. Są to gliny beżowo-szare i brązowo-szare, odwapnione, piaszczyste, występujące na różnej wysokości.

Piaski, żwiry, głazy i gliny zwałowe w spływach, moren czołowych. Z osadów tych utworzone są duże wzgórza morenowe w rejonach: Kurzętnik–Nowe Miasto Lubawskie–Bratian oraz Linowiec–Krakus. Przeważają warstwowane piaski różnoziarniste ze żwirami i żwiry piaszczyste, lokalnie przewarstwione piaskami średnio- i drobnoziarnistymi, o warstwowaniu poziomym i przekątnym. W stropie tych utworów często występują przeławiczenia glin piaszczystych oraz piasków zaglinionych ze żwirami i pojedynczymi głazami, o miąższości od 0,6 do 2,5 m.

Piaski, żwiry, głazy i gliny zwałowe moren martwego lodu występują głównie w rejonie Mroczna i Góralszczyzny, ale pojedyncze formy występują nieregularnie również na całym obszarze arkusza. W budowie tych form dominuje gruby materiał typu zwałowego, bez warstwowania, nieuporządkowany, z dużą ilością otoczków. W odsłonięciach osadów moren martwego lodu obserwowano kliny mrozowe oraz inne struktury peryglacjalne. Miąższość opisanych osadów jest różna, uwarunkowana wielkością pagórków.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe zajmują na obszarze arkusza niewielkie powierzchnie, tworząc trzy poziome osadów sandrowych. Obszary te były drogami odpływów wód sandrowych z przedpoła lądolodu ostatniego zlodowacenia. W budowie sandrów główną rolę odgrywają piaski drobno- i średnioziarniste, z niewielką domieszką frakcji pyłowatej, mułkowej oraz drobnych

żwirków z niewielkimi gładzikami, barwy pomarańczowej, pomarańczowo-żółtej, pomarańczowo-szarej i żółtoszarej. Miąższość ich jest niewielka, najczęściej kilkumetrowa (Wiśniewski, 1970). Na powierzchni sandrów znajdują się zagłębienia wytopiskowe o różnym kształcie i wielkości.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe w rynnach występują wąską listwą w krawędzi rynny Jeziora Skarlińskiego. Są to piaski drobno- i różnoziarniste, pomarańczowo-żółte, żółte i jasnoszaro-żółte. Osadzały się one w fazie późnego glacjału na wysokości 88,0–95,0 m n.p.m.

Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 18,0–25,0 m n. p. rzeki, 12,0–18,0 m n. p. rzeki i 3,0–10,0 m n. p. rzeki (Drwęcy). Są to piaski o różnej granulacji, od piasków drobnoziarnistych do gruboziarnistych oraz żwiry i żwiry piaszczyste, pomarańczowo-żółte, szarozółte i jasnoszare. W dolnej partii tych osadów często stwierdzano bruk morenowy. W niektórych profilach piasków rzecznych stwierdzono występowanie poziomego bruku korytowego. Tworzy piaszczyste mają najczęściej warstwowanie poziome, przekątne lub krzyżowe. Cechy litofacjalne tych osadów wskazują, że ich akumulacja zachodziła w środowisku rzeki roztokowej. Miąższość osadów aluwialnych w obrębie tarasów Drwęcy waha się w granicach od około 5 do 15 m, z rzadka tylko przekraczając tę wielkość. Występują one z reguły na osadach stadiału górnego (Mławy) bądź środkowego (Wkry) zlodowacenia Warty.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Piaski pyłowate i żwiry zwietrzelinowe (eluwialne) występują zazwyczaj w lokalnych kulminacjach wysoczyzny morenowej jako pokrywy glin zwałowych o niewielkim zasięgu. Są to piaski o różnej granulacji, najczęściej z drobnymi żwirkami, o barwie zbliżonej do niżej leżących glin. Miąższość osadów eluwialnych jest najczęściej mniejsza niż 2,0 m. Największym obszarem ich występowania jest wysoczyzna morenowa w południowo-wschodniej części obszaru arkusza.

Piaski i gliny deluwialne, także na piaskach lodowcowych i glinach zwałowych, występują w wielu miejscach w różnych sytuacjach geomorfologicznych. Gromadzą się one w różnego rodzaju obniżeniach, w dnach suchych dolin, w zagłębieniach wytopiskowych, u podnóża zboczy w dolnych partiach stoków w dolinach rzek — Drwęcy, Weli, Grobnicy, rynien subglacialnych, den licznych dolin denudacyjnych i parowów. Niwelują i maskują one drobne elementy w rzeźbie powierzchni terenu. Osady deluwialne są zróżnicowane litologicznie w zależności od osadów, z których się tworzą. Najczęściej są gliniaste, dużo rzadziej piaszczyste, barwa ich jest niejednolita, na ogół beżowa lub szara. W wielu miejscach miąższość ich przekracza 2,0 m, ale najczęściej waha się w granicach około 1–4 m. Osady te występują dość powszechnie i mają duży udział wśród powierzchniowych osadów na obszarze badań.

Piaski eoliczne w wydmach. Pojedyncze formy wydmore występują w południo-zachodniej części arkusza w rejonie wsi Lipowiec. Są to dwie niewielkie formy o wysokości względnej około 5–7 m, zbudowane z piasków drobnoziarnistych, jasnoszaro-żółtych, matowych, dobrze przewianych. Leżą one na piaskach najwyższego poziomu sandrowego. Osadów pochodzenia eolicznego nie stwierdzono na pozostałej części terenu.

c. Holocen

Osady holocenijskie występują na obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie w dolinach rzek, rzeczek, cieków okresowo przepływowych, w rynnach subglacialnych oraz wypełniają dna licznych zagłębień wytopiskowych.

Piaski i żwiry rzeczne tarasów zalewowych 1,0–4,0 m n.p. rzeki (Drwęcy) występują w dolinie rzeki i są to piaski drobno- i średnioziarniste, najczęściej warstwowane, o barwie od jasnożółtej do jasnoszarej. Miąższość ich to najczęściej około 4–5 m, choć może dochodzić do około 8 m. Niekiedy w obrębie piasków i żwirów rzecznych występują okruchy drewna, detrytus roślinny, a czasem cienkie wkładki torfów bądź namulów.

Piaski rzeczne den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych występują w dolinie rzeki Drwęcy oraz lokalnych dopływach rzeki Weli, głównie w północno-wschodniej części obszaru arkusza. Są to piaski różnoziarniste z domieszką materiału żwirowego o barwie żółtoszarej, jasnoszarej i szarej. Podścielają one namuły oraz torfy den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych, a ich miąższość wynosi od około 2 do 4 m.

Gytie występują w zagłębieniach wytopiskowych w dnach rynien subglacialnych, zawsze poniżej torfów. Są to zazwyczaj gytie detrytusowe, wapienno-detrytusowe i wapienne o barwie żółtozielonej, żółtobrazowej, szarozielonej i popielato-szarej. Miąższość ich może być bardzo zróżnicowana, od 0,5 do 5,5 m nawet w ramach jednego zbiornika sedymentacyjnego (Chrośle–Radomno). Ich przeciętna miąższość wynosi 2,0–3,0 m, maksymalnie do około 6 m (Pacóltowo). Osady te występują również w dnach jezior rynnowych np. Jeziora Fabrycznego, gdzie mają miąższość do około 6 m.

Namuły i piaski humusowe z zagłębień bezodpływowych występują w niewielkich na ogół zagłębieniach bezodpływowych o różnym kształcie i genezie. Miąższość ich waha się od kilkudziesięciu cm do 2,0 m, sporadycznie tylko przekracza tę miąższość. Są to piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, z dużą ilością nagromadzonej substancji organicznej, o barwie szarej i ciemnoszarej.

Piaski humusowe i namuły den dolinnych oraz zagłębień okresowo przepływowych. Są to piaski drobno- i średnioziarniste, pyłowate, miejscami z wkładkami mułków, z dużą ilością materiału humusowego i detrytusu roślinnego. Często występują w nich

wkładki torfów. Mają one barwę brunatną, ciemnobrunatną, szarą i ciemnoszarą, a ich miąższość waha się od 0,5 do 2,5 m. Wypełniają one dna dolin i zagłębień okresowo przepływowych.

