



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

MARCIN ŹARSKI

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski — A. BER
Koordynator regionu Polski środkowej — M. BRZEZIŃSKI

OBJAŚNIENIA DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

1 : 50 000

Arkusz Żelechów (637)
(z 2 tab. i 2 tabl.)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



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

WARSZAWA 2012

Autor: Marcin ŻARSKI
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Redakcja merytoryczna: Kamila JANUS, Dorota OBAROWSKA

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

ISBN 978-83-7538-877-0

© Copyright by Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2012

Przygotowanie wersji cyfrowej: Stanisław OLCZAK, Jacek STRĄK

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
III. Budowa geologiczna	12
A. Stratygrafia.	12
1. Neogen	12
a. Miocen	12
Miocen dolny + środkowy	12
Miocen górny	13
2. Czwartorzęd	14
a. Plejstocen	14
Plejstocen dolny	14
Zlodowacenia najstarsze	16
Zlodowacenie Narwi	16
Interglacjał augustowski	17
Zlodowacenia południowopolskie	17
Zlodowacenie Nidy	18
Interglacjał małopolski.	19
Zlodowacenie Sanu 1	20
Stadiał dolny	20
Stadiał górny	22
Interglacjał ferdynandowski	24
Zlodowacenie Sanu 2	25
Interglacjał wielki	27
Interglacjał mazowiecki	27

Zlodowacenia środkowopolskie	29
Zlodowacenie Odry	29
Zlodowacenie Warty	32
Interglacjał eemski	37
Zlodowacenia północnopolskie	38
Zlodowacenie Wisły	38
b. Czwartorzęd nierozdzielony	39
c. Holocen	40
B. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	41
C. Rozwój budowy geologicznej	43
IV. Podsumowanie	48
L i t e r a t u r a	50

SPIS TABLIC

Tablica I — Szkic geomorfologiczny w skali 1:100 000

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

I. WSTĘP

Obszar arkusza Żelechów (637) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 jest położony w zachodniej części mezoregionu Wysoczyzna Żelechowska, należącego do makroregionu Nizina Południowopodlaska (Kondracki, 2009). Zajmuje powierzchnię 320 km². Jego granice wyznaczają następujące współrzędne geograficzne: 21°45'–22°00' długości wschodniej oraz 51°40'–51°50' szerokości północnej. Administracyjnie badany teren znajduje się w granicach województw mazowieckiego i lubelskiego. Do województwa mazowieckiego należą gminy: Żelechów, Trojanów, Górzno i Sobolew (powiat garwoliński), do województwa lubelskiego — gminy: Kłoczew i Ryki (powiat rycki) oraz Wola Mysłowska (powiat łukowski).

Prace geologiczno-zdjęciowe i dokumentacyjne zostały wykonane w latach 1998–2001 na podstawie „Projektu badań geologicznych” (decyzja Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, numer Gkkok/AO/489-NY/98, z dnia 22.09.1998 r.). Badany teren został udokumentowany 1644 sondami ręcznymi o głębokości od 2,0 do 4,5 m, 105 sondami mechanicznymi o głębokości od 4,0 do 10,0 m oraz 609 odsłonięciami (tab. 1). Wykorzystano także profile sond i wierceń z opracowań złóż surowców mineralnych i dokumentacji geologiczno-inżynierskich. W 1999 r., na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego, zgodnie z „Projektem badań geologicznych”, wykonano cztery otwory badawcze dla SMGP (kartograficzne): Kolonia Jarczew (otw. 32, głębokość 71,5 m), Stare Zadybie (otw. 38, głębokość 63,0 m), Wylezin (otw. 52, głębokość 51,6 m) i Niwa Babicka (otw. 63, głębokość 73,0 m). Na potrzeby opracowania wykorzystano także opisy 66 wierceń archiwalnych.

Wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B, między Niwą Babicką a Jarczewem, przeprowadzono badania geoelektryczne (106 sondowań geoelektrycznych; Okrasa, 1999). Wyniki badań geoelektrycznych pozwoliły na interpretację przestrzenną przedstawionych na przekroju poziomów litostratygraficznych.

Badania litologiczno-petrograficzne próbek utworów czwartorzędowych pobranych z wierceń kartograficznych, odkrywek i sond mechanicznych wykonały Kenig i Jankowska (2000). Opracowania

Wykaz wybranych punktów dokumentacyjnych zakończonych w utworach czwartorzędowych

Numer punktu			Rodzaj punktu dokumentacyjnego*	Lokalizacja (miejsowość)	Rzędna (m n.p.m.)	Głębokość (m)	Uwagi
na mapie geologicznej	na mapie dokumentacyjnej i w notatniku terenowym						
1	34	97	sm	Żelechów (Łysa Góra)	170,0	7,7	dokumentacja kemu
2	2	49	sm	Jarczew	180,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
3	3	48	sm	Jarczew	176,5	6,0	dokumentacja obniżenia dolinnego
4	1	47	sm	Jarczew	163,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
5	7	I	sm	Kontrowers	176,0	10,0	oznaczenia wieku bezwzględnego metodą ¹⁴ C, badania palinologiczne (dokumentacja osadów interglacjału eemskiego)
6	6	III	sm	Kontrowers	178,0	6,0	obserwacje makroskopowe (dokumentacja zasięgu występowania osadów interglacjału eemskiego)
7	35	73	sm	Podwierzbie	174,0	9,7	badania palinologiczne
8	8	44	sm	Góry	189,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
9	5	45	sm	Huta Zadybska	191,5	8,0	przekrój geologiczny A-B
10	4	46	sm	Huta Zadybska	185,5	10,0	przekrój geologiczny A-B
11	11	114	sm	Sokolniki	182,5	6,0	oznaczenie wieku bezwzględnego metodą ¹⁴ C
12	12	41	sm	Stare Zadybie	172,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
13	10	42	sm	Nowe Zadybie	183,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
14	9	43	sm	Góry (Las Warda)	186,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
15	18	1400	od	Rybaki	163,0	3,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia
16	15	1458	od	Stare Zadybie	160,0	4,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia-żwirownia
17	13	15	sm	Stare Zadybie	166,0	7,5	przekrój geologiczny A-B
18	16	14	sm	Stare Zadybie	165,0	7,5	przekrój geologiczny A-B
19	17	13	sm	Zaryte	167,0	7,5	przekrój geologiczny A-B
20	19	12	sm	Zaryte	160,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
21	14	1370	od	Stare Zadybie	175,0	5,0	dokumentacja moreny czołowej, badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia-żwirownia
22	26	665	od	Trojanów	162,0	5,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia-żwirownia
23	21	1268	od	Kurzelaty	160,0	4,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia-żwirownia
24	20	10	sm	Janopol	164,5	10,0	przekrój geologiczny A-B
25	22	11	sm	Janopol	174,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
26	23	118	sm	Wylezin	153,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
27	24	51	sm	Wylezin	163,0	10,0	badania litologiczno-petrograficzne
28	25	50	sm	Wylezin	167,0	10,0	badania litologiczno-petrograficzne
29	33	678	od	Niwa Babicka	162,0	9,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia
30	32	18	sm	Podkońce	170,0	7,5	przekrój geologiczny A-B
31	31	17	sm	Podkońce	173,0	7,5	przekrój geologiczny A-B
32	30	6	sm	Ownia	157,5	6,5	przekrój geologiczny A-B
33	29	7	sm	Ownia	156,0	10,0	przekrój geologiczny A-B
34	27	582	od	Ownia	153,0	3,0	badania litologiczno-petrograficzne, piaskownia
35	28	9	sm	Wylezin	165,0	10,0	przekrój geologiczny A-B

*sm — sonda mechaniczna, od — odsłonięcie

palinologiczne osadów czwartorzędowych sporządzili Krupiński (2000b, c) i Winter (2000), a osadów neogeńskich — Słodkowska (2000). Na potrzeby arkusza wykonano także oznaczenia wieku bezwzględnego próbek utworów czwartorzędowych metodami radiowęglą ^{14}C (trzy oznaczenia; Pazdur, 2001) i termoluminescencji TL (trzy oznaczenia; Kusiak, 2000). Ponadto na próbkach pobranych z wierceń kartograficznych w Niwie Babickiej i Wylezinie przeprowadzono badania magnetostratigraficzne (Nawrocki, 2001).

Pierwsze ogólne prace z zakresu geologii i geomorfologii opisujące m.in. obszar arkusza Żelechów powstały w pierwszej połowie XX w. (Lewiński, Samsonowicz, 1918; Lencewicz, 1922, 1927; Sawicki, 1922; Samsonowicz, 1922; Zaborski, 1925, 1927; Galon, 1937). Pierwszym materiałem kartograficznym, o charakterze ogólnym, obejmującym także badany teren, jest arkusz Radom Przegładowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:300 000, sporządzony przez Rühlego (1947). Rühle (1949) w trakcie prac nad mapą zebrał i opracował wszystkie archiwalne profile wierceń. Jest także autorem opracowania profilu geologicznego w Gończycach (Rühle, 1954), zlokalizowanego tuż za zachodnią granicą obszaru arkusza Żelechów. W rejonie Gończyc Rühle wyznaczył maksymalny zasięg lądolodu zlodowacenia Warty. Pogląd ten podtrzymali Lindner (1984) oraz Lindner i inni (1985). Osady interglacjału mazowieckiego rozpoznano w Wylezinie (Dyakowska, 1956a; Rühle, 1968).

Jedno z podstawowych opracowań kartograficznych opisywanego obszaru stanowi arkusz Radom Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000, wykonany, wraz z Objasnieniami, przez Makowską (1968a, b). Makowska (1976) opisała także występowanie osadów plejstocenu dolnego (preglacialnych) na południowym Mazowszu. Duże znaczenie dla stratygrafii preglacjału na południowym Mazowszu mają prace Baranieckiej (1975, 1991).

Na potrzeby arkusza Żelechów wykorzystano także archiwalne opracowanie kartograficzne południowo-zachodniej części badanego terenu (Balicka, 1955). Najważniejszymi materiałami geologicznymi wykorzystanymi w niniejszej pracy są arkusze Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 obszarów sąsiadujących z terenem arkusza Żelechów: Garwolin (Gadomska, 1962, 1968), Stoczek Łukowski (Baraniecka, Gadomska, 2001, 2003), Łaskarzew (Sarnacka, 1988, 1990), Dęblin (Żarski, 1991, 1993), Kozienice (Żarski, 1996a, b) oraz Baranów (Łyczewska, 1977b). Na terenie arkusza Baranów, w Ferdynandowie, udokumentowano stratotypowy profil interglacjału ferdynandowskiego (Janczyk-Kopikowa, 1975, 1980, 1987, 1991; Janczyk-Kopikowa i in., 1981; Rzechowski, 1967, 1987, 1996a, b; Rzechowski i in., 1966; Gronkowska, 1972; Łyczewska, 1977a). Stanowisko biogenicznych osadów tego wieku udokumentowano także w nieodległym Łukowie (Rühle, 1969; Sobolewska, 1969). Najnowszą interpretację stratygraficzną stanowiska w Łukowie przedstawili Lindner i inni (2001). Utwory interglacjału ferdynandowskiego zostały ponadto udokumentowane w Stanisławicach, na terenie arkusza Kozienice (Janczyk-Kopikowa, Żarski, 1995).

Na uwagę zasługują prace Ruszczyńskiej-Szenajch (1976, 1978), dotyczące glacitektoniki, dolin rzecznych i stratygrafii plejstocenu. Opracowania te obejmują częściowo obszar arkusza Żelechów. Petrografią glin zwałowych południowego Mazowsza i Podlasia zajmowali się Rzechowski (1977) oraz Rzechowski, Gronkowska i Kenig (1968). W analizie materiałów geologicznych nie można pominąć prac ogólnych dotyczących Mazowsza i Podlasia: Różyckiego (1972b), Baranieckiej i innych (1978), Gadomskiej (1966a, b), Kosmowskiej-Ceranowicz (1966), Lindnera i innych (1982, 1985), Mojskiego (1984), Pożaryskiego i innych (1994), Nitychoruka (1995) oraz Krupińskiego (1996a, b, 2000a). Ponadto w trakcie realizacji szczegółowych map geologicznych na obszarach przyległych powstało wiele prac podejmujących lokalne problemy geologiczne (m.in.: Jesionkiewicz, 1982; Żarski, 1989, 1990a, b, 1994; Żarski, Słodkowska, 1991; Krupiński, 1993). Monograficzne opracowania stratygrafii czwartorzędu i jego podłoża w rejonie obszaru arkusza Żelechów wykonał Żarski (2000, 2002).

Osadami płytszego i głębszego podłoża utworów czwartorzędu opisywanego terenu zajmowali się: Baraniecka (1976, 1979, 1981, 1991), Areń (1956), Pożaryski (1962), Krassowska (1965) i Żakowa (1968), a tektoniką — Żelichowski (1974).

Obszar arkusza Żelechów jest objęty także publikowanymi i archiwalnymi mapami z zakresu hydrogeologii, surowców, magnetyki i grawimetrii. Badany teren posiada kilka dokumentacji geologicznych kruszywa naturalnego (Huta Zadybska, Lipiny). Ponadto w dolinach Okrzejki i Wilgi znajdują się udokumentowane złoża torfów.

Obszar objęty arkuszem Żelechów to rejon typowo rolniczy. Na całym terenie występują niewielkie kompleksy leśne. Największy z nich znajduje się na południe od Żelechowa — jedyne miasto zlokalizowane na badanym obszarze.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar arkusza Żelechów znajduje się w południowej części Niziny Mazowieckiej (Różycki, 1972a). Jego powierzchnię tworzy wysoczyzna polodowcowa rozcięta dolinami rzek: Okrzejki, Swarzyni, Korytki, Olszanki, Promnika i Wilgi (tabl. I). Najwyżej położone miejsce na opisywanym terenie to wierzchołek wydmy koło Gęsiej Wólki (200,1 m n.p.m.), w północno-wschodniej części wysoczyzny. Najniżej położony punkt — 132,5 m n.p.m., znajduje się w dolinie Okrzejki w południowo-zachodniej części obszaru arkusza. Różnica wysokości pomiędzy najwyżej a najniżej położonymi miejscami na obszarze arkusza wynosi około 65 m.

Formy lodowcowe. Większą część powierzchni badanego terenu tworzy wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°).

W północnej i środkowej części obszaru opracowania wznosi się ona około 180–185 m n.p.m., najwyżej, około 190 m n.p.m., w rejonie Żelechowa. W części południowej badanego terenu powierzchnia wysoczyzny wznosi się około 175–180 m n.p.m., a w południowo-zachodniej, koło Kozic i Damianowa, około 170 m n.p.m. Wysoczyzna jest zbudowana głównie z glin zwałowych i piaszczystych osadów eluwialnych. Jest silnie porozcinana dolinami dużych rzek oraz licznych drobnych cieków, także suchymi dolinkami, które bardzo urozmaicają rzeźbę.

W okolicach Huty Zadybskiej i Starego Zadybia, w północno-wschodniej części obszaru arkusza, oraz koło Dębniaka, w jego południowo-zachodniej części, wyróżniono *moreny czołowe akumulacyjne*. W okolicach Huty Zadybskiej tworzą one trzy ciągi wzgórz o długości do około 1,5 km, wznoszących się do kilku metrów ponad poziom terenu. Dłuższe osie tych moren mają kierunek równoleżnikowy. Ich kulminacje przekraczają 195,0 m n.p.m. Ze względu na eksploatację piasków i żwirów pierwotny wygląd moren czołowych uległ zniekształceniu. Nie można wykluczyć, że morena czołowa najbardziej wysunięta na północ jest formą poligenetyczną i dolny pakiet piasków i żwirów ją tworzących powstał w szczelinie lądolodu. Morena czołowa w okolicy Starego Zadybia ma około 1,5 km długości i kilkaset metrów szerokości. Jej dłuższa oś ma kierunek równoleżnikowy. Wysokość względna formy przekracza 15,0 m. Stoki północny i zachodni są strome, południowy i wschodni opadają łagodnie. Wysokość względna moreny czołowej koło Dębniaka sięga ponad 20,0 m, a długość jej dłuższej osi nie przekracza kilkuset metrów. Moreny czołowe są świadectwem fazy postojowej lądolodu zlodowacenia Warty.

Na południe od Starego Zadybia znajduje się rozległe *zagłębienie końcowe (wytopiskowe)* o długości około 3 km i szerokości około 2 km. Jego powierzchnia znajduje się kilkanaście metrów poniżej otaczającej je wysoczyzny, wznosi się około 160 m n.p.m. Genezę tego zagłębienia można wiązać z wytapianiem się lądolodu, kiedy znajdowała się tu bryła martwego lodu. Zagłębienie to jest wypełnione piaskami drobnoziarnistymi i mułkami, a także torfami.

Formy utworzone w strefie martwego lodu są reprezentowane na terenie arkusza przez *moreny martwego lodu*. Kilkanaście takich form rozpoznano w jego północnej części. Są to nieduże wzniesienia o kolistych kształtach, których wysokości względne dochodzą do około 5 m. Moreny martwego lodu są zbudowane z piasków ze żwirami, głazami i wkładkami glin zwałowych. Powstały w wyniku deglacji arealnej zlodowacenia Warty.

Formy wodnolodowcowe są reprezentowane przez *równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności*, zbudowane głównie z piasków i żwirów występujących wzdłuż dolin: Okrzejki, Swarzyny, Korytki i Wilgi. Utwory te powstały w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Warty i są świadectwem odpływu wód lodowcowych sprzed jego czoła. Równiny wodnolodowcowe znajdują się także w okolicach Warty i Huty Zadybskiej, gdzie występują w pozycji wysoczyznowej, a ich powierzchnia wznosi się ponad 190,0 m n.p.m.

W rejonie Władysławowa w części północno-zachodniej terenu arkusza oraz koło Kolonii Kozi-
ce na południu znajdują się formy akumulacji szczyłowej. Są to podłużne wzniesie-
nia o wysokości względnej do kilkunastu metrów. Długość tych form dochodzi do około 500 m,
szerokość do około 250 m. Zbudowane są z piasków ze żwirami, gładzami i wkładkami glin
zwałowych. Powstały w szczelinach lądolodu.

Na badanym obszarze rozpoznano dwa kem y. Pierwszy z nich znajduje się na północ od Żele-
chowa, na stoku doliny Olszanki i nosi lokalną nazwę Łysa Góra. Drugi kem jest zlokalizowany na
południowym stoku doliny Okrzejki koło Kłoczewa. Są to formy o wysokości względnej do około
20 m, kolistym kształcie, szerokości kilkuset metrów, wznoszące się około 165–170 m n.p.m. Powsta-
waniu kemów, w czasie deglacjacji arealnej, sprzyjały strefy rozległych pęknięć w lądolodzie.