Torfy występują dość powszechnie w zagłębieniach wytopiskowych tarasów zalewowych Drwęcy i Weli oraz dnach rynien subglacialnych. Są to przeważnie torfy turzycowe, turzycowo-mszyste i trzcinowe. Miąższość ich waha się na ogół od 1,0 do 3,0 m, sporadycznie osiągając 4,0 m (Rakowice). W dolinie Weli bardzo często występują one na gytiach.

B. UKSZTALTOWANIE POWIERZCHNI PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Rzeźbę podłoża czwartorzędu na obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie opracowano na podstawie wyników kilkunastu głębszych otworów studziennych i dwóch otworów kartograficznych wykonanych dla potrzeb niniejszego opracowania (tabl. IV). Przy analizie rzeźby podłoża wykorzystano również profile otworów z arkuszy ościennych Szczegółowej mapy geologicznej Polski: Lidzbark Welski (Wysota, 1998), Skarlin (Wełniak, Lichwa, 2002), Kisielice (Uniejewska, 2000), Hława (Gałązka, 2002) oraz Górzno (Niewiarowski, Wysota, 1997).

Na obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie podłoże podczwartorzędowe jest poligenetyczne i tworzą je głównie osady miocenu, oligocenu i paleocenu. W podłożu tym występuje rozległe obniżenie zwane depresją Lidzbarka Welskiego (Lamparski, 1983), osiągające około 60–100 m p.p.m., a lokalnie nawet poniżej 120 m p.p.m. (Nowy Dwór) w północno-zachodniej części mapy (tabl. II). Główna oś tej depresji przyjmuje kierunek NW–SE, przecinając skośnie arkusz od południowego wschodu (Mroczo) w kierunku na północny zachód (Lekarty). W kierunku południowo-zachodnim podłoże czwartorzędu podnosi się do około 20 m n.p.m., stanowiąc podnóże skłonu elewacji Rypina. Od wschodu i północnego wschodu brak wyraźnych ograniczeń tej depresji. Dno depresji w najgłębszej, centralnej części zbudowane jest z piaskowców i piasków wapnistych paleocenu dolnego — montu (Gawor-Biedowa, 2001). W płytszej części, na wysokości około 103–115 m p.p.m. odsłaniają się cienką warstwą piaski i ły glaukonitowe oligocenu. Na pozostałym obszarze podłożem dla utworów czwartorzędowych są utwory miocenu — piaski węgliste i węgiel brunatny.

Analiza profilu elektrooporowego (Okrasa, 2001) wykonanego wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B potwierdza istnienie tej depresji w części północno-zachodniej (otw. 10) i południowo-wschodniej (otw. 45). Również analiza zdjęcia grawimetrycznego dla tych obszarów (Twarogowski, Petecki, 2002) potwierdza istnienie kopalnych głębokich struktur erozyjnych o kierunku NW–SE i zwiększoną miąższość osadów czwartorzędowych w tych rejonach oraz podniesienie podłoża podczwartorzędowego we wschodniej części arkusza (Mortęgi–Linowiec).

Wyinterpretowane w przekroju geoelektrycznym wyniesienie podłoża podczwartorzędowego do wysokości około 70 m n.p.m. w środkowej części arkusza (Kurzętnik) jest według autora arkusza nieprzekonywujące (brak wyraźnego zróżnicowania między osadami trzecio-i czwartorzędowymi). Problem ten wymaga dalszych prac i analiz.

Nawiercone w niektórych otworach: Mroczo (otw. 47) na wysokości 84,0 m n.p.m.; Kurzętnik (otw. 37) na wysokości 28,8 m p.p.t., Nowe Miasto Lubawskie (otw. 39) na wysokości 18,0 m p.p.m i Rakowice (otw. 6) na wysokości 33,0 m n.p.m. oraz występujące na powierzchni w rejonie wsi Kornatki iły poznańskie zostały uznane przez autora za kry i porwaki osadów trzeciorzędowych i nie były wykorzystane przy konstrukcji szkicu podłoża. Zniszczenie występujących tu uprzednio osadów pliocenu, miocenu i oligocenu nastąpiło głównie wskutek egzaracji lodowcowej w czasie najstarszego zlodowacenia Narwi, gdyż osady tego zlodowacenia występują na całym obszarze.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W dolnym trzeciorzędzie, w paleocenie, obszar arkusza zalewało płytkie, ciepłe morze, w którym powstawały osady piaszczyste z węglanami. W oligocenie w podobnych warunkach osadzały się piaski i iły glaukonitowe. W miocenie obszar ten został odcięty od morza i w ciepłym zbiorniku śródlądowym osadzały się piaski węgliste i węgiel brunatny.

Istniejące tu zapewne w preglacjale obniżenie dolinne sprzyjało egzaracji podłoża przez transgredujący lądolód. W czasie zlodowacenia Narwi powstała depresja i sąsiadująca z nią elewacja. Powstanie elewacji związane było, zdaniem Lamparskiego (1983), z wyciskaniem z podłoża przez nasuwające się jezory lodowcowe stosunkowo plastycznych osadów mioceńskich i plioceńskich. W głębokim i rozległym obniżeniu następowała sedymentacja osadów lodowcowych stadiału dolnego zlodowacenia Narwi, a następnie zastoiskowych, lodowcowych i wodnolodowcowych osadów stadiału górnego zlodowacenia Narwi, stopniowo wypełniając to obniżenie (tab. 3).

W czasie zlodowaceń południowopolskich na rozpatrywanym obszarze miało miejsce trzykrotne wkroczenie lądolodu. Przed wkroczeniem lądolodu zlodowacenia Nidy erozja spowodowała powstanie niewielkich zagłębień, wypełnionych następnie przez osady zastoiskowe. Na tak wyrównanej powierzchni osadziły się osady lodowcowe stadiału dolnego zlodowacenia Nidy, przykryte w północno-wschodniej części obszaru arkusza (Nowy Dwór) utworami wodnolodowcowymi. Podobny cykl powtórzył się w czasie transgresji, a następnie recesji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Nidy.

Lądolód zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) wkroczył na dość wyrównaną powierzchnię. W czasie recesji tego lądolodu osadziła się miększa seria osadów lodowcowych.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 3

| Stratygrafia | | | | | Utworki (opis litologiczny) | Procesy geologiczne |
|--|---|---|-----------------------|--|---|--|
| System | Oddział | Pododdział | Piętro | Podpiętro | | |
| C z w a r s t o j e c i z n o t r z | P l e j s t o c e n n | Z l o d o w a c e n i a p ó ł n o c n o p o l s k i e | W i s ł y | S t a d i a ł g ó r n y | <p>Torfy — $t Q_h$</p> <p>Piaski humusowe i namuły den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — $phn Q_h$</p> <p>Namuły i piaski humusowe zagłębień bezodpływowych — $np_h Q_h$</p> <p>Gytie — $gy Q_h$</p> <p>Piaski rzeczne den dolinnych i zagłębień okresowo przepływowych — $f_p Q_h$</p> <p>Piaski i żwiry rzeczne tarasów zalewowych 1,0–4,0 m n.p. rzeki (Drwęcy) — $f_p^{\text{①}} Q_h$</p> | <p>Akumulacja organiczna</p> <p>Akumulacja mineralna i organiczna w dnach dolin i zagłębieniach okresowo przepływowych</p> <p>Akumulacja mineralna i organiczna w zagłębieniach bezodpływowych</p> <p>Akumulacja organiczna i mineralna</p> <p>Akumulacja mineralna w dnach dolin i zagłębieniach okresowo przepływowych</p> <p>Akumulacja rzeczna korytowa poprzedzona erozją do głębokości 80,0–85,0 m n.p.m.</p> |
| | | | | | <p>Piaski eoliczne w wydmach — $c_p^{\text{②}} Q$</p> <p>Piaski i gliny deluwialne — $d_{pg} Q$</p> <p>Piaski pyłowate i żwiry zwietrzelinowe (eluwialne) — $pzy^z Q$</p> | <p>Akumulacja eoliczna</p> <p>Procesy spłukiwania i ruchów masowych oraz denudacja antropogeniczna na stokach wysoczyzny morenowej, dolin rzecznych i rynien subglacialnych</p> <p>Procesy wietrzenia mechanicznego i chemicznego glin zwałowych</p> |
| | | | | | <p>Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0–10,0 m n.p. rzeki (Drwęcy) — $f_p^{\text{B(III)}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 12,0–18,0 m n.p. rzeki (Drwęcy) — $f_p^{\text{B(II)}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 18,0–25,0 m n.p. rzeki (Drwęcy) — $f_p^{\text{B(I)}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe w rynnach — $ts_{pż}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski, żwiry, głązy i gliny zwałowe moren martwego lodu — $gm_{pżgł}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski, żwiry, głązy i gliny zwałowe w spływach, moren czołowych — $gc_{pżgł}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Gliny zwałowe w spływach — $g_{gzw}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Mułki, piaski i żwiry kemów — $k_{mpż}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Gliny zwałowe w spływach, kemów — $k_{gzw}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski tarasów kemowych — $tk_{p}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski i żwiry ozów — $o_{pż}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski, żwiry i głązy lodowcowe z wkładkami glin zwałowych w spływach — $g_{pżgł}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Gliny zwałowe — $g_{gzw}^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Mułki zastoiskowe — $b_m^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> <p>Piaski wodnolodowcowe — $fg_p^{\text{B3}} Q_{p^4}$</p> | <p>Akumulacja rzeczna — wypełnianie dolin rzecznych aluwiami, poprzedzone erozją</p> <p>Akumulacja wodnolodowcowa w rynnach poprzedzona erozją do głębokości 80,0 m n.p.m.</p> <p>Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lądolodu</p> <p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych między bryłami martwego lodu</p> <p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych oraz spływów grawitacyjnych przy krawędzi lądolodu</p> <p>Lokalna depozycja potokami błotnymi w przetainach</p> <p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych w szczelinach stagnującego lodu</p> <p>Lokalna depozycja i redepozycja potoków błotnych</p> <p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych przy krawędziach stagnującego lodu</p> <p>Akumulacyjna działalność wód roztopowych w tunelach subglacialnych i szczelinach lodowych</p> <p>Depozycja i redepozycja wodna materiału morenowego na powierzchni wysoczyzny morenowej</p> <p>Akumulacja lodowcowa</p> <p>Akumulacja w lokalnych zastoiskach przed czołem lodowca</p> <p>Akumulacja wodnolodowcowa w trakcie recesji lądolodu (wody roztopowe)</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|---|--|
| C | z | P | e | a | j | s | t | o | o | r | c | e | n | ę | d | Zlodowacenia północnopolskie | Zlodowacenie Wisły | Stadiał środkowy | Piaski i żwiry lodowcowe — $g_{pZ} Q_{p^4}^{B2}$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^4}^{B2}$ Mułki zastoiskowe — $b_m Q_{p^4}^{B2}$ | Depozycja moreny ablacyjnej na powierzchni wysoczyzny morenowej Akumulacja lodowcowa Akumulacja w zastoiskach przed czołem transgredującego lodowca | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Interglacjał eemski | | Piaski jeziorne — $li_p Q_{p^{3-4}}$ | Akumulacja mineralna w ciepłych zbiornikach śródlądowych | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenia środkowopolskie | Warty | Stadiał górny | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^3}^{W3}$ Mułki i piaski zastoiskowe (górne) — $b_{mp2} Q_{p^3}^{W3}$ Gliny zwałowe i żwiry lodowcowe — $g_{zwz} Q_{p^3}^{W3}$ Mułki i piaski zastoiskowe (dolne) — $b_{mp1} Q_{p^3}^{W3}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Sedymentacja w lokalnych zbiornikach (zastoiskach proglacialnych) podczas recesji lodowca Akumulacja lodowcowa Akumulacja w lokalnych zbiornikach związanych z transgresją lodowca |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Interstadiał | Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^3}^{W2-3}$ | Akumulacja rzeczna poprzedzona erozją do głębokości 75,0–80,0 m n.p.m. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Stadiał środkowy | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^3}^{W2}$ Mułki zastoiskowe — $b_m Q_{p^3}^{W2}$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^3}^{W2}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Sedymentacja w lokalnych i głębokich zastoiskach proglacialnych w czasie recesji lodowca Akumulacja lodowcowa |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Stadiał dolny | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^3}^{W1}$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^3}^{W1}$ Mułki i ropy zastoiskowe — $b_m Q_{p^3}^{W1}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Akumulacja lodowcowa Akumulacja zastoiskowa w zbiornikach proglacialnych w czasie transgresji lodowca |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenie Odry | Stadiał górny | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^3}^{O3}$ Gliny zwałowe i żwiry lodowcowe — $g_{zwz} Q_{p^3}^{O3}$ Mułki zastoiskowe — $b_m Q_{p^3}^{O3}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Akumulacja lodowcowa Akumulacja zastoiskowa przed czołem nasuwającego się lodowca |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Stadiał dolny | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^3}^{O1}$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^3}^{O1}$ Mułki zastoiskowe — $b_m Q_{p^3}^{O1}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Akumulacja lodowcowa Akumulacja zastoiskowa w rozległych zbiornikach związanych z nasuwaniem się lodowca |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Interglacjał wielki | Interglacjał Zbojna | Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^{2-3}}^Z$ | Akumulacja rzeczna poprzedzona erozją do około 10 m n.p.m. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenie Liwca | Piaski wodnolodowcowe (górne) — $fg_{p2} Q_{p^{2-3}}^C$ Gliny zwałowe i bruk rezydualny — $g_{zw} Q_{p^{2-3}}^C$ Piaski wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{p1} Q_{p^{2-3}}^C$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie recesji lodowca Akumulacja lodowcowa i bardzo silna erozja Akumulacja wodnolodowcowa przed czołem nasuwającego się lodowca |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Interglacjał mazowiecki | Piaski rzeczne — $f_p Q_{p^{2-3}}^M$ Piaski, ropy i mułki rzeczne i jeziorne — $f_{lipim} Q_{p^{2-3}}^M$ | Akumulacja rzeczna poprzedzona erozją do około 15 m p.p.m. Akumulacja przejściowa rzeczno-zastoiskowa i zastoiskowa |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenia południowopolskie | Zlodowacenie Sanu 2 (Wilgi) | Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^G$ | Akumulacja lodowcowa |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Zlodowacenie Nidy | | Stadiał górny | Piaski wodnolodowcowe — $fg_p Q_{p^2}^{N3}$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^{N3}$ Mułki, piaski i ropy zastoiskowe — $b_{mpi} Q_{p^2}^{N3}$ | Akumulacja wodnolodowcowa podczas recesji lodowca Akumulacja lodowcowa Akumulacja w niewielkich zbiornikach zastoiskowych przed czołem lodowca |

| C z w a r t o r z ę d | | P l e j s t o c e n | | Zlodowacenie południowopolskie | Zlodowacenie Nidy | Stadial dolny | Piaski wodnolodowcowe — $fg Q_p^{N1}$ | Akumulacja wodnolodowcowa w czasie re- cesji lodowca |
|-----------------------|--|------------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------|---|---|
| | | | | | | | Gliny zwałowe — $gzw Q_p^{N1}$ | Akumulacja lodowcowa |
| Trzeciorzęd | Paleogen | Neogen | Miocen | Zlodowacenie najstarsze | Zlodowacenie Narwi | Stadial górnny | Piaski wodnolodowcowe — $fg Q_p^{A3}$ | Akumulacja wodnolodowcowa podczas re- cesji lodowca |
| | | | | | | | Gliny zwałowe — $gzw Q_p^{A3}$ | Akumulacja lodowcowa |
| | | | | | | Stadial dolny | Mułki zastoiskowe — $b Q_p^{A1}$ | Akumulacja w zastoiskach przed czołem transgredującego lodowca |
| | | | | | | | Gliny zwałowe — $gzw Q_p^{A1}$ | Akumulacja lodowcowa |
| | Iły pstre (poznzańskie) jako kry i porwaki w utworach czwartorzędowych — $Tr Q_p$ | Egzaracja i sedymentacja glacialna | | | | | | |
| Paleogen | Neogen | Miocen | | | | | Węgiel brunatny i piaski węgliste — $wbr M$ | Akumulacja w zbiorniku śródlądowym |
| | | | | | | | Piaski i ropy glaukonitowe — $piGk E$ | Akumulacja w płytkim morzu |
| | | | | | | | Piaskowce wapieniste i piaski wapieniste, z glaukonitem — $pcw PC_1$ | Akumulacja w płytkim morzu |

Na przełomie zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) i interglacjału mazowieckiego miały miejsce intensywne procesy erozyjne. Spowodowały one w wielu miejscach zniszczenie osadów lodowcowych zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi), rozcinając również osady wodnolodowcowe z recesji zlodowacenia Nidy. Obserwuje się to szczególnie na północy arkusza (Nowy Dwór), gdzie erozja sięgnęła do 65,0 m p.p.m. i na południu, w rejonie Krzemienia, gdzie rozcięcie erozyjne sięgnęło 75,0 m p.p.m. W centralnej części arkusza, w rejonie Kurzętnika, osady lodowcowe zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) uległy zniszczeniu w niewielkim stopniu, a ich strop znajduje się na wysokości 15,0 m p.p.m. Tak dynamiczne procesy erozyjne spowodowały utworzenie się rozległego zbiornika okresowo przepływowego, który następnie był wypełniany osadami jeziornymi i rzecznyymi. Strop zasypania tego zbiornika jest wyrównany i zalega na rzędnej około 0–5 m n.p.m. U schyłku interglacjału mazowieckiego zachodziła erozja rzeczna. W osady interstadialne do głębokości 15,0 m p.p.m. wcięła się rzeka o spokojnym przepływie (Jeleński, 2002). Kierunek przepływu tej rzeki jest trudny do ustalenia, gdyż stwierdzono ją tylko jednym wierceniem (otw. 45, Krzemieniewo).