Na stokach obniżenia dolinnego w północno-wschodniej części obszaru arkusza znajduje się
taras kemowy o długości ponad 3,0 km i szerokości około 500 m. Taras ten powstał pomiędzy
zalegającym martwym lodem a krawędzią wysoczyzny, w czasie deglacjacji zlodowacenia Warty.

Dużym urozmaiceniem rzeźby badanego terenu są licznie występujące zagłębienia po-
wstałe po martwym lodzie. Są to najczęściej nieduże zagłębienia bezodpływowe zawo-
nione lub zabagnione, wypełnione torfami, mułkami i piaskami. Znacznie więcej zagłębień występuje
w północnej części obszaru arkusza, w strefie faz postojowych lądolodu zlodowacenia Warty. Zagłębie-
nia bezodpływowe świadczą o stosunkowo młodej rzeźbie terenu, ukształtowanej po deglacjacji zlo-
dowacenia Warty.

Formy eoliczne na badanym terenie są reprezentowane przez wydmy i równiny piask-
ów przewianych. Występują one głównie w pasie o szerokości 2,0 km, pomiędzy Trzcianką
a Gęsią Wólką. Pola piasków przewianych zajmują najczęściej powierzchnie do około 1 km². Najle-
piej rozwinięte wydmy paraboliczne znajdują się koło Gęsiej Wólki, Starego Zadybia i Anielowa. Ich
długość dochodzi do 2,0 km, a wysokość względna przekracza 10,0 m. Szczyt wydmy koło Gęsiej
Wólki osiąga 200,1 m n.p.m. i jest najwyższym punktem na obszarze arkusza Żelechów. Po-
zostałe wydmy, rozpoznane na opisywanym terenie, mają po kilka metrów wysokości względnej. Są
to najczęściej wały wydymowe kilkusetmetrowej długości. Wydmy i pola piasków przewianych wystę-
pują zwykle w sąsiedztwie piasków i żwirów wodnolodowcowych.

Formy rzeczne na terenie arkusza Żelechów są związane z dolinami rzek: Okrzejki, Promnika,
Wilgi i ich dopływów. Równoleżnikowy układ głównych dolin nawiązuje do faz postojowych lądolo-
du i szlaków odpływu wód lodowcowych. Wody topniejącego lądolodu były odprowadzone także do-
linami obecnie wykorzystywanymi przez Swarzynę i Korytkę, do większej doliny marginalnej —
obecnie doliny Okrzejki. Najszersze dna dolin rzecznych, do kilkuset metrów, występują
w dolinach Okrzejki, Olszanki i Wilgi. Są wypełnione głównie namułami piaszczystymi i torfiastymi,
miejscami torfami.

Wzdłuż dolin Okrzejki i Olszanki występują nieciągłe listwy tarasów rzecznych, o szerokości do kilkuset metrów, zbudowane z piasków rzecznych. Tarasy te są miejscami oddzielone od den dolin kilkumetrowymi krańcami.

Powierzchnia wysoczyzny jest porożciniana licznymi dolinkami, w większości suchymi lub okresowo przepływowymi. Długość największych dolinek wynosi kilka kilometrów. Ich wcięcia mają od kilku do kilkunastu metrów, a szerokości den osiągają kilkadziesiąt metrów.

Formy denudacyjne. U wylotu dolinek do dolin Okrzejki i Olszanki utworzyły się stożki na płycie o szerokości kilkuset metrów. W południowo-zachodniej części terenu arkusza wyróżniono fragmenty równin denudacyjnych, których powierzchnia jest zbudowana z utworów zlodowacenia Odry. Wznosi się ona około 140 m n.p.m. i jest położona ponad 30,0 m niżej niż powierzchnia otaczającej ją wysoczyzny. Powstanie tych równin jest związane z erozją zachodzącą w czasie deglacjacji zlodowacenia Warty. Równiny denudacyjne są oddzielone od wysoczyzny długimi stokami (o długości do kilkuset metrów). Długie stoki zostały wyróżnione także w dolinach głównych rzek i ich dopływów.

Do form jeziornych została zaliczona równina jeziorna, rozwinięta koło miejscowości Kontrowers, o długości około 1 km i szerokości kilkuset metrów. Znajduje się tam kopalny zbiornik jeziorny z interglacjału eemskiego.

Formy utworzone przez roślinność są reprezentowane na obszarze arkusza Żelechów przez równiny torfowe, które wyróżniono w dolinach Okrzejki koło Rudy i Wilgi na północ od Jarczewa oraz w obrębie zagłębienia wytopiskowego koło Janopola.

Formy antropogeniczne. W dolinach Okrzejki koło Trojanowa i Korytki koło Mrokowa oraz w obniżeniu dolinnym koło Jarczewa znajdują dna stawów. Większe piaszkownie-żwirownie są zlokalizowane w miejscowości Huta Zadybska.

Przez badany teren przepływa rzeka Okrzejka z dopływami: Korytką i Swarzyną (z Zadybką), które mają tu strefy źródliskowe. Na północy obszaru arkusza swoje źródła mają Promnik oraz Olszanka, będąca dopływem Wilgi (przecinającej północno-wschodni narożnik opisywanego terenu). Okrzejka jest tu największą rzeką. Jej spadek na opisywanym obszarze wynosi 1,53‰.

Źródła rzek nie tworzą skoncentrowanych wypływów. Biorą początek z zabagnień i wysięków. Rzeki są zasilane także przez cieki okresowo przepływowe i kanały melioracyjne, licznie występujące na obszarze arkusza. Skoncentrowane źródła rozpoznano w okolicach Kamionek i Dębniaka. Pierwsze zasila Swarzynę, a drugie — Korytkę. Większe zabagnienia terenu znajdują w dolinach: Okrzejki, Swarzyny, Korytki i Wilgi.

W północnej i środkowej części terenu arkusza przebiega dział wodny pomiędzy Wilgą, Okrzejką i Promnikiem, a tuż za wschodnią granicą obszaru arkusza dział wodny pomiędzy dorzeciami Wisły i Wieprza.

Pod względem hydrogeologicznym badany obszar znajduje się w podregionie wschodniomazowieckim, należącym do regionu mazowieckiego (Malinowski, 1986). Główny poziom wodonośny tworzą osady czwartorzędowe.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

Podstawą do opracowania stratygrafii osadów rozpoznanych na obszarze arkusza Żelechów były: wiercenia kartograficzne wykonane specjalnie na potrzeby mapy (Niwa Babicka, Wylezin, Stare Zadybie i Kolonia Jarczew), sondy mechaniczne i ręczne, a także odsłonięcia, z których pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Wykorzystano również profile otworów archiwalnych, przeprowadzając ich analizę na przekrojach geologicznych.

Najgłębszymi wierceniami wykonanymi na badanym terenie są otwory 29 w Stryju (Weil, 1974) oraz 55 w Czernicu (Królikowski, 1969), zakończone w mułowcach dewonu na głębokości odpowiednio: 2608,0 i 3152,0 m. Ponadto w otworach tych zostały przewiercone utwory: karbonu, permu, triasu, jury, kredy oraz paleogenu (paleoceńskie i oligoceńskie) i neogenu.

Bezpośrednim podłożem osadów czwartorzędowych obszaru opracowania są utwory miocenu dolnego i środkowego oraz górnego (określanego dawniej jako pliocen). Rozmieszczenie przestrzenne tych osadów jest prezentowane na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. II). Wiek osadów podczwartorzędowych został określony na podstawie schematu stratygraficznego Piwockiego (2004) oraz Piwockiego i Ziemińskiej-Tworzydło (1995, 1997).

1. Neogen

a. Miocen

Miocen dolny + środkowy

Utwory miocenu dolnego i środkowego: piaski kwarcowe, mułki i węgiel brunatny, reprezentują fację jeziorno-bagienną. Występują w podłożu osadów czwartorzędu we wschodniej części badanego obszaru, w jego południowo-zachodnim narożniku oraz w obniżeniach dolinnych w Niwie Babickiej i Wylezinie (tabl. II). Na pozostałym terenie znajdują się pod przykryciem utworów miocenu górnego. Na obszarze arkusza Dęblin w otworze zlokalizowanym w Kolonii Zalesie (na południe od miejscowości Rososz) wyróżniono osady miocenu dolnego, a w Kletni Starej w podłożu czwartorzędu udokumentowano utwory miocenu środkowego (Słodkowska, 1987).

Na obszarze arkusza Żelechów strop utworów miocenu dolnego i środkowego w obniżeniach dolinnych nie przekracza 100,0 m n.p.m., a we wschodniej części terenu arkusza podnosi się do ponad

120,0–130,0 m n.p.m. Osady tego wieku przewiercono w trzech otworach: w Lasocinie (otw. 65), w Starej Hucie (otw. 33) i w Czernicu (otw. 55). W wierceniu badawczym Czernic utwory te (miąższość 47,0 m) zostały zaliczone do miocenu dolnego i środkowego na podstawie interpretacji geologicznej.

Miocen górny

Iły, mułki i piaszki miocenu górnego, opisywane na arkuszach sąsiednich jako plioceńskie, występują w facji bagienno-jeziorzyskowej (Różycki, 1972b). Na południe od badanego terenu (tuż za jego granicą) znajduje się południowa granica górnomiocenijskiego zbiornika śródlądowego (Żarski, 2000). Osady miocenu górnego (pliocenu) w południowej części Mazowsza badała Baraniecka (1976, 1979, 1981, 1991).

Utwory miocenu górnego występują w podłożu czwartorzędu na większości badanego terenu. Ich strop wykazuje duże zróżnicowanie (tabl. II), spowodowane procesami erozyjnymi bądź zaburzeniami glacitektonicznymi. Zalega od poniżej 80,0 do 142,3 m n.p.m. (otw. 65 w Lasocinie). Opisywane osady zostały rozpoznane w 25 otworach wiertniczych, w trzech z nich przewiercono je: w Stryju (otw. 29), w Starej Hucie (otw. 33) i w Lasocinie (otw. 65). Osiągnęły w nich miąższość odpowiednio: 55,1, 11,0 i 44,3 m. Nie można jednak wykluczyć, że dolne partie tych utworów reprezentują miocen dolny lub środkowy. W pozostałych wierceniach miąższości osadów miocenu górnego wynoszą od kilku metrów do 31,5 m w Żelechowie (otw. 17) i 50,1 m w Nowym Zadybiu (otw. 36).

Wszystkie wiercenia kartograficzne wykonane na badanym obszarze zostały zakończone w iłach i mułkach miocenu górnego. W próbkach pobranych z tych otworów nie stwierdzono ziarn pyłku (Słodkowska, 2000), co jest charakterystyczne dla górnomiocenijskiej formacji iłów poznańskich. W Niwie Babickiej (otw. 63) nawiercono 15,0 m rdzawo-brązowych, niebieskich i niebiesko-szarych iłów i mułków ilastych. W pozostałych wierceniach kartograficznych przewiercono kilka metrów płomienistych iłów i mułków formacji poznańskiej. Na pobranych próbkach (Niwa Babicka — dwie próbki z głębokości 58,3 i 68,3 m, Wylezin — jedna próbka z głębokości 50,2 m, Stare Zadybie — dwie próbki z głębokości 59,3 i 62,4 m, Kolonia Jarczew — dwie próbki z głębokości 67,8 i 71,3 m) wykonano badania litologiczno-petrograficzne (Kenig, Jankowska, 2000). Opisywane osady są słabo wysortowane, o średniej średnicy ziarn¹ 5,5. Charakteryzują się skośnością dodatnią w stropie i ujemną w spągu. Są bezwapniste. W składzie minerałów ciężkich dominują minerały nieprzezroczyste (kalcyt, piryt, syderyt), charakterystyczne dla facji bagiennej. Wśród minerałów przezroczystych dominują chloryty, przy udziale turmalinów i biotyty. Nie stwierdzono amfiboli. W wierceniu w Starym Zadybiu (otw. 38) w składzie minerałów ciężkich stwierdzono bardzo wysoki udział muskowitu, wynoszący od około 70 do około 90%. Skład minerałów ciężkich i wykształcenie litologiczne utworów są charakterystyczne dla osadów neogeńskich.

¹ Średnice ziarn są podawane w skali φ

Wyniki badań elektrooporowych (Okrasa, 1999) pozwoliły na interpretację położenia stropu osadów miocenu górnego wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B. Oporność iłówpstrych wynosiła od 8 do 20 Ω m, a mułków dochodziła do 30 Ω m.

2. Czwartorzęd

Na obszarze arkusza Żelechów występują utwory plejstoceny i holoceny. Osady plejstoceny są reprezentowane przez utwory plejstocenu dolnego (preglacjału), zlodowaceń: najstarszych, południowo-, środkowo- i północnopolskich (ekstraglacjalne), oraz dzielących je interglacjalów: augustowskiego (podlaskiego), małopolskiego, ferdynandowskiego, mazowieckiego i eemskiego. Podziału stratygraficznego dokonano na podstawie analizy i korelacji przestrzennej poziomów litostratygraficznych, popartych wynikami badań laboratoryjnych: litologiczno-petrograficznych, palinologicznych, magnetostratygraficznych i wieku bezwzględnego.

Miąższość osadów czwartorzędowych jest urozmaicona, wzrasta z południa ku północy. Największą miąższość stwierdzono w wierceniach: w Samorządkach (otw. 2), gdzie na głębokości 99,0 m nie został osiągnięty spąg czwartorzędu, oraz w Żelechowie (otw. 21), w którym przewiercono 97,0 m osadów tego wieku. Miąższe utwory czwartorzędowe w Żelechowie stanowią prawdopodobnie wypełnienie depresji glacitektonicznej (Ruszczyńska-Szenajch, 1976), której pierwotnym założeniem było być może obniżenie dolinne. W północnej i środkowej części obszaru arkusza miąższości osadów czwartorzędowych nie przekraczają zwykle 70,0 m. W części południowej mają miąższość około 50 m. Większe miąższości (powyżej 66,0 m) rozpoznano w kopalnej dolinie przechodzącej przez Niwę Babicką (otw. 62) oraz w wierceniach w Rososzu (otw. 66), w którym na głębokości 70,0 m nie został osiągnięty spąg osadów tego wieku. W Nowym Zadybiu (otw. 36), w środkowej części badanego terenu, oraz w Lasocinie (otw. 65), w jego południowo-wschodniej części, miąższość osadów czwartorzędowych wynosi nieco ponad 30,0 m. Jest to związane prawdopodobnie z zaburzeniami glacitektonicznymi.

a. Plejstocen

Plejstocen dolny

Utwory plejstocenu dolnego (preglacjalne) stanowią najstarsze ogniwo plejstocenu. Są to osady stożków napływowych rzek płynących z południa, południowego zachodu i południowego wschodu Polski (Lewiński, 1929). Profilami reperowymi dla stratygrafii utworów tego wieku są stanowiska w Ponurzyca (Baraniecka, 1975) i Rózcach (Baraniecka, 1991). Opisywane osady zostały przedstawione w pracy Makowskiej (1976) oraz na arkuszach sąsiednich (Żarski, 1991, 1993, 1996a, b, 2000; Sarnacka, 1988, 1990; Baraniecka, Gadomska, 2001, 2003). Należą (w nieformalnym podziale preglacjału) do tzw. poziomu kozienickiego (Kosmowska-Ceranowicz, 1966) i były deponowane w położeniu wysoczyznowym, w cyklach erozyjno-akumulacyjnych.

Na obszarze arkusza Żelechów utwory plejstocenu dolnego są reprezentowane przez osady rzecznej facji korytowej: piaski i żwiry; oraz pozakorytowej: mułki i ły. Przewiercono je w dwóch otworach kartograficznych w: Niwie Babickiej (otw. 63) i Starym Zadybiu (otw. 38). Rozpoznane zostały ponadto w wierceniach archiwalnych w: Owni (otw. 64), Budziskach (otw. 34), Mrokowie (otw. 41 i 42), Borucisze (otw. 35), Żelechowie (otw. 21) i Starym Zadybiu (otw. 37 i 47). (Z powodu niedostatecznych opisów utworów czwartorzędowych i ich podłoża w kartach otworów archiwalnych, nie zawsze istnieje możliwość rozpoznania osadów preglacjalnych).

Pokrywa osadów preglacjalnych jest nieciągła (przekrój geologiczny A–B). W południowej (w rejonie Niwy Babickiej i Wylezina), a także w północno-wschodniej części obszaru arkusza utwory te zostały zniszczone wskutek późniejszych procesów erozyjnych. Strop osadów preglacjalnych w Niwie Babickiej (otw. 63) jest położony na wysokości 141,4 m n.p.m., w okolicach Mrokowa wznosi się od około 135 do około 148 m n.p.m., w Starym Zadybiu — około 116 m n.p.m., a w Żelechowie (otw. 21) — około 90 m n.p.m. Różnice wysokości świadczą o procesach erozyjnych zachodzących w plejstocenie. Na podstawie analizy rozmieszczenia utworów preglacjalnych w regionie, należy przypuszczać, że ich strop był pierwotnie położony około 135–145 m n.p.m. Spąg opisywanych osadów w Niwie Babickiej (otw. 63) znajduje się na wysokości 117,0 m n.p.m., w Starym Zadybiu (otw. 38) — 105,9 m n.p.m., (otw. 47) — 102,5 m n.p.m., w okolicy Mrokowa — około 121–134 m n.p.m., i Żelechowa (otw. 21) — 80,9 m n.p.m.

Miąższość osadów preglacjalnych w Niwie Babickiej (otw. 63) wynosi 24,4 m, a w Starym Zadybiu (otw. 38) — 8,0 m. W pozostałych wierceniach miąższości utworów tego wieku osiągają kilkanaście metrów. W wiercieniu w Niwie Babickiej wyróżniono dwa cykle sedymentacyjne: cykl dolny — szare piaski i żwiry kwarcowo-krzemionkowe o miąższości 10,0 m (w stropie piaski drobnoziarniste pyłowate), oraz cykl górny — szare ły i mułki o miąższości 14,4 m (w spągu cyklu mułki ilaste, w stropie — mułki laminowane piaskami z humusowymi smugami). W Starym Zadybiu utwory preglacjalne są wykształcone w postaci szarych piasków drobnoziarnistych, w których stropie znajduje się 1,5-metrowa warstwa iłó i mułków szarych i brązowych.

Z osadów preglacjalnych pobrano próbki na potrzeby badań litologiczno-petrograficznych (Kenig, Jankowska, 2000): 14 z wierceni w Niwie Babickiej i dziewięć z otworu w Starym Zadybiu. W piaszczysto-żwirowych utworach dominują kwarc i skały z grupy krzemionkowej. Nie stwierdzono materiału pochodzącego ze Skandynawii. Osady są słabo wysortowane. Zawartość węglanu wapnia we frakcji poniżej 0,1 mm wynosi od 0,8 do 3,8%. Wśród minerałów ciężkich w osadach cyklu dolnego dominują minerały odporne na niszczenie. W Niwie Babickiej udział granatów, chlorytów i turmalinów wynosi po około 20%. W Starym Zadybiu zdecydowanie dominują granaty, których zawartość wynosi od około 50 do około 80%. Udział amfiboli jest śladowy. Ziarna kwarcu są słabo obtoczone.

Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi od 4,15 do 6,46. Są to osady facji korytowej. Wśród minerałów ciężkich w osadach cyklu górnego dominują minerały odporne na wietrzenie (staurolit, dysten, andaluzyt). Zawartość granatów i chlorytów wynosi po kilka procent. W stropie tego cyklu w Niwie Babickiej pojawiają się amfibole (około 3%). Ich udział w Starym Zadybiu (jedna próbka z mułków ilastych) wrasta do 11,0%, co nie jest charakterystyczne dla osadów preglacjalnych. Opisywane utwory charakteryzują się dużą zawartością mik oraz znikomą wapnistością. Były akumulowane w zbiornikach wodnych okresowo-przepływowych.

Wykształcenie badanych osadów i ich cechy litologiczne wskazują na wczesnoplejstoceniowy wiek. Oporność piasków i żwirów preglacjalnych waha się w przedziale 100–200 Ωm , zaś mułków i iłów — 20–60 Ωm (Okrasa, 1999).

Na osadach preglacjalnych w Niwie Babickiej i Zadybiu Starym zostały wykonane ekspertyzowe badania pyłkowe (Winter, 2000). Z wiercenia w Niwie Babickiej pobrano jedną próbkę z głębokości 41,5 m. Stwierdzono w niej pojedyncze ziarna pyłku: sosny, ambrowca i olszy. Spektrum pyłkowe nie jest diagnostyczne. Może to sugerować, że w tym czasie badany obszar był zajęty przez zbiorowiska leśne. W otworze w Starym Zadybiu w próbce z głębokości 52,2–52,3 m (iły brązowe) stwierdzono bogatą frekwencję ziarn pyłku. Na ich podstawie można wnioskować o panowaniu zbiorowisk leśnych. Na obszarach suchych były to lasy dębowo-grabowe z udziałem sosny oraz domieszką świerka i brzozy. Stwierdzono także ziarna pyłku sekwoi i eukomii. Na terenach wilgotnych panowały lasy olszowe z wiązem, orzesznikiem i skrzydłoorzechem. Taki skład gatunkowy zbiorowisk leśnych sugeruje przynależność do flory arktyczno-neogeńskiej. Wyniki analiz pyłkowych pozwalają przypuszczać, że w czasie akumulacji osadów preglacjalnych panował klimat umiarkowany, ciepły. Wiek opisywanych utworów to prawdopodobnie pogranicze neogenu i czwartorzędu.

Przy określaniu wieku analizowanych osadów duże znaczenie miały wyniki badań magnetostratygraficznych, wykonanych w profilu w Niwie Babickiej (Nawrocki, 2001). W stropie serii, na głębokości 36,0 m, została udokumentowana granica dwóch epok paleomagnetycznych: Brunhes/Matuyama. Osady położone poniżej tej granicy są starsze niż 783 ka BP (badania magnetyczne potwierdzają wczesnoplejstoceniowy wiek).

Zlodowacenia najstrasze

Zlodowacenie Narwi

Według Lindnera i Marksa (1995) lądolód zlodowacenia Narwi objął cały obszar arkusza Żelechów, tymczasem wyniki badań magnetostratygraficznych przeprowadzonych przez Nawrockiego (2001) w wierceniu w Niwie Babickiej (otw. 63) sugerują, że lądolód tego wieku prawdopo-

dobnie nie objął swym zasięgiem południowej części badanego terenu. Utwory tego zlodowacenia — ility zastoiskowe i gliny zwałowe, zostały stwierdzone na obszarze arkusza Stoczek Łukowski znajdującego się na północ od terenu arkusza Żelechów (Baraniecka, Gadomska, 2001, 2003). Rezydualne gliny zwałowe zlodowacenia Narwi wyróżniono w profilach wiertniczych w Ferdynandowie (Rzechowski, 1990, 1996a, b), zlokalizowanych na wschód od badanego terenu, na obszarze arkusza Baranów.

Na terenie arkusza Żelechów do zlodowacenia Narwi zaliczono: piaszczyste ility zastoiskowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe, rozpoznane w wierceniach studziennych w miejscowości Samorządki (otw. 1 i 2). Utwory te wypełniają głębokie obniżenie w spągu czwartorzędu. Miąższość glin zwałowych wynosi około 3 m, osadów wodnolodowcowych — kilkanaście metrów, a iłów piaszczystych zastoiskowych — około 6 m. Kompleks utworów zlodowacenia Narwi nie został przewiercony, jego spąg znajduje się prawdopodobnie poniżej 80,0 m n.p.m., a strop jest położony około 102–108 m n.p.m.

Interglacjał augustowski

Utwory interglacjału augustowskiego (podlaskiego), w starym podziale stratygraficznym określano jako interglacjał kromerski, rozdzielają osady zlodowaceń Narwi i Nidy.

Na obszarze arkusza Żelechów do interglacjału augustowskiego zaliczono około 10-metrową serię piasków i żwirów rzecznych, wypełniającą obniżenie dolinne w okolicy Wylezina (przekrój geologiczny A–B). Przebieg tego obniżenia został wyinterpretowany na podstawie badań geoelektrycznych (Okrasa, 1999). Opory piasków i żwirów wynosiły 140–240 Ω m, podczas gdy opory otaczających je iłów górnomiocęńskich charakteryzowały się znacznie niższymi wartościami (10–30 Ω m). Strop osadów rzecznych jest położony poniżej 100,0 m n.p.m. W wierceniach w Samorządkach (otw. 2) do interglacjału augustowskiego zaliczono około 19-metrową serię piasków i żwirów, znajdującą się na glinach zwałowych zlodowacenia Narwi. Do interglacjału augustowskiego zaliczono także osady piaszczyste o kilkunastometrowej miąższości, rozpoznane w Żelechowie (otw. 27 i 28), wypełniające obniżenie w spągu czwartorzędu. Osady te są położone na wysokości od około 104 m n.p.m. (spąg) do około 119 m n.p.m. (strop).

Zlodowacenia południowopolskie

Osady zlodowaceń południowopolskich są dość powszechne na badanym terenie. Reprezentują zlodowacenia: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi), oraz rozdzielające je interglacjały małopolski i ferdynandowski.

W starym podziale czwartorzędu w zlodowaceniu południowopolskim wyróżniano dwa stadiały: dolny i górny. Zgodnie z tym podziałem utwory rozpoznane w badanym rejonie klasyfikowali: Rühle (1969), Ruszczyńska-Szenajch (1976, 1978), Sarnacka (1988, 1990) i Żarski (1991, 1993). Na obszarze arkusza, głównie w rejonie Żelechowa, w profilach wierceń archiwalnych stwierdzono bardzo mięsne kompleksy glin zwałowych, zaliczane do zlodowaceń południowopolskich (nierozdzielonych). W otworze 28 przewiercono około 73-metrowy pokład glin zwałowych tego wieku, obejmujący prawdopodobnie także osady zlodowaceń środkowopolskich. Z kolei w otworze 27 stwierdzono około 70-metrowy poziom glin, rozdzielony około 4-metrową warstwą piasków. Miąższość glin zwałowych w otworze 13 wynosi około 30 m. Prawdopodobnie osady te wypełniają depresję glacitektoniczną. Ponadto, około 20-metrowe nierozdzielone kompleksy glin zwałowych stwierdzono w Rososzu (otw. 66) i Ochodnym (otw. 43). W Starym Zadybiu około 56-metrowy kompleks osadów, opisany jako „margiel zwałowy”, mógł być glinami zwałowymi. W zaplanowanym w tym miejscu wierceniu kartograficznym nie stwierdzono tak mięsnych utworów lodowcowych. W związku z tym należy sceptycznie odnieść się do prawidłowości opisu tego wiercenia.

Zlodowacenie Nidy

Na obszarze arkusza Żelechów zlodowacenie Nidy jest reprezentowane przez gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowe, rozpoznane w wierceniach kartograficznych w Wylezinie (otw. 52) i Kolonii Jarczew (otw. 32) oraz w wierceniach archiwalnych w Wylezinie (otw. 53), Jarczewie (otw. 23) i Samorządkach (otw. 1). Najważniejszymi profilami, w których scharakteryzowano osady zlodowaceń południowopolskich są wiercenia w Wylezinie: kartograficzne (otw. 52) oraz archiwalne (otw. 53; Rühle, 1968). Poniżej palinologicznie udokumentowanych osadów interglacjału mazowieckiego (Krupiński, 2000a) rozpoznano w nich cztery poziomy glin zwałowych. Badania magnetostratygraficzne próbek osadów czwartorzędowych pobranych w profilu w Wylezinie (Nawrocki, 2001) pozwoliły stwierdzić, że utwory te były deponowane w ostatniej epoce normalnego namagnesowania Brunhes. Osady czwartorzędowe w profilu Wylezin są młodsze niż 783 ka BP.

Profil czwartorzędowy w Wylezinie (otw. 52) rozpoczyna się szarymi, mułkowato-ilastymi glinami zwałowymi, o miąższości 0,5 m. (Gliny te stwierdzono także w sąsiednim otworze archiwalnym — otw. 53). W spągu glin znajdował się czerwony granitoid. We frakcji powyżej 10 mm występują pojedyncze żwiry krzemienne. Analizę petrograficzną przeprowadzono na podstawie jednej próbki osadów pobranej z głębokości 47,9–48,4 m (Kenig, Jankowska, 2000). Wśród zbadanych żwirów (178 okruchów) największy udział mają wapienie paleozoiczne — 38,2%, skały krystaliczne stanowią 31,5%, zaś dolomity — 11,8%. Wapienie lokalne osiągają 5,1%, a mułowce lokalne — 1,1%. Gliny te

charakteryzują się następującymi współczynnikami petrograficznymi²: O/K — 1,60; K/W — 0,70 i A/B — 1,24. Wartości te są charakterystyczne dla osadów zlodowacenia Nidy w badanym rejonie i odpowiadają litotypowi N wyróżnionemu przez Rzechowskiego (1977) oraz korelują się ze współczynnikami wyróżnionymi przez Lisickiego (2003), a także przez Żarskiego (2000). Opisywane gliny charakteryzują się wysoką wapnistością — 13,3%. Ich strop jest położony 106,2 m n.p.m., a spąg — 105,7 m n.p.m.

W wierceniu archiwalnym (otw. 53) pod glinami zwałowymi znajduje się 2,5-metrowa warstwa piasków i żwirów wodnolodowcowych tego samego wieku. Wśród żwirów uzyskanych z glin stwierdzono: wapienie paleozoiczne, granity, diabazy i piaskowce (Rühle, 1968).

W Kolonii Jarczew (otw. 32) na głębokości 64,5 m stwierdzono gład granitoidowy, biało-czarny, stanowiący prawdopodobnie rezyduum glin zwałowych zlodowacenia Nidy. Poniżej przewiercono 1,5-metrową warstwę wodnolodowcowych piasków różnoziarnistych ze żwirkami skał skandynawskich o średnicy 2,5 mm. Na podstawie próbki osadów pobranej z głębokości 65,0–65,7 m można stwierdzić, że cechują się one dobrym wysortowaniem. Ziarna kwarcu są słabo obtoczone (wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 1,27). Zawartość węglanu wapnia wynosi 3,47%. Wśród minerałów ciężkich dominują minerały odporne na wietrzenie: granaty (około 63%), turmaliny (około 10%) i staurolit (około 10%), przy około 3-procentowym udziale amfiboli. Taki skład minerałów sugeruje daleki transport osadów od czoła lądolodu do miejsca depozycji. Nie można wykluczyć genezy rzeczno-peryglacialnej tych utworów.

W sąsiednim otworze archiwalnym w Jarczewie (otw. 23) do zlodowacenia Nidy zaliczono około 10-metrowy poziom glin zwałowych leżący na iłach górniooceńskich. Gliny te leżą wyżej niż w Wylezinie (spąg — około 123 m n.p.m., strop — około 133 m n.p.m.). W Samorządkach (otw. 1 i 2) do osadów zlodowacenia Nidy zaliczono kilkumetrowe poziomy glin zwałowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych położone około 108–118 m n.p.m.

Osady zlodowacenia Nidy rozpoznano także w profilu w Ferdynandowie na obszarze arkusza Baranów (Rzechowski, 1990, 1996b). Reprezentowane są tam przez osady piaszczysto-pyłowate, których wiek określono metodą termoluminescencji na 651 ka BP.

Interglacjał małopolski

Utwory interglacjału małopolskiego rozdzielają osady zlodowaceń Nidy i Sanu 1. Nie zostały rozpoznane w wierceniach kartograficznych. Zaliczono do nich piaski i żwiry rzeczne o miąższości około 12 m, wypełniające kopalną dolinę przebiegającą przez Niwę Babicką (przekrój

²Współczynniki 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.

geologiczny A–B; spąg osadów rzecznych określono na podstawie wyników badań elektrooporowych) i kontynuującą się na obszarze arkusza Dęblin (opisywana seria została udokumentowana w miejscowości Kolonia Ryki wierceniem kartograficznym; Źarski, 1993). Osady te charakteryzują się dobrym wysortowaniem. Ziarna kwarcu są dobrze obtoczone. Wśród minerałów ciężkich minerały odporne na wietrzenie przeważają nad nieodpornymi. Utwory interglacjału małopolskiego wyinterpretowano w Niwie Babickiej na wysokości około 90–102 m n.p.m. Interglacjał małopolski mogą reprezentować także piaszczysto-żwirowe serie osadów o miąższości około 20–30 m, rozpoznane w wierceniach w Żelechowie (otw. 14 i 17).

Osady rzeczne i rzeczno-peryglacialne interglacjału małopolskiego, o miąższości około 24–45 m, zostały stwierdzone w profilach otworów wiertniczych wykonanych w Ferdynandowie (Rzechowski, 1996a, b). Wiek osadów spągowej części serii w profilu Ferdynandów B został oznaczony metodą termoluminescencji, otrzymano wynik 614 ± 131 ka BP.

Zlodowacenie Sanu 1

Stadiał dolny

Stadiał dolny zlodowacenia Sanu 1 na terenie arkusza Żelechów jest reprezentowany przez piaski i żwiry wodnolodowcowe, łyły, mułki i piaski zastoiskowe oraz gliny zwałowe.

W profilu otworu kartograficznego w Wylezinie (otw. 52) do stadiału dolnego zaliczono mułki zastoiskowe o miąższości 8,0 m oraz około 2-metrowy poziom piasków i żwirów wodnolodowcowych. Utwory zastoiskowe zalegają na osadach zlodowacenia Nidy, a osady wodnolodowcowe są przykryte utworami wodnolodowcowymi stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1. W wierceniu archiwalnym w Wylezinie (otw. 53) rozpoznano także cienką, około 20-centymetrową warstwę glin zwałowych.

W wierceniu kartograficznym w Starym Zadybiu (otw. 38) do stadiału dolnego zaliczono około 8-metrowy poziom piasków wodnolodowcowych z wkładką glin zwałowych o miąższości 30 cm. Utwory te leżą na osadach plejstocenu dolnego (preglacialnych).

W wierceniu kartograficznym w Kolonii Jarczew (otw. 32) do stadiału dolnego zaliczono piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości około 10 m oraz 1,5-metrowy poziom mułków zastoiskowych. Kompleks tych utworów położony jest na osadach zlodowacenia Nidy. Ponadto do poziomu glacialnego tego wieku zaliczono około 10-metrowy kompleks glin zwałowych leżący bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Nidy, stwierdzony w wierceniu w Jarczewie (otw. 23).

Osady stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 1 (gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz łyły zastoiskowe) o miąższości od kilku do kilkunastu metrów wyróżniono także w profilach archiwalnych w Żelechowie (otw.: 10, 13, 20 i 22). W otworach 10 i 22 opisywane utwory leżą na łyłach mioceńskich, w pozostałych osady czwartorzędowe nie zostały przewiercone. Kilkumetrowej

miąższości poziomy glin zwałowych stwierdzono w wierceniach w Starej Hucie (otw. 33) i Trojanie (otw. 56).

Spąg osadów stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 1 znajduje się na wysokości od około 110 m n.p.m. w okolicach Wylezina do około 130 m n.p.m. w okolicy Jarczewa, a strop od około 120 m n.p.m. koło Wylezina do około 140 m n.p.m. w okolicach Jarczewa (przekrój geologiczny A–B). W okolicy Żelechowa opisywane osady są położone około 110–125 m n.p.m.

Na próbkach osadów pobranych z wierceń kartograficznych wykonano badania litologiczno-petrograficzne (Kenig, Jankowska, 2000) i pyłkowe (Winter, 2000).

Iły, mułki i piaszki zastoiskowe (dolne). Osady stadiału dolnego zlodowacenia Sanu 1 rozpoznane w Wylezinie rozpoczynają się piaszczystymi mułkami zastoiskowymi, które w stropie przechodzą w mułki ilaste. W składzie minerałów ciężkich, w spągu serii, przeważają minerały odporne na transport: turmaliny (około 35%) i granaty (około 30%). Udział amfiboli wynosi około 13%. W stropie zawartość amfiboli spada poniżej 1,0%, dominują biotyt (około 66%) i chloryty (około 19%), charakterystyczne dla sedimentacji zastoiskowej. Zawartość węglanu wapnia w mułkach waha się od około 13% w spągu warstwy do około 5% w stropie.

Zastoiska występujące na obszarze arkusza miały charakter bardzo lokalny. Ich rozmiary dochodziły do kilku kilometrów.

Mułki zastoiskowe charakteryzują się niskimi oporami, wynoszącymi około 20 Ω m, podobnymi do wartości uzyskiwanych dla osadów neogeńskich (Okrasa, 1999).

Z otworu 52, z głębokości 44,4 m, pobrano próbkę na potrzeby analiz pyłkowych (Winter, 2000). W spektrum pyłkowym badanych osadów odnotowano liczne ziarna pyłku *Artemisia*, *Cyperaceae* i *Poaceae*, co wskazuje na sedimentację w klimacie subarktycznym, z ubogą roślinnością zielną. Stwierdzono także ziarna pyłku: sosny, brzozy, dębu, leszczyny, lipy i gatunków neogeńskich, wraz z planktonem morskim. Takie spektra pyłkowe świadczą o występowaniu sporomorf na wtórnym złożu i są one charakterystyczne dla osadów zastoiskowych. W wierceniach archiwalnym w Wylezinie (otw. 53) z tego samego poziomu mułków uzyskano podobne wyniki (Dyakowska, 1956b).