Nasunięcie lądolodu zlodowacenia Liwca poprzedziła sedymentacja wodnolodowcowa związana z jego transgresją. Gliny zwałowe zlodowacenia Liwca wskutek późniejszych procesów erozyjnych uległy w znacznym stopniu zniszczeniu, zachowując dużą miąższość tylko w północno-wschodniej części arkusza (otw. 15, Mortęgi). Na pozostałym obszarze mają one najczęściej miąższości kilkumetrowe, a w wielu miejscach została całkowicie rozpłukane i przykryte osadami wodnolodowcowymi pochodzącymi z recesji tego zlodowacenia, które wyrównały powierzchnię terenu.

Na tej wyrównanej powierzchni w interglacjale Zbójna została wyerodowana dolina rzeczna, podobna rozmiarami do tej z interglacjału mazowieckiego, o głębokości 12–15,0 m (10–25 m n.p.m.) Została ona następnie zasypała piaskami rzecznyymi. Wody lodowcowe związane z transgresją lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Odry usunęły w wielu miejscach osady z recesji zlodowacenia Liwca i gliny zwałowe związane z tym zlodowaceniem. Głębokość powstałych w ten sposób niecek wynosi do około 15–18 m. Osadziły się w nich następnie piaski zastoiskowe i mułki (do poziomu około 25 m n.p.m.).

Transgresję lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Odry poprzedziła intensywne erozja, która spowodowała w północnej i środkowej części arkusza znaczne zredukowanie bądź usunięcie osadów związanych ze zlodowaceniem Liwca i powstanie głębokich (do około 35 m – Kurzętnik) i rozległych (Nowy Dwór – Nawra) zagłębień, które następnie zostały wypełnione osadami zastoiskowymi. Lądolód stadiału dolnego zlodowacenia Odry wkraczał na wyrównaną powierzchnię. Wody roztopowe z jego recesji zniszczyły gliny zwałowe, które zachowały się tylko w rejonie Nawra–Pręgowizna. Na pozostałym obszarze miejsce wyerodowanej gliny zajęły osady wodnolodowcowe. Przed wkroczeniem lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Odry procesy erozyjne nie były już tak dynamiczne. Powstawały rozległe, ale płytkie (o głębokości maksymalnie 10 m) zagłębienia, wypełniane następnie osadami zastoiskowymi (Nowy Dwór–Pręgowizna). Dynamika wód roztopowych i procesów erozyjnych w trakcie ustępowania tego lądolodu była bardzo duża, szczególnie w środkowej części obszaru arkusza, w rejonie Kurzętnika i spowodowała usunięcie glin tego zlodowacenia oraz osadów wodnolodowcowych stadiału dolnego zlodowacenia Odry.

Przed rozpoczęciem transgresji lądolodu stadiału dolnego zlodowacenia Warty w okolicach Marzęcic (otw. 17) i w rejonie Kurzętnika w wodnolodowcowych osadach z recesji stadiału górnego zlodowacenia Odry „wycięta” została głęboka niecka (o maksymalnej głębokości około 20 m), wypełniona następnie do poziomu 55,0 m n.p.m. osadami zastoiskowymi. Poziom glin zwałowych tego zlodowacenia zachował się tylko w północno-zachodniej (Nowy Dwór) i północno-wschodniej (Mortęgi) części arkusza. W pozostałej części gliny te zostały usunięte. Erozja na przedpolu nasuwającego się lądolodu zlodowacenia Warty środkowej spowodowała w centralnej i południowej części arkusza usunięcie osadów wodnolodowcowych i, być może, pozostałych glin stadiału dolnego zlodowacenia Warty. Na północ od linii Marzęcice–Nawra–Bratian utworzyło się rozległe na kilkanaście kilometrów, głębokie rozlewisko, wypełnione następnie osadami zastoiskowymi. Z recesji tego zlodowacenia pozostał gruby pakiet osadów lodowcowych. Gliny tego zlodowacenia były intensywnie niszczone przez wody roztopowe, szczególnie w południowej części arkusza (Krzemieniewo–Kurzętnik), a następnie nadbudowywane przez osady zastoiskowe i wodnolodowcowe w interstadiale. W osadach wodnolodowcowych powstałych w czasie recesji stadiału środkowego zlodowacenia Warty

w południowo-wschodniej części arkusza (Krzemieniewo) została wyerodowana niewielka dolina o głębokości około 12–15 m, zasypana następnie osadami rzecznyymi do poziomu około 75–77 m n.p.m. Przed czołem wkraczającego lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Warty (Mławy) w północnej części obszaru arkusza (Nowy Dwór–Nawra), utworzyły się niewielkie zastoiska o zmiennej głębokości, od kilku do prawie 20 m, wypełnione następnie osadami zastoiskowymi.

W czasie interglacjału eemskiego gruby pakiet osadów lodowcowych podlegał intensywnej erozji. Procesy te zachodziły zwłaszcza w środkowej części obszaru arkusza, gdzie został on całkowicie zniszczony (Kurzętnik) i w części południowej, gdzie zachowała się najczęściej kilkumetrowa warstwa lodowcowa, nadbudowana przez osady wodnolodowcowe do poziomu 100,0 m n.p.m. (Chrośła–Nowy Dwór). W niewielkich nieckach wytopiskowych powstawały osady jeziorne.

Przed nasunięciem się czaszy zlodowacenia stadiału środkowego (Świecia) zlodowacenia Wisły procesy erozyjne najintensywniej przebiegały w środkowej części obszaru arkusza (Kurzętnik) i na południu (Mroczo), gdzie utworzył się niewielki zbiornik o głębokości do 10 m, zasypany następnie osadami zastoiskowymi. Poziom lodowcowy tego zlodowacenia był bardzo intensywnie niszczone, szczególnie w dolinie Drwęcy i na północny zachód od tej doliny. Nasuwanie się lądolodu stadiału górnego następowało po zróżnicowanym podłożu, położonym na wysokości od 110,0 m n.p.m. w północno-zachodniej części arkusza do 140,0 m n.p.m. na jego południowym zachodzie. W rejonie Pręgowizny (otw.: 11 i 12) przed czołem nasuwającego się lądolodu został wyerodowany niewielki, ale głęboki (20–30 m) zbiornik zastoiskowy, zasypany następnie do poziomu 135,0 m n.p.m. osadami zastoiskowymi. Powierzchnię terenu tworzą głównie osady lodowcowe stadiału górnego (fazy leszczyńsko-poznańskiej), a tylko w dolinie rzek Drwęcy i Weli — osady stadiału pomorskiego. W rynnach jeziornych i dolinach rzek Drwęcy, Weli i Grobnicy odsłaniają się starsze osady lodowcowe — gliny zwałowe i piaski lodowcowe, głównie stadiału Świecia. W niektórych obszarach występują, pojedynczo lub w zespołach, różnorodne formy kemowe. W rejonie Nowego Miasta Lubawskiego główny rys rzeźbie terenu nadają ciągi moren czołowych akumulacyjnych. Na całym obszarze licznie występują moreny martwego lodu, pojedynczo lub rzadziej grupowo po dwie lub trzy. Bardzo ciekawą, choć pojedynczą, formą jest niewielki oz występujący w rejonie Kurzętnika.

Dolina Drwęcy zaczęła się formować w czasie subfazy krajeńsko-wąbrzeskiej (Niewiarowski, 1968), ale największe rozmiary osiągnęła w fazie pomorskiej w czasie spływu wód lodowcowych sandru ostródzkiego i iławskiego. Od tego czasu aż do końca młodszego dryasu podlegała ona etapowemu pogłębianiu się. Dowodem tego są tarasy erozyjno-akumulacyjne i akumulacyjne (nadzalewowe).

W holocenie, po deglacjacji obszaru w okresie późnego glacjału powstały nowe formy terenu i osady. W dolinach rzecznych utworzyły się tarasy nadzalewowe. W rynnach subglacialnych i w większych zagłębieniach wytopiskowych osadziły się głównie utwory mineralne (piaski, mułki). W późnym glacialu i holocenie u podnóża stoków, w dolinkach i zagłębieniach bezodpływowych tworzyła się pokrywa osadów

deluwialnych. Okres holoceniński zaznaczył się akumulacją w dnach dolin rzecznych (głównie w dolinie Drwęcy) utworów piaszczystych frakcji korytowej oraz namulów.

W obrębie tarasów zalewowych w dolinie Drwęcy i Weli oraz dnach rynien i zagłębień wytopiskowych miała miejsce akumulacja osadów organicznych (torfów, gytii i namulów). Również w holoenie, wraz z pojawieniem się rolnictwa, zaczęły powstawać osady denudacji antropogenicznej, głównie osady deluwialne, a wraz z rozwojem osadnictwa, gospodarki wodnej i komunikacji, nasypy.

IV. PODSUMOWANIE

Wszechstronne i szczegółowe badania przeprowadzone na obszarze arkusza Nowe Miasto Lubawskie w ramach opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 wniosły szereg nowych danych dotyczących morfologii, budowy i stratygrafii czwartorzędu tego terenu, ale również potwierdziły w wielu wypadkach wyniki wcześniejszych badań i ustaleń. Należą do nich:

— stwierdzenie istnienia w podłożu głębokiej depresji, która kontynuuje się od Lidzbarka Welskiego (Lamparski, 1983) w kierunku północno-zachodnim do Nowego Miasta Lubawskiego i dalej na Nowy Dwór–Lekarty,

— stwierdzenie dużej roli egzaracyjnej lądolodów, które doprowadziły do powstania tej depresji,

— stwierdzenie, że miąższość osadów czwartorzędowych w najgłębszych miejscach tej depresji przekracza około 260 m,

— udokumentowanie występowania w wyżej wymienionej depresji osadów lodowcowych zlodowacenia Narwi, których obecność wcześniej sugerował Lamparski (1983),

— udokumentowanie występowania osadów lodowcowych stadiału dolnego i górnego zlodowacenia Nidy oraz osadów zastoiskowych i wodnolodowcowych związanych z transgresją i recesją tego zlodowacenia,

— udokumentowanie występowania osadów lodowcowych zlodowacenia Liwca i osadów rzecznych interglacjału Zbójna. Utwory te, łącznie z osadami rzecznyymi i jeziornymi interglacjału mazowieckiego, tworzą pakiet osadów o miąższości około 90 metrów,

— potwierdzenie istnienia na obszarze arkusza dwóch serii lodowcowych zlodowacenia Odry.

— potwierdzenie występowania na tym obszarze pełnego profilu glin zwałowych zlodowacenia Warty, stwierdzono występowanie glin stadiałów — Rogowca, Wkry, i Mławy oraz interstadiału Regimina,

— potwierdzenie występowania lądolodu w czasie stadiału środkowego (Świecia) zlodowacenia Wisły i związanych z nim osadów (gliny zwałowe, utwory wodnolodowcowe i zastoiskowe) oraz stadiału górnego tego zlodowacenia, tworzącego w znacznej mierze powierzchnię terenu arkusza,

— wyniki uzyskane w trakcie prac pozwalają stwierdzić, że profile osadów czwartorzędowych uzyskane w otworach Nowy Dwór i Krzemieniewo są jednymi z pełniejszych profili w tym rejonie i mogą być uznane za profile reperowe,

— współczynniki petrograficzne dla glin zwałowych ze zlodowacenia północnopolskiego generalnie znacznie odbiegają od współczynników podanych jako wzorcowe dla glin zwałowych tego samego wieku z północnej Polski.

W trakcie dalszych badań na obszarze arkusza należałoby:

— jednoznacznie wyjaśnić występowanie lub brak elewacji podłoża w rejonie Kurzętnika i Rakowic.

— wyjaśnić genezę kier występujących w rejonie Kurzętnika i Rakowic.

— lepiej rozpoznać budowę czwartorzędu w środkowej i północno-wschodniej części obszaru arkusza (brak w tym rejonie głębokich wierceń)

— wyjaśnić głębokość występowania podłoża w północno-wschodniej części obszaru arkusza

— zbadać ewentualny wpływ zaburzeń glacitektonicznych na powstanie depresji w rejonie Nowego Miasta Lubawskiego.

Opracowano
w Przedsiębiorstwie Geologicznym
Polgeol SA w Warszawie

Zakład Geologii Czwartorzędu
Państwowego Instytutu Geologicznego

Warszawa, 2003

LITERATURA

- Baraniecka M. D., 1984 — Zlodowacenia środkowopolskie. W: Budowa geologiczna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Bitner K., 1956 — Nowe stanowiska trzech plejstoceńskich flor kopalnych. W: Z badań czwartorzędu w Polsce. 7. *Biul. Inst. Geol.* 100.
- Brodniewicz J., 1966 — Analiza faunistyczna słodkowodnych osadów międzymorenowych z Kurzętnika koło Nowego Miasta. *Zesz. Nauk. UMK. Nauki Mat.-Przyr.*, 14.
- Churski Z., Kotarbiński J., Liberadzki M., Niewiarowski C., 1976 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Brodnica. Wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.
- Churski Z., 1961 — The Drwęca valley near Nowe Miasto. W: Publications VI th INQVA Congress. PWN, Łódź.
- Churski Z., 1962 — Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000, ark. Nowe Miasto Lubawskie.
- Churski Z., 1964 — Oz kurzętnicki. *Zesz. Nauk. UMK. Nauki Mat.-Przyr.*, 10.
- Churski Z., 1966 — Młodoplejstoceńskie (międzymorenowe) osady jeziorne z okolic Kurzętnika nad Drwęcą. *Zesz. Nauk. UMK. Nauki Mat.-Przyr.*, 14.
- Ciuk E., 1970 — Schematy litostratygraficzne Trzeciorzędu Niziny Polskiej. *Kwart. Geol.*, 14, 4.
- Galon R., 1931 — Morfologia doliny Drwęcy. *Bad. geogr.*, 6–7.
- Galon R., 1947 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Toruń. Wyd. A. Inst. Geol., Warszawa.