Piaszki i żwiry wodnolodowcowe tworzą rozległy poziom, o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, z rozmytymi glinami zwałowymi w stropie. Cechują się słabym wysortowaniem, wysoką wapnistością (zawartość węglanu wapnia około 20% — otw. 52), różnym stopniem obtoczenia ziarn kwarcu ($R = 0,79–1,53$ — otw. 52). W Starym Zadybiu (otw. 38) występują przewarstwienia mułków. Wśród minerałów ciężkich w profilu w Wylezinie (otw. 52) dominują granaty (około 42%) i turmaliny (około 24%), przy około 10-procentowym udziale amfiboli. Taki skład minerałów ciężkich wskazuje na dłuższy transport osadów w wodach roztopowych. W Starym Zadybiu (otw. 38) zawartość amfiboli wynosi około 18%, granatów około 22%, turmalinów około 17% oraz biotyty do

20,0%. W tym wypadku droga transportu osadów od czoła lądolodu do miejsca depozycji była znacznie krótsza. W Kolonii Jarczew (otw. 32) przeważają granaty, przy udziale turmalinów i amfiboli powyżej 10,0%. W osadach rozpoznanych we wszystkich wierceniach średnia średnica ziarn jest bardzo zmienna, co świadczy o zmianach reżimu hydrologicznego.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe (górne). W wiercieniu w Kolonii Jarczew (otw. 32), ze stropu mułków, z głębokości 52,9 m, pobrano próbkę na potrzeby analizy pyłkowej (Winter, 2000), która potwierdziła ich zastoiskowy charakter. W spektrum pyłkowym stwierdzono ziarna pyłku: sosny, brzozy, olszy, grabu i wiązu, z elementami neogeńskimi reprezentowanymi m.in. przez: *Nyssa*, *Taxodiaceae* i *Cupressaceae*, wraz z planktonem morskim. Licznie reprezentowane były także ziarna pyłku roślin zielnych.

Stadiał górny

Utwory stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1 są szeroko rozpowszechnione na badnym terenie. Zostały rozpoznane w trzech wierceniach kartograficznych w: Wylezinie (otw. 52), Starym Zadybiu (otw. 38), Kolonii Jarczew (otw. 32), oraz w ponad 30 wierceniach archiwalnych. Reprezentują je: piaski i żwiry wodnolodowcowe, iły, mułki i piaski zastoiskowe oraz gliny zwałowe. Miąższość kompleksu wynosi przeciętnie kilkanaście metrów, miejscami przekracza 20,0 m. Spąg opisywanych osadów wykazuje duże zróżnicowanie, sięgające miejscami kilkunastu metrów. W rejonie Wylezina znajduje się na wysokości około 120 m n.p.m., koło Starego Zadybia — około 125 m n.p.m., Kolonii Jarczew — około 130 m n.p.m., Samorządek (otw. 1) — około 133 m n.p.m. Strop tych utworów także wykazuje duże zróżnicowanie i występuje przeciętnie około 125–140 m n.p.m. Zróżnicowanie to jest spowodowane procesami erozyjnymi.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe stanowią jednolity poziom pomiędzy Ownią na południu opisywanego arkusza a Jarczewem na północy. Zazwyczaj są położone bezpośrednio na piaskach i żwirach wodnolodowcowych stadiału dolnego tego samego wieku. Miejscami rozdzielone są cienkimi warstwami glin zwałowych lub osadów zastoiskowych. Opisywane osady osiągają miąższości od kilku do kilkunastu metrów (3,0 m — otw. 52 w Wylezinie, 16,0 m — otw. 38 w Starym Zadybiu, 9,0 m — otw. 32 w Kolonii Jarczew). Piaski i żwiry wodnolodowcowe charakteryzują się słabym wysortowaniem. W osadach tych występują frakcje: żwirowa, piaszkowa i pyłowa. Zawartość węgla wapnia wynosi około 8%. Obtoczenie ziarn kwarcu jest mało zmienne (wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 0,70–1,41). Ziarna częściowo obtoczone przeważają nad kanciastymi i obtoczonymi. Wśród minerałów ciężkich przeważają granaty i turmaliny, przy kilkunastoprocentowym udziale amfiboli. Badane utwory są warstwowane poziomo i skośnie. Przeciętne opory dla tego poziomu piasków i żwirów wynoszą około 100 Ω m (Okrasa, 1999).

W stropie utworów wodnolodowcowych znajdują się iły, mułki i piaski zastoiskowe, zdeponowane w niedużych lokalnych zbiornikach. W Wylezinie (otw. 52) rozpoznano 4,5-metrowy poziom piasków drobnoziarnistych i pyłowatych, miejscami z przewarstwieniami mułków. Osady te są warstwowane poziomo, miejscami laminowane humusem, wapniste (zawartość węglanu wapnia wynosi około 3%), dobrze wysortowane (średnia średnica ziarn wynosi 2,20–2,30). Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R waha się od 1,53 w spągu warstwy do 0,75 w stropie. Wśród minerałów ciężkich dominują granaty, przy udziale amfiboli (około 13%). W próbce pobranej w górnej części serii dominują turmaliny (około 46%), przy udziale amfiboli (około 15%). Wysoki jest udział chlorytów (około 10%). Zawartość biotyty wynosi około 7%. Taki skład minerałów jest charakterystyczny dla osadów zastoiskowych. Ze stropu serii zastoiskowej (głębokość 29,5–29,6 m), pobrano próbkę mułków i oznaczono ich wiek bezwzględny metodą termoluminescencji: 625 ± 207 ka BP (Lub-3851; Kusiak, 2000).

W Starym Zadybiu stwierdzono 1,5-metrowy poziom iłów i mułków niebiesko-szarych, bezwapnistych. Wśród minerałów ciężkich dominują turmaliny (około 52%), przy udziale staurolitu (około 11%) i cyrkonu (cyrkonu 8%). Zawartość amfiboli wynosi około 3%. Taki skład minerałów ciężkich sugeruje rozmywanie osadów neogeńskich. Nie jest zatem wykluczone, że opisywane utwory stanowią porwak.

Gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1 są ważnym poziomem litostratigraficznym na obszarze arkusza Żelechów i zostały rozpoznane w większości wykonanych tu otworów. Ich miąższości wynoszą przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów. W okolicach Owni (otw. 64) leżą one na osadach plejstocenu dolnego (preglacjałnych) (przekrój geologiczny A–B). Na pozostałym obszarze zalegają zwykle na osadach wodnolodowcowych lub zastoiskowych tego samego wieku.

W Wylezinie do stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1 zaliczono szare gliny zwałowe o miąższości 8,5 m. Są one drugim poziomem lodowcowym zalegającym poniżej udokumentowanych palinologicznie osadów interglacjału mazowieckiego. W ich składzie frakcja pyłowo-piaskowa przeważa nad iłową i żwirową. Gliny te są słabo wysortowane. Zawartość węglanu wapnia wynosi od około 10 do około 13%. W składzie minerałów frakcji ciężkiej dominują granaty (około 47%), przy udziale turmalinów (około 19%) i amfiboli (około 15%). W składzie petrograficznym żwirów o średnicy okruchów 5–10 mm zaznacza się przewaga wapieni paleozoicznych (39,6%) nad skałami krystalicznymi (35,0%), przy udziale dolomitów (9,5%) i mułowców lokalnych (4,7%). Współczynniki petrograficzne uzyskane dla badanych glin mają następujące wartości: O/K — 1,44; K/W — 0,75 i A/B — 1,21. Wykazują małe rozrzuty w profilu pionowym.

Z opisywanych glin, z głębokości około 24 m, pobrano próbkę na potrzeby oznaczenia wieku bezwzględnego metodą termoluminescencji. Otrzymano wynik 993 ± 311 ka BP (Lub-3850, Kusiak, 2000). Jest on zawyżony w stosunku do wieku powszechnie przyjmowanego dla osadów zlodowace-

nia Sanu 1. Jednak po odjęciu poprawki otrzymany wynik jest zbliżony do wieku mułków zastoiskowych znajdujących się poniżej glin zwałowych.

W Starym Zadybiu (otw. 38) do stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1 zaliczono 4,0-metrowy poziom szarych, piaszczysto-mułkowato-ilastych glin zwałowych, silnie wapnistych (zawartość węgla wapnia wynosi około 10%). Gliny te charakteryzują się wyrównanymi proporcjami północnych wapieni paleozoicznych (34,1%) i skał krystalicznych (34,5%). Zawartość dolomitów paleozoicznych wynosi 8,8%, a mułowców lokalnych — 6,3%. Wśród minerałów ciężkich dominują granaty (około 40%) i amfibole (około 26%). Współczynniki petrograficzne uzyskane dla opisywanych glin zwałowych osiągają następujące wartości: O/K — 1,24; K/W — 0,87 i A/B — 1,08. Gliny zwałowe ze Starego Zadybia i Wylezina pod względem petrograficznym zachowują pewne podobieństwo. Uzyskane wartości są podobne do wyróżnionego przez Rzechowskiego (1977) IV litotypu glin zlodowaceń południowopolskich i zbliżone do litotypu glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 przedstawionego przez Lisickiego (1997, 2003).

Interglacjał ferdynandowski

Do osadów interglacjału ferdynandowskiego zaliczono około 15-metrową serię piasków i żwirów rzecznych, wypełniającą kopalną dolinę w Niwie Babickiej, kontynuującą się na obszarze arkusza Dęblin (Żarski, 2000), gdzie utwory te zostały udokumentowane w wierceniach kartograficznych (Kolonia Ryki). Są to osady dobrze wysortowane, bezwapniste. Wskaźnik obtoczenia ziarn kwarcu R wynosi 0,41. Wśród minerałów ciężkich dominują granaty. We frakcji żwirowej przeważają skały lokalne: wapienie kredowe i paleoceńskie. Spąg osadów rzecznych w Niwie Babickiej znajduje się na wysokości około 104 m n.p.m. (leżą na piaskach i żwirach interglacjału małopolskiego), a ich strop na wysokości około 119 m n.p.m. (są przykryte przez piaski i żwiry rzeczne interglacjału mazowieckiego).

Do utworów rzecznych interglacjału ferdynandowskiego zaliczono także około 13-metrową warstwę piasków i żwirów rozpoznaną w wierceniach archiwalnym w Trojanowie. Osady te nie zostały przewiercone. Leżą poniżej glin zwałowych korelowanych ze zlodowaceniem Wilgi.

Jeziorne osady interglacjału ferdynandowskiego zostały udokumentowane na obszarach sąsiednich arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000: Baranów, Łuków i Kozienice. Rozpoznano je i zbadano w wierceniach w Ferdynandowie (Janczyk-Kopikowa, 1975, 1991; Rzechowski, 1996a, b), Łukowie (Rühle, 1969) i Stanisławicach (Janczyk-Kopikowa, Żarski, 1995). Stanowiskiem stratotypowym jest profil w Ferdynandowie, w którym po raz pierwszy wyróżniono sukcesję ferdynandowską. Wiek bezwzględny utworów jeziornych mieści się w przedziale 532–508 ka BP (Żarski, 2000).

Zlodowacenie Sanu 2

Osady zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi) na obszarze arkusza Żelechów, reprezentowane przez ropy, mułki i piaski zastoiskowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe, są szeroko rozpowszechnione. Zostały nawiercone w kilkudziesięciu otworach w okolicach Żelechowa, Woli Żelechowskiej, Wylezina, Zadybia, Jarczewa, Kłoczewa, Mrokowa i Borucichy. Miąższość kompleksu osadowego tego wieku wynosi przeciętnie kilkanaście metrów, maksymalnie dochodzi do około 27 m w Żelechowie (otw. 14) i 26,0 m w wierceniu kartograficznym w Kolonii Jarczew (otw. 32). Jego spąg położony jest zwykle na wysokości około 130 m n.p.m., a strop znajduje się przeważnie powyżej 140,0 m n.p.m.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe, o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, stwierdzono w ponad 20 wierceniach na obszarze arkusza Żelechów.

W wierceniu kartograficznym w Wylezinie (otw. 52) do osadów zlodowacenia Sanu 2 zaliczono 5,0-metrowy poziom szaro-oliwkowych ropy, silnie wapnistych. Iły te znajdują się poniżej glin zwałowych tego samego wieku. Poza frakcją ropy w osadach tych występuje duża zawartość ziarn frakcji pyłowej. Średnia średnica ziarn wynosi 6,16 ϕ . Opisywane utwory są słabo wysortowane. Zawartość węgla wapnia mieści się w przedziale około 11–18%. W składzie minerałów ciężkich dominują turmaliny (25,6%) i granaty (19,1%), przy wysokim udziale biotytu (około 16%) i amfiboli (12,2%). Taki skład minerałów ciężkich jest charakterystyczny dla utworów sedimentacji zastoiskowej.

Na próbkach osadów pobranej z głębokości 20,4 m została wykonana analiza pyłkowa (Winter, 2000). W spektrum pyłkowym znaleziono pojedyncze ziarna pyłku m.in.: sosny, dębu, olszy, sekwoi i gatunków neogeńskich. Takie przemieszanie gatunków świadczy o redepozycji ziarn pyłku i jest charakterystyczne dla utworów zastoiskowych.

Torfy rozpoznane w obrębie ropy w wierceniu archiwalnym w Wylezinie (otw. 53) poddano analizie palinologicznej (Dyakowska, 1956b). Stwierdzono, że znajdują się one na wtórnym złożu. Zarejestrowano ziarna pyłku min.: sosny, jodły, świerku, brzozy, olszy i grabu. Rühle (1969) korelował ten redeponowany poziom z tzw. interstadią łukowskim.

W otworze kartograficznym w Kolonii Jarczew (otw. 32) stwierdzono 10,0-metrowy poziom szarych ropy, mułów i piasków zastoiskowych, warstwowanych horyzontalnie, znajdujący się poniżej glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2. Osady zastoiskowe cechują się silną wapnistością (około 12%). Skład minerałów ciężkich jest bardziej zróżnicowany w profilu pionowym niż w Wylezinie. W spągu i stropie dominują granaty i turmaliny, przy około 15-procentowej zawartości biotytu. W części środkowej przeważają biotyt i chloryty, przy niskiej zawartości amfiboli (poniżej 1,0%). Wskazuje to na spokojną sedimentację w zbiorniku zastoiskowym.

Gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 2 są ważnym poziomem litostratygraficznym. Zostały rozpoznane w większości otworów na obszarze arkusza Żelechów. Gliny te są przeważnie oddzielone

od glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich najczęściej mięszym poziomem osadów wodnolodowcowych. W wierceniu w Wylezinie (otw. 52) występuje blisko 8,0-metrowy poziom szarych glin zwałowych, silnie wapnistych. Powyżej zalega 0,5-metrowa wkładka piasków drobnziarnistych tego samego wieku, ponad którymi znajduje się około 4-metrowa seria osadów jeziornych interglacjału mazowieckiego. Gliny zwałowe są jednorodne w całym profilu. Zaobserwowano jednakowy udział ziarn frakcji pyłowej, iłowej i piaskowej. Zawartość węgla wapnia wynosi około 10–11%. W składzie petrograficznym wapienie paleozoiczne osiągają 35,0%, skały krystaliczne — 32,4 %, dolomity — 8,3%. Skały lokalne są reprezentowane przez mułowce paleogeńskie, które stanowią 10,0% ogółu żwirów. Uśrednione współczynniki petrograficzne otrzymane dla opisywanych glin wynoszą: O/K — 1,40; K/W — 0,80 i A/B — 1,12. Są bardzo podobne do uzyskanych dla glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 (1,44–0,88–0,99) w profilu reperowym w Ferdynandowie (Rzechowski, 1990). Podobne współczynniki otrzymano dla glin tego wieku na obszarach położonych na południe od terenu arkusza Żelechów (Żarski, 2000). Uzyskane współczynniki korelują się ze współczynnikami obliczonymi dla glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 w Polsce północnej (Lisicki, 1997). W składzie minerałów ciężkich dominują zamiennie turmaliny i granaty, przy udziale amfiboli. Z głębokości 12,3–12,5 m pobrano próbkę glin i wykonano na niej oznaczenie wieku bezwzględne. Otrzymano mało wiarygodny wynik: 1653 ± 464 ka BP (Lub-3849; Kusiak, 2000).

W Kolonii Jarczew (otw. 32) znajduje się 16,0-metrowy poziom szarych glin zwałowych, silnie wapnistych (zawartość węgla wapnia w warstwie wynosi 9,7–13,3%). Gliny te są usytuowane pomiędzy dwoma poziomami osadów zastoiskowych zlodowaceń Sanu 2 i Odry. Podobnie jak w wierceniu w Wylezinie, w składzie petrograficznym glin wapienie paleozoiczne (około 43%) przeważają nad skałami krystalicznymi (32,8%), przy udziale dolomitów (około 10%). Skały lokalne osiągają 2,3%. Współczynniki petrograficzne obliczone dla tych glin osiągają następujące wartości: O/K — 1,63; K/W — 0,67 i A/B — 1,40. Różnią się one nieco od wartości uzyskanych dla glin zwałowych w Wylezinie, głównie z powodu większej przewagi wapieni paleozoicznych nad skałami krystalicznymi, spowodowanej lokalnymi różnicami w składzie osadów transportowanych przez lądolód. Pozycja stratygraficzna glin zwałowych w obu otworach jest podobna. Według Lisickiego (wiadomość ustna) uzyskane wartości współczynników petrograficznych nie odbiegają od przyjmowanych dla glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2. Kenig i Jankowska (2000) korelują te gliny ze starszym nasunięciem lądolodu zlodowaceń środkowopolskich (zlodowacenie Odry).

W wierceniu w Starym Zadybiu (otw. 38) do zlodowacenia Sanu 2 zaliczono dwa poziomy glin zwałowych, rozdzielone piaskami i żwirami wodnolodowcowymi o miąższości około 2 m. W składzie petrograficznym 2-metrowego dolnego poziomu glin zwałowych dominują wapienie północne (około 38%) i skały krystaliczne (29,2%), przy udziale dolomitów (9,4%). Mułowce lokalne stanowią 5,6%. Gliny te charakteryzują się następującymi współczynnikami petrograficznymi: O/K — 1,70; K/W —

0,64 i A/B — 1,37, korelującymi się z wartościami uzyskanymi dla glin zwałowych zlodowacenia Sanu 2 w Kolonii Jarczew. Górny poziom glin zwałowych w Starym Zadybiu, o miąższości około 3 m, ma zróżnicowany skład petrograficzny żwirów we frakcji 5–10 mm, co bardzo utrudnia korelację stratygraficzną. Zbadano trzy próbki osadów, z których uzyskano odmienne wyniki. W stropie i spagu skały krystaliczne dominują nad wapieniami paleozoicznymi, przy niedużej zawartości dolomitów i około 20-procentowym udziale kwarcu. W próbce środkowej wapienie paleozoiczne dominują nad skałami krystalicznymi, przy większej ilości dolomitów i mniejszej zawartości kwarcu. W całym poziomie prawie nie występują paleogeńskie mułowce. Współczynniki petrograficzne uzyskane z trzech próbek przedstawiają się następująco: O/K — 1,06; K/W — 1,06 i A/B — 0,84 oraz O/K — 1,55; K/W — 0,72 i A/B — 1,21, a także O/K — 0,81; K/W — 1,41 i A/B — 0,65.

P i a s k i i ż w i r y w o d n o l o d o w c o w e (górne). Osady wodnolodowcowe zlodowacenia Sanu 2 są wykształcone w postaci piasków drobno- i średnioziarnistych ze żwirami, słabo wysortowanych. Ziarna kwarcu są słabo obtoczone. Zawartość węglanu wapnia wynosi od około 6 do około 9%. W składzie minerałów ciężkich amfibole, granaty i turmaliny osiągają po około 25%. W wierceniach w Niwie Babickiej (otw. 63) do zlodowacenia Sanu 2 zaliczono około 2-metrowy poziom kataglacialnych piasków i żwirów wodnolodowcowych. Utwory te są słabo wysortowane. Ziarna kwarcu cechują się średnim obtoczeniem. Zawartość węglanu wapnia wynosi około 7–8%. Wśród minerałów ciężkich dominują granaty i turmaliny, przy około 3-procentowym udziale amfiboli. Świadczy to prawdopodobnie o dość dalekim transporcie wodnym opisywanych osadów. Nie można wykluczyć ich rzeczno-peryglacialnej genezy.

Interglacjał wielki

Interglacjał mazowiecki

Interglacjał mazowiecki na obszarze arkusza Żelechów jest reprezentowany przez osady rzeczne i jeziorne.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e zostały rozpoznane jedynie w wierceniach archiwalnych. W Niwie Babickiej (otw. 61 i 62) do interglacjału mazowieckiego zaliczono około 19-metrową serię osadów piaszczystych, wypełniającą górną część doliny kopalnej. Powyżej znajdują się utwory zlodowaceń środkowopolskich. Dolina ta została wycięta w osadach preglacialnych. Spąg serii rzecznej znajduje się na wysokości 119,0 m n.p.m., a strop na wysokości 138,0 m n.p.m.

Piaszczysto-żwirowe osady rzeczne zaliczone do interglacjału mazowieckiego wyróżniono w Kolonii Kozicach (otw. 58), Korytnicy (otw. 40), Budziskach (otw. 34) i Mrokowie (otw. 41 i 42). Osiągają one miąższość od około 11 do około 20 m i wypełniają prawdopodobnie peryferyjną część doliny rzecznej tego wieku. Osady te znajdują się pomiędzy utworami zlodowaceń Sanu 2 i Odry. Ponadto piaszczysto-żwirowe serie osadów o miąższości od około 16 do około 20 m, stwierdzone w No-

wym Zadybiu (otw. 36) i Starym Goniwilku (otw. 5 i 6), można wiązać z interglacją mazowieckim. W Żelechowie (otw. 10) do interglacjalnego zaliczono 20,0-metrową serię osadów rzecznych wypełniających prawdopodobnie boczną część kopalnej doliny.

Gytie i torfy oraz mułki jeziorne zostały udokumentowane w Wylezinie, w wierceniu archiwalnym (otw. 53; Dyakowska, 1956a; Rühle, 1969) oraz w wierceniu kartograficznym (otw. 52; Krupiński 2000c) zlokalizowanym w odległości kilkunastu metrów od otworu archiwalnego. W wierceniu archiwalnym na głębokości około 3 m przewiercono około 4-metrowy poziom gytii przeobrażonych w łupki organiczne. Dyakowska (1956a) wykonała badania pyłkowe i jednoznacznie określiła tę sukcesję jako mazowiecką. Wyróżniła cztery okresy pyłkowe. Optimum klimatyczne interglacjalnego przypada na okres III. Gatunkami panującymi były wtedy jodła i grab, przy dużym udziale dębu i leszczyny. Rühle (1969), wbrew wynikom badań palinologicznych, zaliczył opisywane osady organiczne do tzw. interstadiału wylezińskiego, umieszczając je pomiędzy glinami zwałowymi stadiałów maksymalnego i mazowiecko-podlaskiego zlodowacenia środkowopolskiego. Powyżej utworów jeziornych znajdują się piaszczyste osady wodnolodowcowe oraz gliny i piaski deluwialne.

W wierceniu kartograficznym (otw. 52) na głębokości 3,3–7,0 m została udokumentowana seria silnie skompromowanych brązowo-czarnych łupków organicznych i szaro-czarnych gytii, przechodzących w spagu w piaski humusowe. Powyżej osadów organicznych znajdują się utwory deluwialne, poniżej gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 2. Strop osadów jeziornych znajduje się na wysokości 152,0 m n.p.m. Do głębokości 4,5 m utwory te są bezwapniste, poniżej — silnie wapniste (gytie wapienne). Zawartość węglanu wapnia w spągowej części serii wynosi 37,0%. Zawartość substancji organicznej waha się od 34,2 do 40,1%.

Opisywane utwory zostały poddane badaniom pyłkowym (Krupiński, 2000c). Wyróżniono siedem lokalnych zespołów pyłkowych. Najniższy poziom pyłkowy (głębokość 6,8–7,0 m) to *Betula–Juniperus–NAP*, oznaczony w piaskach humusowych. Występują w nim również ziarna pyłku sosny. Kolejny poziom (drugi), *Betula–Pinus–(NAP)* (głębokość 6,4–6,8 m), określono w szarych gytiach wapiennych. Na jego podstawie można wnioskować, że w czasie akumulacji tych osadów dominowały lasy brzożowo-sosnowe. W badanych próbkach pojawiają się także ziarna pyłku olszy, świerku, grabu, wiązu i dębu. Spada zawartość ziarn pyłku roślin zielnych. Trzeci poziom pyłkowy — *Pinus–Alnus–Picea*, jest zawarty w szarych gytiach wapiennych znajdujących się na głębokości od 5,8 do 6,4 m. W czasie depozycji tych osadów panowały lasy sosnowe ze świerkiem i olszą, z domieszką grabu, wiązu i dębu. Zawartość ziarn pyłku roślin krzewiastych i zielnych spada do około 4–7%. Czwarty poziom pyłkowy, *Picea–Alnus–Fraxinus*, został wydzielony w przedziale głębokościowym 5,1–5,8 m, w drobnolaminowanych gytiach wapiennych. W czasie akumulacji tych osadów dominowały lasy sosnowo-swierkowe z wysokim udziałem olszy, brzozy, a także grabu, oraz domieszką dębu, leszczyny, lipy, wiązu i modrzewia. W górnej części poziomu pojawiają się ziarna

pyłku cisu. Optimum klimatyczne zostało rozpoznane w trzech następnych poziomach pyłkowych. Piąty poziom pyłkowy — *Taxus–Picea–Alnus*, oznaczono w gytiach wapiennych i łupkach organicznych nawierconych na głębokości 4,2–5,1 m. W spektrum pyłkowym cis osiąga wartości około 4–49%, świerk — około 9–20%, olsza — około 16–27 %, a sosna — około 9–24%. Ponadto po kilka procent osiągają ziarna pyłku: dębu, grabu, leszczyny, lipy, wiązu i brzozy. W szóstym poziomie pyłkowym — *Pinus–Picea–Alnus*, zawartym w twardych łupkach organicznych występujących na głębokości 3,6–4,2 m, zaobserwowano nieduże ochłodzenie klimatu. Dominowały wtedy lasy sosnowo-świerkowe z wysokim udziałem olszy, przejściowo także brzozy. W spektrum pyłkowym występują ziarna pyłku cisu do około 13% oraz kilkuprocentowe wartości ziarn pyłku: leszczyny, dębu, grabu, lipy, wiązu i jesionu. W górnej części warstwy osadów pojawiają się ziarna pyłku jodły, których zawartość nie przekracza 10,0%. W siódmym zespole pyłkowym, *Abies–Carpinus–Alnus*, stwierdzono powtórne ocieplenie klimatu. Zespół ten został oznaczony na głębokości 3,2–3,6 m w twardych łupkach organicznych. W czasie akumulacji tych osadów dominowały lasy jodłowe-grabowe, z dużym udziałem olszy, dębu, grabu i sosny oraz mniejszym cisu, świerka, jawora, wiązu, lipy i brzozy. W badanych profilu nie zachowały się utwory reprezentujące poziomy pyłkowe związane z ochłodzeniem klimatu. Krupiński (2000c) jednoznacznie koreluje sukcesję występującą w Wylezinie z sukcesją charakterystyczną dla interglacjału mazowieckiego.

Zlodowacenia środkowopolskie

Osady zlodowaceń środkowopolskich na obszarze arkusza Żelechów są bardzo powszechne. Odslaniają się na powierzchni wysoczyzny oraz tworzą jej przypowierzchniową strefę. Reprezentują je utwory zlodowaceń Odry i Warty. Na terenie arkusza Żelechów gliny zwałowe zlodowaceń Odry i Warty bardzo często zalegają bezpośrednio na sobie, rzadziej są rozdzielone piaskami wodnolodowcowymi. Wiek bezwzględny osadów zlodowacenia Odry określony w badanym rejonie zawiera się w przedziale 212–280 ka BP, a zlodowacenia Warty — 146–203 ka BP (Żarski, 2000).

Zlodowacenie Odry

Osady zlodowacenia Odry są bardzo powszechne na badanym terenie. Na powierzchni odslaniają się w jego południowej części, m.in. w sąsiedztwie doliny Okrzejki, koło miejscowości: Ruda, Babice, Żabianka, Trojanów i Życzyn, oraz w jej krawędzi, w okolicach Owni i Wylezina. Zostały także nawiercone w kilkudziesięciu otworach archiwalnych oraz we wszystkich kartograficznych. Osady zlodowacenia Odry na obszarze arkusza Żelechów są reprezentowane przez: piaski, mułki i żwiry rzeczno-peryglacjalne, ily mułki i piaski zastoiskowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe. Miąższość kompleksu utworów tego wieku mieści się przeważnie w przedziale 15,0–30,0 m.

Piaski, mułki i żwiry rzeczno-peryglacjalne wyróżniono między Niwą Babicką a Ownią (przekój geologiczny A–B). W wierceniu kartograficznym w Niwie Babickiej (otw. 63)

stwierdzono około 13-metrową serię piasków drobnoziarnistych i pyłowatych z przewarstwieniami mułków, sporadycznie ze żwirkami. Osady te cechują się znikomą wapnistością, dobrym wysortowaniem, średnim obtoczeniem ziarn kwarcu. W składzie minerałów ciężkich dominują minerały odporne na wietrzenie: granaty (około 44%) i turmaliny (około 39%), przy udziale amfiboli (około 5%).

Piaski i żwiry wodnolodowcowe są na obszarze arkusza Żelechów znacznie szerzej reprezentowane niż osady zastoiskowe. Na powierzchni terenu odsłaniają się w krawędzi doliny Okrzejki, koło Wylezina i Owni. Ponadto piaski i żwiry wodnolodowcowe tego wieku zostały nawiercone w blisko 40 otworach, także w sondach mechanicznych. Zostały udokumentowane w dwóch wierceniach kartograficznych: w Niwie Babickiej (otw. 63) i w Starym Zadybiu (otw. 38). Miąższość serii wodnolodowcowej wynosi przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów. Seria ta ma duże znaczenie stratygraficzne, gdyż rozdziela gliny zwałowe zlodowaceń Odry i południowopolskich, najczęściej zlodowacenia Sanu 2.

W Niwie Babickiej (otw. 63) do utworów wodnolodowcowych zaliczono 4,0-metrową warstwę osadów piaszczystych z pojedynczymi żwirkami, położoną na utworach rzeczno-peryglacjalnych tego samego wieku. Osady wodnolodowcowe charakteryzują się znacznie większą zawartością węgla wapnia niż rzeczno-peryglacjalne, waha się ona od około 7 do około 11%. W składzie minerałów ciężkich zawartość amfiboli wzrasta do 10,0%, udziały granatów i turmalinów wynoszą po około 26%. Piaski są słabo wysortowane, a ziarna kwarcu cechują się średnim obtoczeniem. Charakterystyka litologiczna osadów potwierdza ich wodnolodowcową genezę.

W Starym Zadybiu (otw. 38) do osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry zaliczono 1,0-metrowy poziom piasków i żwirów o średnicy około 2,5 mm, silnie wapnistych. Litologicznie są podobne do osadów opisanych w otworze w Niwie Babickiej (otw. 63), przy czym zawartość węgla wapnia jest tu znacznie wyższa, wynosi około 18%. Utwory te charakteryzują się dobrym obtoczeniem ziarn kwarcu. Pozwala to przypuszczać, że piaszczyste osady rozpoznane w Niwie Babickiej i Starym Zadybiu były transportowane w podobnych warunkach z jednego źródła alimentacyjnego.

Na badanym terenie utwory zastoiskowe — ły, mułki i piaski, stwierdzono w ośmiu otworach archiwalnych w: Żelechowie (otw.: 10, 13 i 15), Woli Żelechowskiej (otw. 8 i 9), Piastowie (otw. 4), Trojanowie (otw. 60) i Ochodnym (otw. 43), oraz w wierceniach kartograficznych w Kolonii Jarczew (otw. 32). Osady te były akumulowane w kilku niedużych zbiornikach zastoiskowych o długości około 2–4 kilometrów. Ich miąższość wynosi zwykle od kilku do kilkunastu metrów. Maksymalną miąższość — 21,0 m, stwierdzono w Woli Żelechowskiej (otw. 8). W Kolonii Jarczew (otw. 32) rozpoznano 8,0-metrowy poziom szarych iłów i mułków warstwowanych horyzontalnie. Mułki są laminowane cienkimi warstewkami iłów. Seria zastoiskowa jest położona pomiędzy glinami zwałowymi zlodowaceń Sanu 2 i Odry. Osady zastoiskowe są wapniste, zawartość węgla wapnia wynosi prze-

ciętnie od 10,0 do 13,0%. W opisywanych utworach frakcja pyłowa przeważa nad pozostałymi. W składzie minerałów ciężkich dominują biotyt (do około 40%) i chloryt (do około 40%), przy małym udziale minerałów odpornych na wietrzenie (granaty, turmaliny). Taki skład minerałów ciężkich jest charakterystyczny dla sedimentacji zbiornikowej.

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry są ważnym poziomem litostratygraficznym. Występują zwykle powyżej piasków i żwirów wodnolodowcowych tego samego wieku. Jedynie w wierceniach w Żelechowie (otw.: 12, 21 i 28), Jarczewie (otw. 23) i Kłoczewie (otw. 49) zalegają na glinach zwałowych zlodowacenia Sanu 2. Opisywane gliny zwałowe stwierdzono w większości wierceń, w tym w trzech wierceniach kartograficznych w: Niwie Babickiej (otw. 63), Starym Zadybiu (otw. 38) oraz Kolonii Jarczew (otw. 32). W Niwie Babickiej (otw. 63) do zlodowacenia Odry zaliczono 8,0-metrowy poziom szarych i ciemno-szarych glin zwałowych, z licznymi żwirami skał skandynawskich, silnie wapnistych (zawartość węglanu wapnia wynosi około 7–19%). W składzie granulometrycznym glin frakcja pyłowa przeważa nad iłową i piaskową. W składzie petrograficznym wapienie paleozoiczne (około 36–52%) przeważają nad skałami krystalicznymi (24,8–40,8%). Udział dolomitów waha się od około 1 do około 7%. Skały lokalne są reprezentowane przez wapienie (powyżej 4,0%), piaskowce (powyżej 2,0%) oraz starsze mułowce (poniżej 1,0%). Współczynniki petrograficzne obliczone dla tego poziomu mają następujące wartości: O/K — 1,49; K/W — 0,74 i A/B — 1,22, i korelują się ze współczynnikami uzyskanymi dla glin zwałowych zlodowacenia Odry występujących w rejonie badań (1,33–0,87–1,05; Żarski, 2000). Pod względem zawartości minerałów ciężkich opisywane gliny reprezentują typ granatowo-turmalinowo-amfibolowy. Charakteryzują się oporami w przedziale 40–80 Ωm (Okrasa, 1999).

W Starym Zadybiu (otw. 38) do zlodowacenia Odry zaliczono 8,0-metrowy poziom brązowych glin zwałowych, silnie wapnistych (zawartość węglanu wapnia wynosi od około 16 do około 18%). W składzie granulometrycznym glin frakcja pyłowa przeważa nad iłową i piaskową. W składzie petrograficznym, podobnie jak w wierceniach w Niwie Babickiej (otw. 63), wapienie północne (około 18–48%) przeważają nad skałami krystalicznymi (około 29–41%). Udział dolomitów wynosi około 9%, wapieni lokalnych — 3,4%, przy braku mułowców lokalnych. Opisywane gliny zwałowe charakteryzują się następującymi współczynnikami petrograficznymi: O/K — 1,63; K/W — 0,68 i A/B — 1,32, i wykazują podobieństwo do lokalnego litotypu (Żarski, 2000).

W Kolonii Jarczew (otw. 32) do zlodowacenia Odry zaliczono 6,0-metrowy poziom szarych glin zwałowych, silnie wapnistych (zawartość węglanu wapnia wynosi od około 15 do około 19%). W składzie petrograficznym żwirów wapienie paleozoiczne (około 40%) mają nieznaczną przewagę nad skałami krystalicznymi (około 37%), przy udziale dolomitów (około 10%). Zawartość wapieni lokalnych dochodzi do 10,0%, podczas gdy mułowce lokalne występują jedynie epizodycznie. Współczynniki petrogra-

ficzne uzyskane dla tych glin przyjmują następujące wartości: O/K — 1,37; K/W — 0,81 i A/B — 1,18, i korelują się z lokalnym litotypem (O/K — 1,33; K/W — 0,87 i A/B — 1,05) wyróżnionym dla badanych glin na terenie wykraczającym poza obszar arkusza mapy (Żarski, 2000).