- Galon R., 1952 — Stratygrafia plejstocenu dolnego Powiśla w świetle nowych prac. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **21**, 3
- Galon R., Roszkówna W., 1967 — Zasięg zlodowceń skandynawskich i ich stadiałów recesyjnych na obszarze Polski. W: Czwartorzęd Polski. Wyd. Nauk., Warszawa.
- Galon R., Kotarbiński J., Wójcik C., 1979 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, ark. Brodnica. Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., Pacowska J., 1953 — Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000, ark. Toruń. Wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., 1977 — Last Cold Period (Würm) and Last Scandinavian glaciation. *Stud. Geol. Pol.*, 52.
- Galon R., 1982 — On the Stratygraphy and Chronology of the Last Glaciation (Vistulian) in Poland. *Quatern Stud.*, 3.
- Gałązka D., 2002 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Iława. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Gawor-Biedowa E., 1973 — Stratygrafia paleocenu z otworu Iława na podstawie badań mikropaleontologicznych. *Kwart. Geol.*, **17**, 1.
- Gawor-Biedowa E., 2001 — Badania mikropaleontologiczne osadów podłoża czwartorzędu z otw.: Nowy Dwór-1 i Krzemieniewo-3. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jeleński O., 2002 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych — opracowanie specjalne dla arkusza Nowe Miasto Lubawskie (248) SMGP. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kondracki J., 2000 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk., PWN, Warszawa.
- Kotarbiński J., 1971 — Geneza piasków bezstrukturalnych w osadach wodnolodowcowych sandru dobrzyńskiego w świetle badań sedymentologicznych. *Prz. Geol.*, **19**, 43.
- Kotarbiński J., 1979 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Brodnica. Wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Krupiński K. M., Marks L., 1985 — Interglacial site at losy near Lubawa in the Mazury Lakeland. *Kwart. Geol.*, **2**, 9.
- Krupiński K. M., Marks L., 1986 — Interglacial sediments at Losy Mazury Lakeland. *Bull. Pol. Ac. Earth. Sc.* 34.
- Kuszell T., 2001 — Badania palinologiczne osadów trzecio- i czwartorzędowych z wierceń na arkuszu Nowe Miasto Lubawskie (248) SMGP 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Lamparski Z., 1983 — Plejstocen i jego podłożę w północnej części środkowego Powiśla. *Stud. Geol. Pol.*, 76.
- Makowska A., 1975 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, arkusz Grudziądz. Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., 1976 — Stratygraphy of Tills Exposed along the Valley of the Lower Vistula Area. *Zesz. Nauk. UAM. Ser. Geogr.*, 12.
- Makowska A., 1978 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Iława. Wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., 1979 — Interglacjał eemski w dolinie Dolnej Wisły. *Stud. Geol. Pol.*, **63**.
- Makowska A., 1980 — Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Iława. Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., 1986 — Morza plejstoceńskie w Polsce — osady, wiek i paleogeografia. *Pr. Inst. Geol.*, 120.
- Marks L., 1980 — Podłożę i stratygrafia osadów czwartorzędowych w SW części Pojezierza Mazurskiego. *Kwart. Geol.*, **24**, 2.
- Marks L., 1988 — Relation of substrate to the Quaternary paleorelief and sediments western, Mazury and Warmia (Northern Poland). *Zesz. Nauk. AGH*, 1165.
- Marks L., 1991 — Zasięgi lądolodów zlodowacenia Wisły w środkowej i wschodniej Polsce. *UAM Ser. Geogr.*, 50.
- Marks L., 1995 — Corelation of the Middle Pleistocene ice-dam lacustrine sediments between the regions of the Lower Vistula and the Lower Elbe (Central Europe). *Acta Geol. Pol.*, **45**.

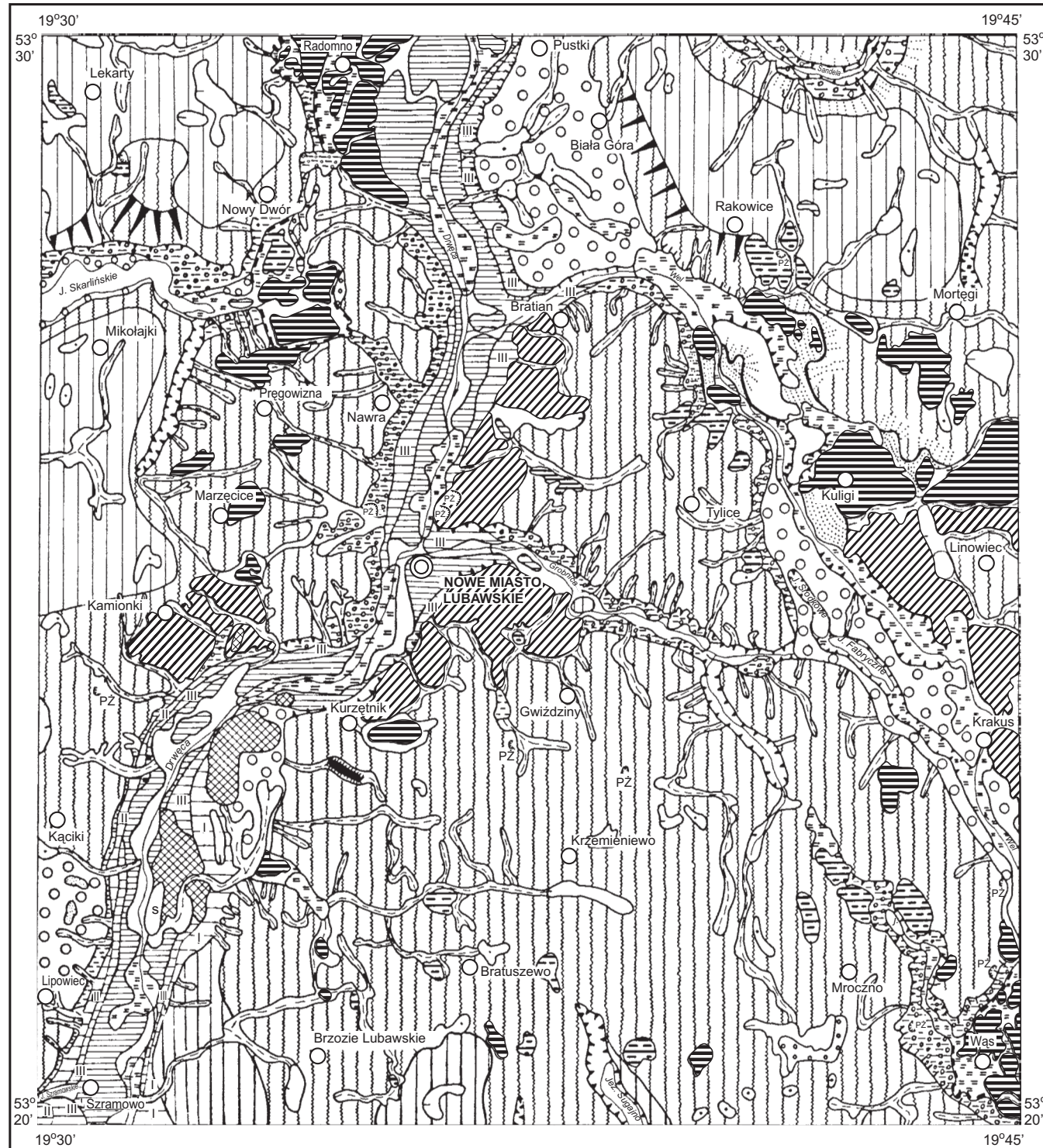
- Marzec M., 1973 — O nowym stanowisku paleocenu w Hławie woj. olsztyńskie. *Kwart. Geol.*, **17**, 1.
- Modliński Z., 1975 (red.) — Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego, Prabuty IG-1. Inst. Geol., Warszawa.
- Mojski J. E., 1984 — Zlodowacenie północnopolskie. W: Budowa Geologiczna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Mrózek W., 1961 — Geomorphology of the Lake Jeziorak and of its environment. Guide book of excursion. Part I North Poland VI INQUA Congress Warszawa.
- Niewiarowski W., 1959 — Formy polodowcowe i typy deglacjacji na Wysoczyźnie Chełmińskiej. *Studia Soc. Sc. Torunensis. Sec. C*, **4**, 1.
- Niewiarowski W., 1968 — Morphology and evolution of pradolina and Valley of the River Dręca. *Studia Soc. Sc. Torunensis Sec. C*, **6**, 6.
- Niewiarowski W., Wysota W., 1997 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Górzno. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Niewiarowski W., 1984 — Osady czwartorzędowe i rzeźba terenu. Województwo Toruńskie: Przyroda–ludność i osadnictwo–gospodarka. PWN, Warszawa–Poznań–Toruń.
- Niewiarowski W., 1986 — Morfogeneza sandru brodnickiego na tle innych form polodowcowych Pojezierza Brodnickiego. *Acta Univ. Nicol. Copern. Geografia*, **19**.
- Niewiarowski W., Wysota W., 1986 — Poziomy wysoczyznowe Wysoczyzny Brodnickiej i ich geneza. *Acta Univ. Nicol. Copern. Geografia*, **19**.
- Niewiarowski W., Wysota W., 1996 — Osady interglacjału wielkiego w depresji Lidzbarka Welskiego (SW część Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **373**.
- Okołowicz W., 1948 — Uwagi i przyczynki do znajomości morfologii Pomorza. *Czas. Geogr.*, **19**.
- Okrasa T., 2001 — Dokumentacja badań elektrooporowych dla arkusza Nowe Miasto Lubawskie (248) SMGP w skali 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piwocki M., 1970 — Sprawozdanie z poszukiwań złóż węgla brunatnych wykonanych w rejonie Ostróda-Północ woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piwocki M., 2001 — Nowe poglądy na litostratygrafię paleogenu w Polsce północnej.
- Roszkówna L., 1955 — Moreny czołowe Zachodniego Pojezierza Mazurskiego. *Studia Soc. Sc. Torunensis Sec. C*, **2**, 2.
- Roszkówna L., 1968 — Recesja ostatniego lądolodu z terenu Polski ostatnie zlodowacenie skandynawskie w Polsce. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, **74**.
- Rotnicki K., 1960 — Przegląd zagadnień dotyczących ozów. *Czas. Geogr.*, **31**, 2.
- Sonntag P., 1919 — Geologie von Westpreussen. Berlin.
- Twarogowski J., Petecki Z., 2002 — Analiza półszczegółowego zdjęcia grawimetrycznego dla tematu: Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Nowe Miasto Lubawskie (248). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Uberna T., 1974 — Sytuacja utworów paleogeńskich w północnej części Nizy Polskiego na tle ukształtowania powierzchni podłoża utworów kenozoicznych. *Biul. Inst. Geol.*, **281**.
- Uniejewska M., 2000 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kisielice. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Wełniak A., Lichwa M., 2002 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Skarlin (wraz z objaśnieniami). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Wiśniewski E., 1970 — Struktura i tekstura sandru ostródzkiego prace geogr. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, 83.
- Wiśniewski E., Noryskiewicz B., 1971 — Zagadnienie wieku dna doliny górnej Drwęcy w świetle analizy pyłkowej. *Zesz. Nauk. UMK Nauki Mat.-Przyr.*, 26. *Geografia*, 8.
- Woldstedt P., 1950 — Norddeutschland und angrenzende Gebiete in Eiszeitalter. Koehler Verlag Stuttgart.
- Woldstedt P., 1958 — Das Eiszeitalter Grundlinien einer Geologie des Quartrs. Stuttgart.
- Woldstedt P., 1969 — Handbuch der Stratigraphischen Geologie. Stuttgart.
- Wysota W., 1992 — Morfogeneza środkowo-wschodniej części Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego w świetle badań osadów i form zlodowacenia vistuliańskiego. *Arch. UMK*, Toruń.
- Wysota W., 1996 — Lito- i morfostratygrafia vistulianu we wschodniej części Pojezierza Dobrzyńskiego. *Stratygrafia pleistocenu Polski*, III Konferencja, Wigry 2–4 września 1996.
- Wysota W., 1997 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Górzno. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- Wysota W., 1998 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Lidzbark Welski. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nowe Miasto Lubawskie (248)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