Gliny zwałowe zlodowacenia Odry występują na powierzchni terenu w okolicach Życzyna, Trojanowa i Rudy, w krawędziach doliny Okrzejki koło Wylezina, Owni i Niwy Babickiej, oraz w krawędzi doliny Swarzyny koło Woli Zadybskiej. W okolicach Trojanowa i Życzyna gliny zwałowe tego wieku występują pod anaglacjalnymi piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty. Gliny zwałowe zlodowacenia Odry znajdują się tu znacznie niżej niż gliny zlodowacenia Warty. Stanowisko w Wylezinie, u podstawy stoku doliny Okrzejki (otw. 52), gdzie osady interglacjału mazowieckiego występują niemal na powierzchni terenu, miało decydujące znaczenie dla rozpoznania stratygraficznego osadów zlodowaceń środkowopolskich w tym rejonie. Na próbkach glin zwałowych rozpoznanych w odsłonięciach w Niwie Babickiej (punkt dok. 29), Starym Zadybiu (punkt dok. 16) i Owni (punkt dok. 34) przeprowadzono badania litologiczno-petrograficzne (Kenig, Jankowska, 2000). W Niwie Babickiej pod piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty odsłania się kilkumetrowy poziom glin zwałowych zlodowacenia Odry. W składzie petrograficznym żwirów wapień ze Skandynawii (około 46%) przeważają nad skałami krystalicznymi (31,8%), przy obecności dolomitów (3,4%) i skał lokalnych (6,8%). Gliny te charakteryzują się następującymi współczynnikami petrograficznymi: O/K — 1,55; K/W — 0,69 i A/B — 1,32. Są one prawie identyczne z uzyskanymi w wierceniu kartograficznym wykonanym w tym rejonie (otw. 63). W odsłonięciu w Owni badane gliny są silnie zwietrzałe. Udział żwirów skał krystalicznych w próbce przekracza 74,0%. W związku z tym osady te nie nadają się do porównań. Odsłonięcie w Starym Zadybiu znajduje się w skarpie doliny Swarzyny. Gliny zwałowe osiągają tam miąższość 2,0 m i występują pod piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Warty. Gliny te także były poddane silnemu wietrzeniu. Ich współczynniki petrograficzne osiągają następujące wartości: O/K — 0,83; K/W — 1,49 i A/B — 0,58, i nie są miarodajne.

Zlodowacenie Warty

Cały obszar arkusza Żelechów znajdował się w obrębie lądolodu zlodowacenia Warty. Maksymalny zasięg tego lądolodu sięgał pradoliny Wieprza, którą odprowadzane były wody z lądolodu (Żarski, 2000). Zlodowacenie Warty jest tu zawarte w przedziale czasowym 140–200 ka BP (na podstawie oznaczeń wieku bezwzględnego metodą termoluminescencji; Żarski, 2000). Na terenie opracowania jest ono reprezentowane są przez utwory: zastoiskowe, wodnolodowcowe i lodowcowe. Powierzchnia obszaru arkusza Żelechów jest w większości zbudowana z utworów powstałych w czasie tego zlodowacenia. Osady te stwierdzono w większości wierceń, sond mechanicznych i ręcznych oraz odkrywek. Ich miąższość waha się od kilku do kilkunastu metrów.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe (dolne) zostały stwierdzone w okolicach miejscowości Kurzelaty oraz w krawędzi doliny Olszanki koło Woli Żelechowskiej. W rejonie Kurzelat osady zastoiskowe stwierdzono w sondach ręcznych i odkrywcę (punkt dok. 23), w której pobrano próbki na potrzeby badań litologiczno-petrograficznych (Kenig, Jankowska, 2000). W odkrywcę występuje około 2-metrowa warstwa piasków pyłowych z przewarstwieniami mułków. Osady te są odwapnione (strefa przypowierzchniowa). W składzie minerałów ciężkich dominują odporne na wietrzenie granaty i turmaliny, które stanowią około 65%. Nieduża jest zawartość amfiboli — około 3%. Opisywane utwory powstały w fazie anaglacjalnej zlodowacenia Warty.

Piaski i żwiry wodnolodowe (dolne) odsłaniają się na stokach doliny Okrzejki, w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, ponadto w skarpach dolin Swarzyny i Korytki. Występują pod glinami zwałowymi, co zostało udokumentowane sondami mechanicznymi i ręcznymi. Zalegają zwykle na osadach zastoiskowych zlodowacenia Warty oraz na glinach zwałowych zlodowacenia Odry. W ich składzie granulometrycznym przeważają piaski drobnoziarniste, miejscami piaski różnoziarniste ze żwirami, o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Do głębokości około 2–3 m osady są odwapnione. W odsłonięciu w Kurzelatach (punkt dok. 23) występuje około 5–7 metrowy poziom piasków różnoziarnistych ze żwirami, z przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych, warstwowych skośnie, odwapnionych. Ziarna kwarcu są dobrze obtoczone. W składzie minerałów ciężkich dominują granaty i turmaliny, zawartość amfiboli to około 2%. Stwierdzono duży udział glaukonitu. Taki skład minerałów ciężkich sugeruje daleki transport osadów. Nie wyklucza się genezy rzeczno-peryglacjalnej, w czasie anaglacjalnej fazy zlodowacenia Warty.

Gliny zwałowe zlodowacenia Warty tworzą znaczną część powierzchni obszaru arkusza. Zostały przewiercone w kilkudziesięciu otworach i sondach mechanicznych. Ich miąższości z reguły nie przekraczają 10,0 m, najczęściej wynoszą kilka metrów. W wierceniu w Niwie Babickiej (otw. 63) do zlodowacenia Warty zaliczono 6,5-metrowy poziom brązowych glin zwałowych, leżących bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia Odry. Do głębokości około 1 m opisywane gliny są odwapnione i piaszczyste. Poniżej, gliny te są zbudowane w przeważającej części z ziarn frakcji pyłowej oraz ilowej i piaskowej z domieszką żwirowej. W składzie petrograficznym żwirów frakcji 5–10 mm wapienie paleozoiczne (40,7%) przeważają nad skałami krystalicznymi (33,7%), przy udziale dolomitów w wysokości około 8%. Wśród skał lokalnych stwierdzono wapienie (5,7%) oraz neogeńskie mułowce (około 1%). Współczynniki petrograficzne obliczone dla tych glin osiągają następujące wartości: O/K — 1,87; K/W — 0,57; A/B — 1,60. Wartości te nieco odbiegają od lokalnego litotypu glin zwałowych zlodowacenia Warty: O/K — 1,68; K/W — 0,66; A/B — 1,19, obliczonego dla większego obszaru badań niż teren arkusza Żelechów (Żarski, 2000). Jednak na podstawie danych geologicznych, popartych analizą poziomów litostratygraficznych przeprowadzoną na przekrojach geologicznych, korelacja tych glin zwałowych ze zlodowaceniem Warty jest najbardziej prawdopodobna.

W Kolonii Jarczew (otw. 32) do zlodowacenia Warty zaliczono 2,8-metrowy poziom brązowych glin zwałowych, w których zawartość węgla wapnia wynosi kilkanaście procent. W dwóch (z trzech pobranych) próbkach wapnienie skandynawskie przeważają nad skałami krystalicznymi, w próbce ze stropu dominują skały krystaliczne. Udział dolomitów przekracza 10,0%. Skały lokalne reprezentują wapnienie. Gliny te charakteryzują następujące współczynniki petrograficzne: O/K — 1,68; K/W — 0,70; A/B — 1,40. Są one bardzo zbliżone do wartości charakterystycznych dla lokalnego litotypu glin zwałowych (Żarski, 2000). W składzie minerałów ciężkich dominują granaty i amfibole, przy udziale turmalinów. Badania litologiczne przeprowadzono na dwóch próbkach pobranych z sond mechanicznych wykonanych w Wylezinie (punkty dok. 27 i 28). Analiz petrograficznych nie wykonano z powodu braku okruchów frakcji żwirowej o średnicy 5–10 mm.

Iły, mułki i piaski zastoiskowe (górne) występują lokalnie, na niewielkich obszarach w okolicach: Żelechowa, Wardy Letniska, Michalina i Ostrożenia. Miąższość tych osadów nie przekracza 2,0 m i zwykle położone są na glinach zwałowych zlodowacenia Warty. Utwory te są często odwapnione. Powstawały w lokalnych obniżeniach, w fazie kataglacjalnej zlodowacenia Warty.

Żwirry, piaski i głązy akumulacji szczelinowej rozpoznano w rejonie Władysławowa, w części północno-zachodniej obszaru arkusza, oraz koło Kolonii Kozic, na południu. Koło Władysławowa utwory te odsłaniają się w odkrywkach zlokalizowanych na stokach form. Górną część profilu, do głębokości 1,0 m, tworzą niewarstwowane głązy, głąziki, żwirry i piaski. Poniżej, do głębokości około 5 m, występuje seria piasków różnoziarnistych ze żwirami, warstwowanych poziomo i skośnie. Poniżej 1,7 m osady te są wapniste. Na głębokości 4,7 m znajduje się wkładka szarobrazowych glin zwałowych o miąższości 0,4 m, pod którą zalegają przemyte piaski ze żwirami (do głębokości co najmniej 6,0 m). Spągu osadów nie osiągnięto. Wykonano tu również sondę mechaniczną.

Piaski i mułki tarasów kemowych wyróżniono na stokach doliny w północno-wschodniej części obszaru arkusza, koło miejscowości Jarczew. Są to piaski drobnoziarniste, dość dobrze wysortowane, warstwowane poziomo, miejscami z przewarstwieniami mułków. Ich miąższość wynosi kilka metrów. Powstały prawdopodobnie na styku bryły martwego lodu zalegającej w lokalnym obniżeniu i krawędzi wysoczyzny.

Piaski, mułki i żwirry kemów wyróżniono w okolicach Żelechowa oraz Kłoczewa. Kem koło Żelechowa znajduje się na południowych stokach doliny Olszanki. W kulminacji formy wykonano sondę mechaniczną (punkt dok. 1). Do głębokości 3,4 m odnotowano słabo przemyte piaski ze żwirami o średnicy 30–40 mm, silnie wapniste. Poniżej, do głębokości 5,7 m, znajdują się piaski drobno- i średnioziarniste z pojedynczymi żwirkami, o dużej zawartości węgla wapnia. Pod tą serią nawiercono, do głębokości 7,7 m, piaski drobnoziarniste, przemyte, ze sporadycznymi żwirkami. Kem w okolicy Kłoczewa ma podobną budowę. Znajdują się w nim dwa nieduże odsłonięcia, do

głębokości około 2 m. Górną część formy, do głębokości 0,5 m, tworzą głązy, żwiry i piaski różnoziarniste, niewarstwowane. Poniżej, do głębokości około 2 m, stwierdzono piaski drobnoziarniste, warstwowane horyzontalnie, miejscami z przewarstwieniami mułków.

Żwiry, piaski i głązy moren martwego lodu wyróżniono głównie w północnej i środkowej części obszaru arkusza. Zajmują one niewielkie powierzchnie, od kilkudziesięciu do kilkuset metrów kwadratowych. W kulminacjach tych form znajdują się często nieduże odkrywki, do głębokości około 2–3 m. W górnych częściach rozpoznanych profili przeważają głązy, gładziki i żwiry, miejscami z domieszką mułków i glin zwałowych. Osady te nie są warstwowane. W dolnych częściach profili dominują piaski różnoziarniste ze żwirami i gładzikami, miejscami wykazujące warstwowanie. Utwory te powstały z wytapiających się brył martwego lodu.

Żwiry, głązy i piaski moren czołowych zostały wyróżnione w Starym Zadybiu, Hucie Zadybskiej oraz Dębniaku. Są one świadectwem fazy postojowej lądolodu zlodowacenia Warty.

W Starym Zadybiu znajduje się odsłonięcie (punkt dok. 21), do głębokości 5,0 m, zlokalizowane na zachodnim (krótszym) stoku moreny czołowej. Górną partię profilu stanowią gliny zwałowe w spływach o miąższości od 0,1 do 2,0 m. Poniżej znajduje się kilkumetrowa seria zaburzonych utworów piaszczysto-żwirowych, warstwowanych (przekątnie i horyzontalnie), nachylonych w różnych kierunkach, z cienkimi wkładkami glin zwałowych, mułków i ilów w spływach. Z osadów piaszczystych, z głębokości 3,0 m, pobrano próbki na potrzeby badań litologiczno-petrograficznych (Kenig, Jankowska, 2000). Badane osady są słabo wysortowane, pozbawione węgla wapnia. Ziarna kwarcu są średnio obtoczone, odnotowano równowagę ziarn obtoczonych, częściowo obtoczonych i ostrokrawędzistych. W składzie minerałów ciężkich granaty przeważają nad turmalinami, przy niedużej zawartości amfiboli (około 3%). Uwagę zwraca wysoka zawartość biotyty (około 20%). Charakterystyka litologiczna opisywanych utworów sugeruje, że są to osady redeponowane, powstałe z rozmycia utworów starszych. Nie jest wykluczone, że osady te zostały spiętrzone przed czołem lądolodu.

W ciągach moren czołowych w Hucie Zadybskiej znajduje się szereg odkrywek, do głębokości około 6–8 m. Osady tworzące te formy to żwiry i piaski ze żwirami, warstwowane przekątnie i horyzontalnie, o najczęstszym południowym kierunku upadu. Powyżej warstwowanych osadów piaszczysto-żwirowych występują tam także pakiety piasków drobnoziarnistych i pyłowych oraz gliny zwałowe w spływach. Utwory te powstały przed czołem lądolodu i były deponowane głównie przez wody z topniejącego lądolodu. Nie można wykluczyć, że dolna część osadów tworzyła się w szczelinie lądolodu.

Na powierzchni moreny czołowej w Dębniaku występują liczne głązy, gładziki i żwiry. W profilu sondy mechanicznej wykonanej na wierzchołku moreny stwierdzono, że do głębokości 5,0 m tworzą ją piaski ze żwirami. Poniżej znajdują się piaski drobnoziarniste, a na głębokości 8,5–9,7 m — piaski

pyłowate. Opisywana forma została ukształtowana prawdopodobnie przez akumulację osadów spływowych i wodnolodowcowych u czoła lądolodu w czasie jego fazy postojowej.

Podczas postojów lądolodu wody roztopowe deponowały piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne). Odpływ wód odbywał się od okolic Huty Zadybskiej i Starego Zadybia wzdłuż obecnych dolin Swarzyny, a następnie Okrzejki. W okolicy Wardy piaski i żwiry wodnolodowcowe tworzą kilkukilometrowe powierzchnie. Wzdłuż doliny Korytki i Okrzejki utwory te rozcinają gliny zwałowe oraz starsze pokrywy wodnolodowcowe. Tworzą listwy tarasowe na obu brzegach dolin. Inne drogi odpływu wód lodowcowych stwierdzono wzdłuż dolin Korytki, w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, oraz Olszanki, w części północnej i północno-zachodniej.

Opisywane piaski i żwiry wodnolodowcowe zostały przewiercone w ponad 30 otworach archiwalnych, a także w licznych sondach mechanicznych. Ich miąższości są zróżnicowane i wynoszą od kilku do ponad 20,0 m (Żelechów — otw.: 11, 19 i 22; Huta Zadybska — otw. 30 i 31). W Hucie Zadybskiej osady wodnolodowcowe wypełniają paleokoryta wód roztopowych. Szerokość tych kopalnych form nie przekracza 0,5 km. W dolinie Okrzejki osady wodnolodowcowe są włożone w utwory starsze, zlodowaceń Warty i Odry, a nawet Sanu 2. Opisywane utwory zostały ponownie rozcięte w czasie zlodowacenia Wisły i w holocenie.

Pod względem granulometrycznym w opisywanych osadach przeważają piaski średnio- i drobnoziarniste, w różnym stopniu wysortowane. Do głębokości 2,0–3,0 m — odwapnione. Z niewielkiego odsłonięcia w Rybakach (punkt dok. 15) zostały pobrane próbki na potrzeby badań litologiczno-petrograficznych. W składzie minerałów ciężkich granaty przeważają nad turmalinami, przy udziale amfiboli (podobnie jak w glinach zwałowych, ale z mniejszą zawartością amfiboli).

Piaski i mułki wytopiskowe stwierdzono w rozległym obniżeniu terenu między Nowym Zadybiem a Janopolem oraz koło Jarczewa i Anielowa. Są to piaski drobnoziarniste, miejscami z wkładkami mułków, dobrze wysortowane. Ziarna kwarcu, na podstawie obserwacji makroskopowych, cechują się dobrym obtoczeniem. Miąższości maksymalne opisywanych osadów przekraczają 10,0 m. Do uworów tej genezy zaliczono około 2-metrowy poziom piasków drobnoziarnistych, miejscami pyłowatych, rozpoznany w wierceniu kartograficznym w Starym Zadybiu (otw. 38). Badania litologiczno-petrograficzne tych osadów (Kenig, Jankowska, 2000) wykazały średnie wysortowanie. Ziarna kwarcu są dobrze obtoczone. Utwory te są praktycznie bezwapniste. W składzie minerałów ciężkich występują: amfibole — około 30%, granaty — około 28%, turmaliny — około 22%. Zawartość muskowitu sięga około 30%. Taka charakterystyka wskazuje na sedymentację w zbiorniku wodnym. Duża ilość amfiboli i muskowitu świadczy o bliskim transporcie osadów.

Interglacjał eemski

Torfy i gytie oraz mułki jeziorne występują koło miejscowości Kontrowers. Kopalny zbiornik z interglacjału eemskiego ma tam wymiary około 1000×800 m. W jego centralnej części (punkt dok. 5 — sondy mechaniczna i udarowa wykonane w odległości kilku metrów od sondy ręcznej) utwory jeziorne występują pod przykryciem organicznych osadów zlodowacenia Wisły. W części peryferyjnej eemskie utwory jeziorne są przykryte przez piaski eoliczne (punkt dok. 6). Miąższość utworów jeziornych interglacjału eemskiego wynosi od 2,4 do 3,2 m. W profilu punktu dokumentacyjnego 5 seria jeziorna zaczyna się na głębokości 4,6 m, torfami o miąższości 10,0 cm. Poniżej znajduje się 1,5-metrowa warstwa mułków o charakterze zastoiskowym, pod którymi zalegają gliny zwałowe zlodowacenia Warty. Powyżej torfów znajdują się gytie wapienne, szaro-czarne, z przewarstwieniami torfów i mułków, o miąższości 2,3 m. Strop serii stwierdzono na głębokości 2,3 m. W punkcie dokumentacyjnym 6 eemską serię jeziorną tworzą mułki i torfy brunatnoczarne. Jej strop znajduje się na głębokości 3,3 m.

Z otworu wykonanego sondą ręczną (głębokość do 3,3 m) pobrano cztery próbki osadów (z głębokości 3,3; 3,1; 2,8; i 2,1 m) na potrzeby badań palinologicznych (Krupiński, 2000b). W spektrum pyłkowym najniższej próbki (głębokość 3,3 m) odnotowano dominację dębu (około 47%), przy udziale leszczyny (około 15%) i sosny (około 15%). Stwierdzono także: jesion, wiąz, olszę i brzozę. Małe zawartości ziarn pyłku krzewów i roślin zielnych świadczą o zwartości ówczesnych lasów. Były to lasy mieszane — dębowe z leszczyną i sosną. Na podstawie spektrum pyłkowego drugiej próbki (głębokość 3,1 m) można wnioskować o panowaniu w tym czasie lasów mieszanych, w których dominowała leszczyna z lipą i olszą oraz małą ilością: grabu, dębu, sosny, klonu i wiązu. W trzeciej próbce (głębokość 2,8 m) frekwencja sporomorf była niska, część z nich była zniszczona. Na podstawie oznaczonych ziarn pyłku można przypuszczać o panowaniu lasów grabowych z leszczyną, dębem i lipą oraz świerkowych z sosną, olszą, grabem i wiązem. W spektrum czwartej próbki (głębokość 2,1 m) przeważały ziarna pyłku sosny, przy udziale ziarn pyłku brzozy i świerku oraz małym udziale grabu i olszy. Zawartość ziarn pyłku roślin zielnych i krzewów wzrosła do około 15%. Otrzymane wyniki badań palinologicznych sugerują sukcesję eemską, co znajduje potwierdzenie w analizach Kupryjanowicz (2002) przeprowadzonych na 21 próbkach osadów pobranych z wiercenia wykonanego techniką rdzeniową, z głębokości 1,6–4,9 m. W próbkach z głębokości 4,9 i 4,8 m, w spektrum pyłkowym za-notowano przewagę ziarn pyłku sosny i brzozy, przy udziale roślin zielnych poniżej 2,0%. Panowały wówczas lasy sosnowo-brzozowe. Analiza spektrum pyłkowego z głębokości 4,7 m pozwala stwierdzić dominację w tym czasie mieszanych lasów dębowo-sosnowych oraz łągów wiązowo-jesionowych w obniżeniach terenu. W próbkach z głębokości 4,2–4,6 m przeważały ziarna pyłku leszczyny. Panowały wówczas mieszane lasy liściaste z przewagą lipy, dębu, a później grabu. W podszycie dominowała

leszczyna, a obniżenia terenu porastały lasy olchowe. W spektrach pyłkowych osadów pobranych z głębokości 3,4–4,1 m nie stwierdzono ziarn pyłku. Został zniszczony podczas okresowego przesuszenia terenu. W spektrum pyłkowym próbek z głębokości 2,5–3,2 m odnotowano dominację ziarn pyłku świerku w dwóch kulminacjach, pomiędzy którymi zarejestrowano szczyt zawartości ziarn pyłku sosny. Panowały wówczas lasy świerkowe z dużym udziałem sosny. Na podstawie analizy pyłkowej próbek z głębokości 1,6–2,4 m można wnioskować o panowaniu borealnych lasów sosnowych i sosnowo-brzozowych. Problemem nie do końca jeszcze rozwiązany w profilu Kontrowers, jest granica pomiędzy interglacją eemskim a zlodowaczeniem Wisły.

Do interglacjału eemskiego prawdopodobnie można zaliczyć serię torfów o miąższości 3,2 m, nawierconą na głębokości 3,3 m w zagłębieniu bezodpływowym w Podwierzbiu (punkt dok. 7), w odległości 1 km na północny wschód od stanowiska w Kontrowersie. Ponad torfami zalegają utwory piaszczysto-mułkowate, pochodzące prawdopodobnie ze zlodowacenia Wisły, oraz holocenijskie namuły torfiaste.

Zlodowacenia północnopolskie

Zlodowacenie Wisły

Teren arkusza Żelechów pozostawał poza zasięgiem lądolodu zlodowacenia Wisły. W tym czasie w dolinach rzecznych i zagłębieniach terenu były akumulowane osady mineralne i organiczne. U podstaw stoków powstawały utwory deluwialne.

Piaski i mułki jeziorne oraz torfy rozpoznano w okolicach Kontrowersu (punkt dok. 5). Występują tam tylko na organicznych osadach interglacjału eemskiego, co dowodzi, że jezioro z tego interglacjału istniało również w czasie zlodowacenia Wisły. Miąższość tych utworów nie przekracza 2,0 m. Profil tworzą torfy słabo rozłożone, z licznymi szczątkami roślin, o miąższości od 0,8 do 1,0 m. Powyżej znajdują się szare mułki, także z licznymi szczątkami roślinnymi, o miąższości od 0,5 do 0,6 m, nad którymi stwierdzono 20-centymetrowy poziom piasków drobnoziarnistych. Profil kończy 20-centymetrowa warstwa holocenijskich gleb torfowych. Na próbkach torfów pobranych z głębokości 1,8 m wykonano dwa oznaczenia wieku bezwzględnego metodą radiowęglą (Pazdur, 2001) i otrzymano daty: $32\,600 \pm 1400$ lat BP (Gd-11585) oraz $35\,900 \pm 2540$ (Gd-11599). Wyniki te można korelować ze schyłkiem interstadiału Grudziądza, poprzedzającego stadiał górny (główny) zlodowacenia Wisły (próbki na potrzeby badań pobrano z wiercenia ręcznego, przy wysokim stanie wód gruntowych, dlatego do wyników należy podejść ostrożnie). Do opisywanych osadów można zaliczyć także piaski i mułki zalegające ponad serią osadów organicznych, rozpoznane w Podwierzbiu (punkt dok. 7).

Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–4,0 mn.p. rzeki występują wzdłuż dolin: Okrzejki, Swarzyny, Olszanki i Wilgi. Najlepiej rozwinięte powierzchnie tych tarasów znajdują się w okolicach Żabianki, Trojanowa i Wólki Trojanowskiej. Miąższość osadów tworzących tarasy wynosi od kilku metrów do około 7 m. Najczęściej utwory te są reprezentowane przez piaski drobnoziarniste, kwarcowe, dobrze wysortowane, odwapnione. Ziarna kwarcu są dobrze obtoczone. W stropowych partiach miejscami występują wkładki humusowe. W korytach rzek opisywane osady są rozcięte przez utwory holocenu. Lokalnie znajdują się pod przykryciem namulów holocenijskich.

b. Czwartorzęd nierozdzielony

Do czwartorzędu nierozdzielonego zaliczono utwory deluwialne, zwietrzelinowe i eoliczne.

Piaski, mułki i gliny deluwialne występują u podnóży stoków, głównie w bocznych dolinkach. Wyróżniono je m.in. w okolicach Czernica i Lasocina, w części południowej obszaru arkusza, oraz w rejonie Gąsiorów i Ostroźnia, wzdłuż doliny Promnika. Miąższość tych osadów rzadko przekracza 2,0 m. Są to najczęściej warstwowane horyzontalnie piaski i mułki. W wierceniu kartograficznym w Wylezinie (otw. 52) do utworów deluwialnych zaliczono 3,0-metrową serię piasków drobnoziarnistych z przewarstwieniami żwirów i piasków gliniastych. Do głębokości 2,0 m pojawiają się w nich szczątki roślinne. Kenig i Jankowska (2000) na pobranych próbkach wykonały badania litologiczno-petrograficzne. Opisywane osady charakteryzują się średnim wysortowaniem. Ziarna kwarcu są bardzo dobrze obtoczone. Wskaźnik obtoczenia R przyjmuje wartości 0,11–0,29. Zawartość węgla wapnia jest bardzo niska, wynosi od około 1 do około 2% i jest niewykrywalna przy użyciu rozcieńczonego kwasu solnego. W składzie minerałów frakcji ciężkiej dominują granaty i turmaliny. Udział amfiboli wynosi około 5%. W przewarstwieniu żwirowym przeważa materiał krystaliczny. Taka charakterystyka osadów świadczy o ich wielokrotnej redepozycji. Deluwia na obszarze arkusza Żelechów zalegają zwykle na glinach zwałowych zlodowacenia Warty oraz utworach zastoiskowych zlodowacenia Odry.

Piaski i piaski pyłowe zwietrzelinowe występują powszechnie, w niedużych skupieniach, na całej powierzchni obszaru arkusza. Ich miąższość przeważnie nie przekracza 2,0 m. Często tworzą nieduże kulminacje na powierzchni wysoczyzny zbudowanej z glin zwałowych. Pod względem granulometrycznym są to piaski drobno- i średnioziarniste, miejscami pyłowe. Ziarna kwarcu wykazują średnie obtoczenie, część z nich ma zmatowiałe powierzchnie. Opisywane piaski są przeważnie bezstrukturalne, miejscami warstwowane horyzontalnie. W niektórych profilach, w stropie, odnotowano żwiry skał skandynawskich. Osady te powstają w wyniku procesów wietrzenia glin zwałowych. Część z nich została redeponowana przez wiatr na niewielkie odległości.

Największe skupiska piasków eolicznych występują w okolicach Gęziej Wólki, Nowego i Starego Zadybia, Stefanowa, Anielowa i Piastowa — w środkowej i północnej części obszaru arkusza, oraz koło Budek Rososkich — w jego części południowo-wschodniej. Przeciętna miąższość piasków nieco przekracza 2,0 m. Powierzchnie ziarn kwarcu wykazują zmatowienie, a ziarna są dobrze obtoczone. Pod względem granulometrycznym przeważają piaski drobnoziarniste z domieszką średnioziarnistych. Pokrywy piasków eolicznych są spotykane często na kataglacjalnych osadach wodnolodowcowych i zastoiskowych oraz na glinach zwałowych zlodowacenia Warty.

Piaski eoliczne w wydmach występują najczęściej w obrębie pól piasków przewianych. Ich miąższości wahają się od kilku metrów do 10,0 m. Wydmy tworzą zwykle piaski drobno- i średnioziarniste. Spotyka się w nich również wkładki piasków gruboziarnistych. Zaobserwowano warstwowania skośne i horyzontalne. Piaski eoliczne występują zwykle w sąsiedztwie piasków i żwirów wodnolodowcowych.

c. Holocen

W holocenie zachodziła i zachodzi akumulacja osadów rzecznych, deluwialnych i organicznych w dnach dolin głównych rzek i ich bocznych dopływów, a także w okresowo przepływowych i bezodpływowych zagłębieniach terenu.

Mułki rzeczno-jeziorne występują w dnie doliny Okrzejki w okolicach Kłoczewa i Kozic oraz w dolinie Korytki na południe od Damianowa. Są to osady powstałe w odciętych korytach rzek, w wyniku procesów mułotwórczych. Mają niebieską barwę, zawierają makroszczałki roślinne. Miejscami leżą pod torfami. Miąższość mułków dochodzi do 3,0 m.

Namuły piaszczyste i piaski humusowe den dolinnych oraz zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych wypełniają dna dolin Okrzejki, Korytki, Swarzyny i Wilgi oraz większości dolinek występujących na obszarze arkusza. Ponadto osady te występują w niedużych zagłębieniach bezodpływowych na wysoczyźnie. Są to utwory piaszczysto-mułkowate, warstwowane, z warstewkami organicznymi. Ich miąższość dochodzi zwykle do 2,0 m. Zalegają zazwyczaj na glinach zwałowych zlodowaceń Odry i Warty, ana- i kataglacjalnych iłach, mułkach i piaskach zastoiskowych zlodowacenia Warty oraz piaskach rzecznych tarasów nadzalewowych zlodowacenia Wisły.

Namuły torfiaste występują w dnach dolin Olszanki koło Żelechowa, Swarzyny koło Nowego Zadybia i Rybaków, Okrzejki koło Kłoczewa i Wylezina. Są to utwory torfiaste, z przewarstwieniami piaszczystymi i mułkowymi, koloru czarnego. Osady te składają się z substancji organicznej i mineralnej. Ich miąższość dochodzi maksymalnie do 3,0 m. Na obszarze arkusza zalegają na glinach zwałowych i kataglacjalnych piaskach i żwirach wodnolodowcowych zlodowacenia Warty oraz na piaskach i żwirach rzecznych z okresu zlodowacenia Wisły.

Torfy na obszarze arkusza występują zarówno w dolinach rzecznych, jak i na wysoczyźnie. Największe torfowiska o charakterze niskim występują w dolinach Okrzejki pomiędzy Żabianką a Wylezinem, Korytki koło Korytnicy, Swarzyny koło Kurzelat, Olszanki koło Woli Żelechowskiej i Wilgi koło Jarczewa. Ich miąższość rzadko przekracza 2,0 m. Leżą zwykle na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia Wisły lub kataglacjalnych piaskach i żwirach wodnolodowcowych zlodowacenia Warty. Na wysoczyźnie torfy wypełniają małe zagłębienia bezodpływowe, które w czasie zlodowacenia Wisły były jeziorami. Jedno z takich zagłębień znajduje się w miejscowości Sokolniki (punkt dok. 11). Stwierdzono tam torfy o miąższości 3,6 m, pod którymi nawiercono 2,0 m mułków jeziornych. Z głębokości 2,9 m pobrano próbkę na potrzeby oznaczeń wieku bezwzględnego metodą radiowęglą; otrzymano wynik 9550 ± 70 lat BP (Gd-11599; Pazdur, 2001). Początek akumulacji torfów, a zarazem zarastania zbiornika, przypada na okres preborealny. Dwa duże torfowiska występują w obrębie obniżenia wytopiskowego koło Janopola. Miąższość torfów zwykle nie przekracza tam 2,0 m. Występują na glinach zwałowych zlodowaceń Odry i Warty.

B. TEKTONIKA I RZEŻBA PODŁOŻA CZWARTORZĘDU

Obszar arkusza Żelechów jest położony w obrębie struktury paleozoicznej określanej jako niecka nadbużańska (Stupnicka, 1997), utworzonej ze skał wieku karbońskiego. Przez wschodnią część terenu opracowania przebiega uskock Kocka (Żelichowski, 1974), dzielący nieckę na dwie części: rów mazowiecko-lubelski, po zachodniej stronie uskoku, oraz podniesienie łukowskie (zrąb Łukowa), po jego wschodniej stronie (Żelichowski, 1974; Żelichowski, Kozłowski, red., 1983). Uskok Kocka przebiega w kierunku NW–SE. Towarzyszy mu szereg uskoków podłużnych i poprzecznych. Można tu mówić o strefie uskokowej. W rowie mazowiecko-lubelskim podłoże krystaliczne znajduje się na głębokości około 9000 m, 1000–1500 m niżej niż w podniesieniu łukowskim. Żelichowski (1974) tłumaczy powstanie rowu lubelskiego naciskiem platformy staropaleozoicznej na platformę prekambryjską, której brzeżna część uległa zapadnięciu.

W wyniku ruchów tektonicznych fazy bretońskiej na opisywanym terenie powstały dyslokacje. Z okresem tym należy wiązać strukturę synklinalną Dorohucza–Stoczek Łukowski, położoną na obszarze arkusza Żelechów, oraz antyklinę Kocka (zrąb Kocka), rozwiniętą wzdłuż uskoku Kocka, po jego zachodniej stronie. Na opisywanym obszarze strukturę synklinalną dokumentuje wiercenie badawcze w Czernicu (otw. 54; Królikowski, 1969). Miąższość osadów karbonu wynosi tam 1065,0 m. Wiercenie zostało zakończone w utworach wieku dewońskiego.

Struktura zrębowa Kocka ma amplitudę wynoszącą kilkaset metrów. Na powierzchni podjurajskiej, w strefie o szerokości około 2 km, występują tu osady dewonu (Żelichowski, 1974). Utwory karbonu zostały wyerodowane. Antyklinę Kocka dokumentuje wiercenie w Woli Okrzejskiej (Wysocka

i in., 1974), zlokalizowane na obszarze arkusza Okrzeja. Ponad skałami dewonu, o nawierconej miąższości 1370,5 m, występuje cienka pokrywa osadów permskich (82,0 m) i triasowych (71,0 m), na których zalegają skały jury o miąższości 271,0 m. Brak jest tu utworów karbońskich.

Jednostką tektoniki alpejskiej, obejmującą zachodnią część badanego terenu, jest lubelski odcinek niecki brzeżnej (Pożaryski, 1974). Jest to wąska struktura wypełniona osadami permo-mezozoicznymi i paleoceńskimi. Jej granica wschodnia jest mało czytelna (Żelichowski, 1974). Łączna miąższość utworów permo-mezozoicznych na obszarze arkusza Żelechów, przewierconych w otworach w Stryju (otw. 29) i Czernicu (otw. 55) wynosi odpowiednio: 1211,5 i 1112,5 m.

Na podstawie analizy Mapy fotogeologicznej Polski (Bażyński i in., 1984) oraz arkuszy Mapy liniowych elementów strukturalnych Polski (Graniczny i in., 1995) na badanym terenie wyróżniono szereg fotolineamentów, które mogą pokrywać się z prawdopodobnymi uskokami. Są to fotolineamenty o kierunkach: SW–NE, przechodzące przez Trojanów, Stare Zadybie i Jarczew, WSW–ENE, przechodzące przez Kozice, Wylezin i Kłoczew, wschód–zachód, przechodzące przez Ostrożeń i Żelechów, WNW–ESE, przechodzące przez Wolę Życką, Kozice, Niwę Babicką i Kolonię Zalesie, oraz południe–północ, przechodzące przez Rososz, Kłoczew i Gęsią Wólkę. Przebieg dolin kopalnych z interglacjałów: małopolskiego, ferdynandowskiego i mazowieckiego, rozpoznanej w okolicach Niwy Babickiej, pokrywa się częściowo z kierunkiem fotolineamentu WNW–ESE. Dolina Okrzejki jest rozwinięta dokładnie wzdłuż fotolineamentu o kierunku WSW–ENE. Na podstawie tych dwóch przykładów można przypuszczać, że większe formy morfologiczne często nawiązują do struktur liniowych rozwiniętych w głębszym podłożu czwartorzędu. Wyniki badań przeprowadzonych na obszarach sąsiednich potwierdzają tę tezę (Żarski, 2000).