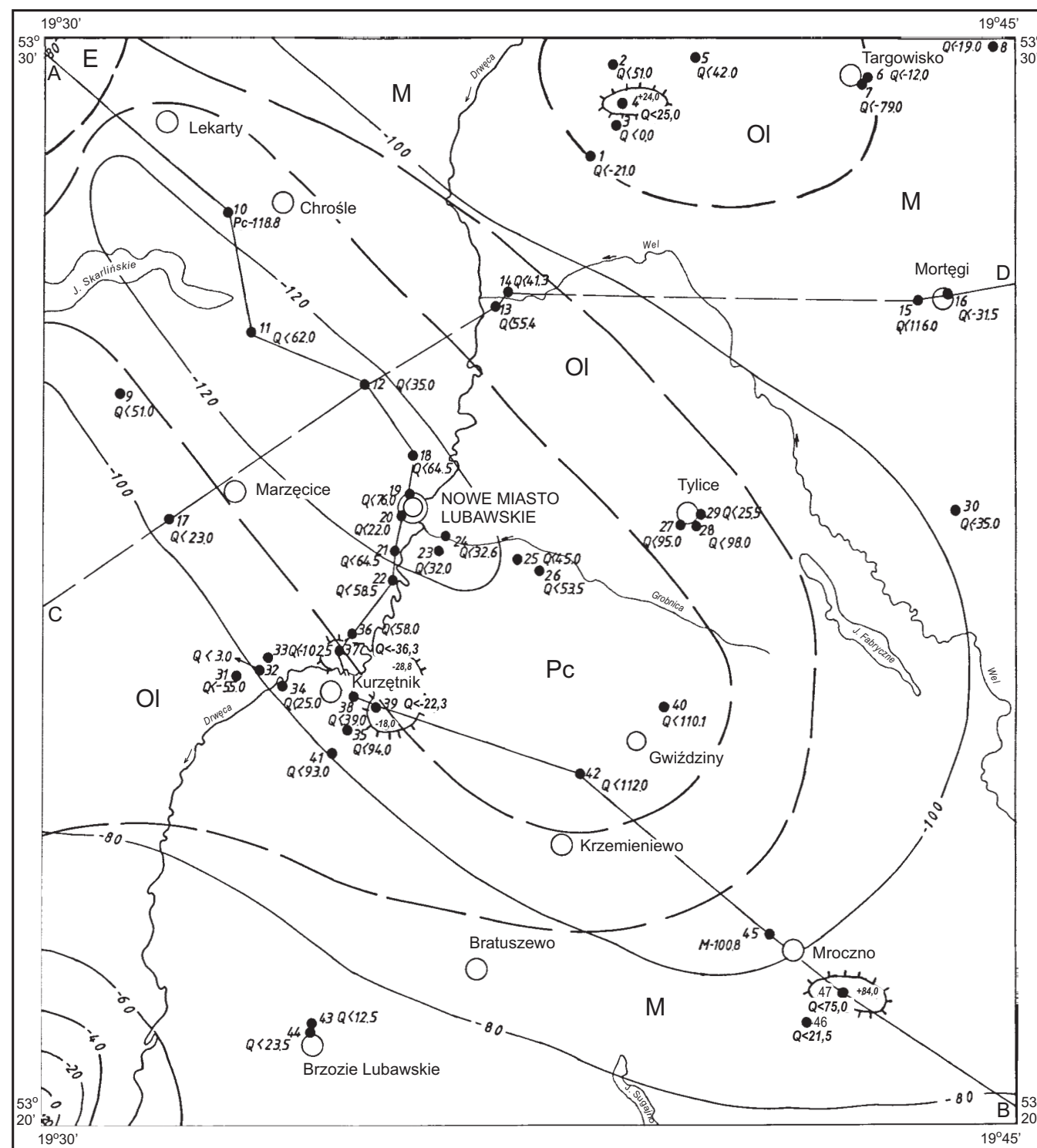
- | | |
|--|---|
| <p>Formy lodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Wysoczyzna morenowa płaska Wysoczyzna morenowa falista Moreny czołowe akumulacyjne Niecki wytopiskowe <p>Formy utworzone w strefie martwego lodu</p> <ul style="list-style-type: none"> Moreny martwego lodu <p>Formy wodnolodowcowe</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności Powierzchnie sandrowe w rynnach Ozy, formy akumulacji szczelinowej Kemy Tarasy kemowe Rynny subglacialne Rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone Powierzchnie erozyjne wód roztopowych Zagłębienia powstałe po martwym lodzie <p>Formy eoliczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Wydmy | <p>Formy rzeczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Dna dolin rzecznych Tarasy akumulacyjne zalewowe Tarasy akumulacyjne nadzalewowe Krawędzie i stoki: a - wysoczyzny, b - tarasów Dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności, nie rozdzielone Dolinki zawieszone Dolinki zawieszone i ponownie rozcięte <p>Formy denudacyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> Długie stoki Strefy degradacji i agradacji Drobne zagłębienia o różnej genezie <p>Formy utworzone przez roślinność</p> <ul style="list-style-type: none"> Równiny torfowe <p>Formy antropogeniczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Piaskownie-żwirownie (PZ) Dna stawów Hałdy kopalniane, osadniki (o), wysypiska odpadów komunalnych (w) |
|--|---|

Opracował: A. WEŁNIAK

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Nowe Miasto Lubawskie (248)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

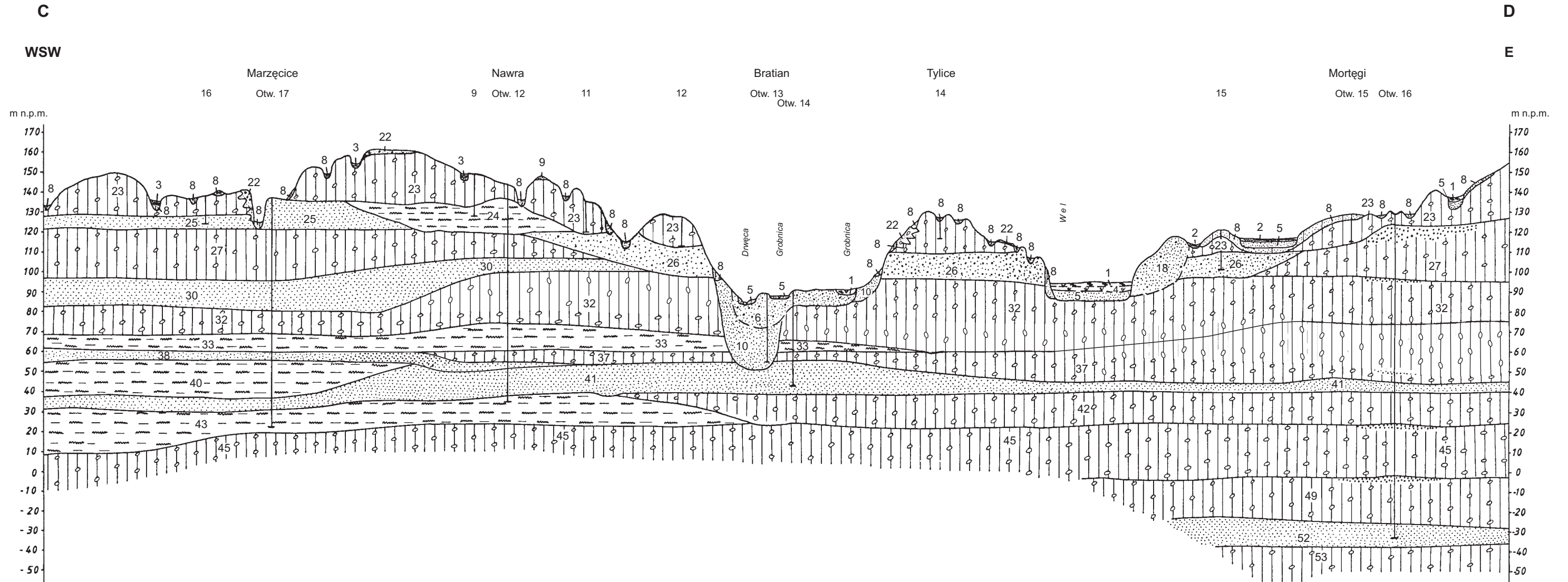
Skala 1:100 000



- | | | | | |
|----------------|----------|----|--|----------|
| TRZECIORZĘDZNY | PALEOGEN | M | Węgiel brunatny i piaski węgliste | MIOCEN |
| | | OI | Piaski i ropy glaukonitowe | OLIGOCEN |
| | | E | Iły i mułki | EOCEN ? |
| | | Pc | Piaskowce wapieniste i piaski wapieniste z glaukonitem | PALEOCEN |
-
- Granice geologiczne
 - Izohipsy stropu osadów podczwartorzędowych w m n.p.m.
 - Kry osadów trzeciorzędowych
— ropy pstrych, wśród utworów czwartorzędowych
(liczba oznacza wysokość stropu w m n.p.m.)
 - Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej
(symbol oznacza wiek: Q — czwartorzęd, M — miocen, Pc — paleocen;
liczba wysokość stropu utworów starszych od czwartorzędów 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 zamieszczonego w tekście

Opracował: A. WEŁNIAK

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY C-D



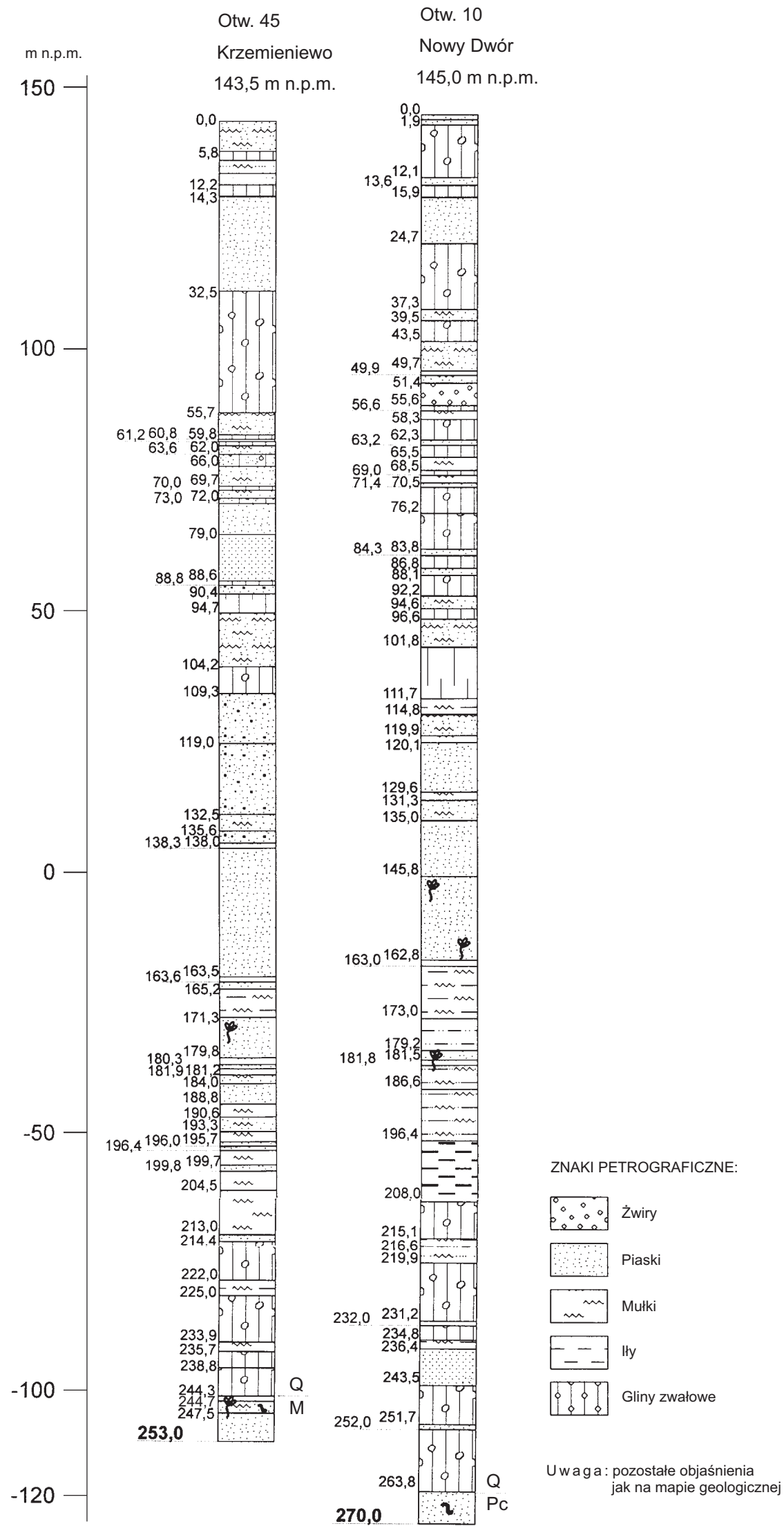
- | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 — t _{Qh} | 8 — d _{pgQ} | 24 — b _{mQ} ^{B3} | 37 — g _{gzwQ} ^{W2} | 45 — g _{gzwQ} ^{O1} |
| 2 — phn _{Qh} | 9 — ppy _{zQ} | 25 — fg _{pQ} ^{B3} | 38 — fg _{pQ} ^{W1} | 49 — g _{gzwQ} ^C |
| 3 — ph _{Qh} | 10 — f _{pQ} ^{B3(III)} | 26 — g _{pzQ} ^{B2} | 40 — b _{miQ} ^{W1} | 52 — fli _{pimQ} ^M |
| 4 — gy _{Qh} | 18 — mp _{zQ} ^{B3(k)} | 27 — g _{gzwQ} ^{B2} | 41 — fg _{pQ} ^{O3} | 53 — g _{gzwQ} ^G |
| 5 — f _{pQh} | 22 — p _{zgiQ} ^{B3} | 30 — fg _{pQ} ^{W3} | 42 — g _{gzwzQ} ^{O3} | |
| 6 — f _{pzQ} ^(t) | 23 — g _{gzwQ} ^{B3} | 32 — g _{gzwzQ} ^{W3} | 43 — b _{mQ} ^{O3} | |

ZNAKI PETROGRAFICZNE:

- | | | | | | |
|--|--------|--|---------------|--|--|
| | Żwiry | | Gliny zwalowe | | |
| | Piaski | | Torfy | | |
| | Mułki | | Iły | | |

Opracował: A. WEŁNIAK

**ZESTAWIENIE PROFILÓW
OTWORÓW WIERTNICZYCH BADAWCZYCH DLA SMGP
(kartograficznych)**



Opracował: A. WEŁNIAK