Podłoże utworów czwartorzędowych opisywanego arkusza stanowią osady miocenu dolnego i środkowego oraz górnego, korelowanego wcześniej z pliocenem. Strop podłoża czwartorzędu wykazuje dość duże urozmaicenie (tabl. II), będące głównie wynikiem procesów erozyjnych. Spąg utworów czwartorzędu w kopalnej dolinie przechodzącej przez Niwę Babicką znajduje się poniżej 90,0 m n.p.m. Obniżenie to kontynuuje się na północny zachód, w kierunku Łaskarzewa (Żarski, 2000). W okolicach Samorządek występuje struktura liniowa o kierunku południe–północ, gdzie podłoże czwartorzędu znajduje się poniżej 80,0 m n.p.m. W interglacjale augustowskim (podlaskim) przebiegała tam prawdopodobnie dolina rzeki, która wyerodowała to obniżenie. Struktura ta jest wypełniona głównie glinami zwałowymi zlodowceń południowopolskich. W centralnej części obszaru arkusza, pomiędzy Wolą Żelechowską a Wolą Zadybską, podłoże czwartorzędu wznosi się do ponad 120,0 m n.p.m. Po zachodniej i po wschodniej stronie tego wyniesienia znajdują się obniżenia. Obniżenie spągu czwartorzędu koło Żelechowa (po wschodniej stronie wyniesienia) znajduje się poniżej 90,0 m n.p.m. Ma ono kierunek południe–północ i kontynuuje się w kierunku Starego Zadybia. Założeniem tej struktury były prawdopodobnie doliny rzeczne preglacjalna oraz z okresów interglacjałów

małopolskiego i ferdynandowskiego. Obniżenia dolinne sprzyjały powstawaniu w nich depresji glaci-tektonicznych. Obniżenia spągu utworów czwartorzędu koło Starego Zadybia i Wylezina zostały wyinterpretowane na podstawie badań geoelektrycznych (Okrasa, 1999). Opory elektryczne utworów piaszczysto-żwirowych wynosiły ponad 100 Ωm , a otaczających iłów miocenu górnego 15–30 Ωm . W rejonie Lasocina i Nowego Zadybia znajdują się wyniesienia podłoża czwartorzędu do ponad 140,0 m n.p.m., powstałe prawdopodobnie w wyniku zaburzeń glacitektonicznych. Strop osadów podczwartorzędowych podnosi się w kierunku wschodnim i tuż przy granicy z obszarem arkusza Okrzeja znajduje się powyżej 130,0 m n.p.m. Deniwelacja stropu podłoża czwartorzędu przekracza 60,0 m i jest prawie taka sama jak różnice wysokości we współczesnej rzeźbie terenu.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W miocenie dolnym i środkowym obszar arkusza Żelechów znajdował się w obrębie zbiornika śródlądowego, w którym osadzał się materiał detrytyczny i organiczny (tab. 2). Ciepły klimat sprzyjał bujnemu rozwojowi roślinności, która obumierała i przekształcała się w procesach diagenety w węgiel brunatny. W miocenie górnym (dawniej określanym jako pliocen) oziębienie klimatu spowodowało zmianę charakteru zbiornika, który według Różyckiego (1972b) był jeziorzyskiem okresowo wysychającym. Materiał zwietrzelinowy osadzał się w nim w postaci różnobarwnych iłów, mułków i piasków. Utwory te nie zawierają ziarn pyłku. U schyłku miocenu górnego nastąpiło znaczne ochłodzenie klimatu, które spowodowało zmianę charakteru deponowanych osadów.

Najstarszym ogniwem czwartorzędu jest plejstocen dolny (preglacjał), w czasie którego zaznaczały się częste wahania klimatu, charakterystyczne dla całego czwartorzędu. W okresie preglacjalnym rzeki płynące generalnie z kierunku południowego akumulowały utwory w formie stożków napływowych. Osady te są reprezentowane w dwóch facjach: korytowej i pozakorytowej. Ich cechą charakterystyczną jest cykliczność świadcząca o zmianach klimatycznych. W preglacjale zachodziły także procesy erozyjne. W okresie tym na badanym obszarze panowały zwarte kompleksy leśne. Na terenach suchych były to lasy dębowo-grabowe z udziałem sosny oraz domieszką świerka i brzozy, na wilgotnych panowały lasy olszowe z wiązem, orzesznikiem i skrzydłoorzechem.

Pierwsze znane w Polsce glacialne ochłodzenie klimatu spowodowało transgresję lądolodu zlodowaceń najstarszych (zlodowacenia Narwi), który swoim zasięgiem objął prawdopodobnie jedynie północno-zachodnią część badanego obszaru. Być może transgresja miała charakter lobowy. Lądolód wykorzystał wcześniejsze obniżenia terenu. W takim obniżeniu, koło Samorzadek, zachowały się utwory zlodowacenia Narwi. Przed czołem lądolodu tworzyły się zastoiska, a także pola sandrowe. Po recesji lądolodu pozostały gliny zwałowe. Ocieplenie klimatu spowodowało całkowite wytopienie się lądolodu.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA

Tabela 2

System		Stratygrafia		Podpiętro	Utwory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne					
System	Oddział	Piętro									
d	H o l o c e n				Torfy — $t Q_h$	Akumulacja organiczna w dnach dolin, zagłębieniach bezodpływowych i okresowo przepływowych					
					Namuły torfiaste — $nt Q_h$	Akumulacja organiczno-mineralna w dnach dolin, zagłębieniach bezodpływowych i okresowo przepływowych					
					Namuły piaszczyste i piaski humusowe den dolinnych oraz zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych — $np Q_h$	Akumulacja mineralno-organiczna w dnach dolin, zagłębieniach bezodpływowych i okresowo przepływowych					
					Piaski humusowe i namuły piaszczyste den dolinnych oraz zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych — $pt Q_h$						
					Mułki rzeczne-jeziorne — $f-li Q_m$	Akumulacja organiczno-mineralna w starorzeczach i jeziorach					
				ę	z				Piaski eoliczne w wydmach — $e Q_p^{\text{Ⓜ}}$	Akumulacja eoliczna	
									Piaski eoliczne — $e Q_p$		
									Piaski i piaski pyłowate zwietrzelinowe — $z Q_{pppy'}$		Wietrzenie mechaniczne (w klimacie peryglacjalnym)
									Piaski, mułki i gliny deluwialne — $d Q_{pm}$		Zmywanie osadów ze zboczy
				r	o	Zlodowacenia północnopolskie	Zlodowacenie Wisły		Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 2,0–4,0 m n.p. rzeki — $f Q_{p^4}^{B\text{Ⓜ}}$	Akumulacja i erozja rzeczna	
	Piaski i mułki jeziorne oraz torfy — $li Q_{pmt}^B$	Akumulacja jeziorna i bagienna									
Interglacjał eemski			Torfy i gytie oraz mułki jeziorne — $li Q_{tgy}^{p3-4}$			Akumulacja jeziorna i bagienna					
Zlodowacenia środkowopolskie		Zlodowacenie Warty				Piaski i mułki wytopiskowe — $b Q_{pm}^W$	Akumulacja po wytopieniu się brył martwego lodu				
						Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $fg Q_{p^3}^W$	Akumulacja i erozja przez wody roztopowe				
						Piaski i żwiry wodnolodowcowe, nierozdzielone — $fg Q_{p^3}^W$					
						Żwiry, głązy i piaski moren czołowych — $g Q_{zgt}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa i lodowcowa u czoła stagnującego ładolodu				
						Żwiry, piaski i głązy moren martwego lodu — $gm Q_{zp}^W$	Akumulacja w obrębie brył martwego lodu				
						Piaski, mułki i żwiry kemów — $k Q_{pm}^W$	Akumulacja w przetainach martwego lodu				
						Piaski i mułki tarasów kemowych — $tk Q_{pm}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa				
				Żwiry, piaski i głązy akumulacji szczelinowej — $gs Q_{zp}^W$	Akumulacja wodnolodowcowa w szczelinach ładolodu						
z	P				Iły, mułki i piaski zastoiskowe (górne) — $b Q_{im2}^W$	Akumulacja zastoiskowa przed czołem wycofującego się ładolodu					
					Gliny zwałowe — $g Q_{gzw}^W$	Akumulacja lodowcowa					
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $fg Q_{p^3}^W$	Akumulacja i erozja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego ładolodu					
					Iły, mułki i piaski zastoiskowe (dolne) — $b Q_{im1}^W$	Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego ładolodu					
C			Zlodowacenie Odry		Gliny zwałowe — $g Q_{gzw}^O$	Akumulacja lodowcowa					
					Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b Q_{im}^O$	Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego ładolodu					
					Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg Q_{p^3}^O$	Akumulacja i erozja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego ładolodu					
					Piaski, mułki i żwiry rzeczno-peryglacjalne — $f-pg Q_{p^3}^O$	Akumulacja i erozja rzeczna w fazie anaglacjalnej zlodowacenia					

C z P I w a r s j e s t o c e n i e	d ę z n e r c o t s j e	Zlodowacenia południowopolskie	Interglacjał wielki	Interglacjał mazowiecki	Gytie i torfy oraz mułki jeziorne — $li Q_{p^{2-3}}^M$ Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż} Q_{p^{2-3}}^M$	Akumulacja jeziorna Akumulacja i erozja rzeczna	
			Zlodowacenie Sanu 2	Zlodowacenie Sanu 2	Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) — $fg_{pż2} Q_{p^2}^G$ Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^G$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) — $fg_{pż1} Q_{p^2}^G$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^2}^G$	Akumulacja i erozja przez wody roztopowe Akumulacja lodowcowa Akumulacja i erozja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu	
					Interglacjał ferdynandowski	Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż} Q_{p^2}^F$	Akumulacja rzeczna
					Zlodowacenie Sanu 1	Stadiał górny	Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^{S3}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe — $b_{im} Q_{p^2}^{S3}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^{S3}$
				Stadiał dolny		Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^{S1}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe (górne) — $b_{im2} Q_{p^2}^{S1}$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^{S1}$ Iły, mułki i piaski zastoiskowe (dolne) — $b_{im1} Q_{p^2}^{S1}$	Akumulacja lodowcowa Akumulacja zastoiskowa przed czołem lądolodu Akumulacja i erozja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu
				Interglacjał małopolski	Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż} Q_{p^2}^K$	Akumulacja i erozja rzeczna	
			Zlodowacenie Nidy	Zlodowacenie Nidy	Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^2}^N$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^2}^N$	Akumulacja lodowcowa Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu	
					Interglacjał augustowski	Piaski i żwiry rzeczne — $f_{pż} Q_{p^{1-2}}$	Akumulacja i erozja rzeczna
			Zlodowacenia najstarsze	Zlodowacenie Narwi	Gliny zwałowe — $g_{zw} Q_{p^1}^A$ Piaski i żwiry wodnolodowcowe — $fg_{pż} Q_{p^1}^A$ Iły zastoiskowe — $b_p Q_{p^1}^A$	Akumulacja lodowcowa Akumulacja przez wody lodowcowe przed czołem transgredującego lądolodu Akumulacja zastoiskowa przed czołem transgredującego lądolodu	
					Plejstocen dolny	Piaski, żwiry, mułki i iły rzeczne — $f_{pż} Q_{p^0}$	Akumulacja i erozja rzeczna (facje korytowa i pozakorytowa)
			Neogen	Miocen	Miocen górny	Iły, mułki i piaski — $im M_3$	Akumulacja jeziorzyskowa
					Miocen dolny+środkowy	Piaski kwarcowe, mułki i węgiel brunatny — $pQ M_{1+2}$	Akumulacja jeziorna i bagienna

W pierwszej fazie interglacjału augustowskiego (podlaskiego) dominowały procesy erozji rzecznej, w drugiej fazie pływace rzeki akumulowały piaski i żwiry. Na badanym terenie zachowały się jedynie fragmenty dolin w okolicach Wylezina, Samorządek i Żelechowa.

Ponowne wielkie oziębnienie klimatu spowodowało transgresję lądolodu zlodowacenia Nidy, najstarszego zlodowacenia południowopolskiego. Zasięg lądolodu tego wieku znajdował się poza

południową granicą obszaru arkusza Żelechów. Przed czołem transgredującego lądolodu powstawały pola piasków i żwirów wodnolodowcowych, a po recesji lądolodu — gliny zwałowe. Utwory te zachowały się jedynie fragmentarycznie, gdyż w następnym, ciepłym okresie, interglacjale małopolskim, były intensywnie niszczone.

W interglacjale małopolskim rzeki erodowały głębokie doliny, w których były deponowane osady piaszczysto-żwirowe, m.in. w okolicach Niwy Babickiej i w Żelechowie.

Ochłodzenie klimatu spowodowało transgresję lądolodu zlodowacenia Sanu 1, który objął badany teren dwukrotnie. Zasięg tego lądolodu znajdował się poza południową granicą obszaru arkusza. Przed czołem lądolodu, w stadiale dolnym, tworzyły się kilkukilometrowe zastoiska, w których były deponowane ropy, mułki i piaski o miąższości do kilkunastu metrów. W osadach tych udokumentowano redeponowane ziarna pyłku gatunków drzew i krzewów charakterystycznych zarówno dla interglacjalów, jak i neogenu. Na przedpolu lądolodu tworzyły się również rozległe pola sandrowe, powszechne na badanym terenie. Nacisk lądolodu spowodował wgniecenie utworów podłoża i powstanie depresji glacitektonicznych. Jedna z nich znajduje się w Żelechowie. Po recesji lądolodu na opisywanym terenie pozostały osady lodowcowe — gliny zwałowe, których szczególnie duże miąższości rozpoznano w depresjach glacitektonicznych. W prawdopodobnie krótkim interstadiu pomiędzy pierwszym a drugim nasunięciem lądolodu klimat się ocieplił. Zachodziły wówczas procesy denudacji i erozji rzecznej. Kolejne oziębienie klimatu przyczyniło się do transgresji lądolodu stadiału górnego zlodowacenia Sanu 1. Przed jego czołem powstawały zastoiska, w których były deponowane osady mułkowe, ilaste i piaszczyste, a także pola sandrowe. Lądolód pozostawił po sobie kolejny poziom glin zwałowych o miąższości od kilku do kilkunastu metrów.

W interglacjale ferdynandowskim panował ciepły klimat, sprzyjający rozwojowi lasów liściastych. W okresie tym rozwijała się sieć rzeczna. W pierwszych fazach rozwoju dolin przeważała erozja, w następnych — akumulacja. Dolina z okresu interglacjalu ferdynandowskiego przebiega przez Niwę Babicką. Na wysoczyźnie w zbiornikach wodnych zachodziła akumulacja osadów biogenicznych.

Oziębienie klimatu spowodowało transgresję lądolodu zlodowacenia Sanu 2 (Wilgi), który objął swym zasięgiem badany teren. W tym czasie zachodziły tu procesy akumulacji i erozji. Przed czołem lądolodu były akumulowane ropy, mułki i piaski zastoiskowe, wśród których znajdowane są wkładki starszych rozmytych osadów, oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe. Lądolód pozostawił po sobie miąższy poziom glin zwałowych.

W interglacjale mazowieckim panował klimat ciepły. Na wysoczyźnie, w jeziorach, miała miejsce akumulacja osadów organicznych, np. w Wylezinie. Badany obszar był pokryty zwartymi lasami mieszanymi. W dolinach rzecznych zachodziły cyklicznie procesy erozji i akumulacji.

Kolejne ochłodzenia klimatu spowodowały transgresję lądolodów zlodowaceń środkowopolskich (zlodowaceń Odry i Warty). W fazie anaglacjalnej zlodowacenia Odry na badanym terenie, w związku z podniesieniem bazy erozyjnej i zamknięciem odpływu wód rzecznych w kierunku północnym, następowała depozycja osadów rzeczno-peryglacjalnych. Przed czołem lądolodu tworzyły się wówczas rozległe pola piasków i żwirów wodnolodowcowych. W zastoiskach osadzały się łą, mułki i piaski. Lądolód tego wieku pozostawił po sobie poziom glin zwałowych, przeciętnie około 10-metrowej miąższości. Ocieplenie klimatu między zlodowaceniami Odry i Warty było prawdopodobnie nieznaczne. W tym czasie lądolód wycofał się na północ od badanego terenu. Ponowne ochłodzenie spowodowało transgresję lądolodu zlodowacenia Warty, który wywarł największy wpływ na rzeźbę opisywanego obszaru. Przed czołem transgredującego lądolodu tworzyły się zastoiska i pola sandrowe. Lądolód w swym maksymalnym zasięgu dotarł około 15 km poza południową granicę terenu arkusza Żelechów. Deglacjacja miała charakter frontalny i arealny. W miejscach kolejnych postojów lądolodu powstały moreny czołowe zbudowane z osadów piaszczysto-żwirowych. Takie formy znajdują się koło Huty Zadybskiej, Starego Zadybia i Dębniaka. W szczelinach lądolodu następowała depozycja materiału piaszczysto-żwirowego i gliniastego, w efekcie której powstały formy akumulacji szczelinowej. Z brył martwego lodu wytapiał się i spływał materiał żwirowo-piaszczysto-gliniasty, tworząc dość powszechnie występujące moreny martwego lodu. W przetainach powstawały kemy, a na zboczach obniżeń wypełnionych lodem — tarasy kemowe. W rozległych obniżeniach, powstałych w wyniku działalności lądolodu, a także na skutek wytapiania się brył martwego lodu, były akumulowane utwory wytopiskowe. Wody topniejącego lądolodu utworzyły doliny marginalne. Największe z nich to: pradolina Wieprza, znajdująca się poza granicami obszaru arkusza, oraz doliny Okrzejki, Wilgi, Promnika, Korytki i Swarzyny. W czasie deglacjacji zachodziły silne procesy erozyjne i akumulacyjne. Na wysoczyźnie powstało szereg jezior polodowcowych.

W interglacjale eemskim panował ciepły klimat, sprzyjający rozwojowi zwartych lasów mieszanych z dominacją (w optimum klimatycznym) świetlistych dąbrów z leszczyną. W jeziorach polodowcowych następowała akumulacja osadów organicznych. Jedno z takich jezior znajdowało się koło Kontrowersu. W okresie tym zachodziły procesy erozyjne i akumulacyjne.

Lądolód zlodowacenia Wisły nie dotarł w swym maksymalnym zasięgu na badany teren. W tym czasie w dolinach rzek zachodziły procesy erozji i akumulacji. Wzdłuż większych rzek powstały piaszczysto-żwirowe tarasy. W zbiornikach wodnych były akumulowane utwory mineralne i organiczne. Do powstania deluwiów przyczyniły się spływy powierzchniowe wody, zachodzące w czasie zlodowacenia Wisły i w holocenie. Procesy denudacyjne intensywnie niszczące powierzchnię wysoczyzny trwały, w mniejszej skali, w holocenie. Na powierzchni wysoczyzny powstawały pokrywy zwietrzelinowe. W warunkach klimatu peryglacjalnego zachodziły intensywne procesy eoliczne, które także były kontynuowane w holocenie.

W holocenie klimat ocieplił się. W okresie preborealnym zaczęły się tworzyć torfowiska w zarastających zbiornikach na powierzchni wysoczyzny oraz w dolinach rzek. W obniżeniach terenu, a także w korytach rzek były akumulowane namuły piaszczyste i torfiaste. W dolinach rzek zachodziły i zachodzą procesy erozji i akumulacji.

IV. PODSUMOWANIE

W niniejszym opracowaniu przedstawiono ogólnie budowę geologiczną neogenu oraz szczegółowo czwartorzędu badanego terenu. Wykonano powierzchniową mapę geologiczną wraz z przekrojem geologicznym. Podstawowych materiałów do rozpoznania budowy geologicznej dostarczyły cztery wiercenia kartograficzne. Na próbkach osadów pobranych z wierceń i odsłonień zostały wykonane badania litologiczno-petrograficzne, analizy pyłkowe, badania magnetostratygraficzne oraz oznaczenia wieku bezwzględnego metodami termoluminescencji (TL) i radiowęglą (^{14}C). Pozwoliły one na określenie wieku i genezy badanych utworów. Do interpretacji podłoża czwartorzędu, a także do prześledzenia głównych poziomów litostratygraficznych, wzdłuż linii przekroju geologicznego A–B, wykorzystano badania geoelektryczne.

Podłoże osadów czwartorzędowych stanowią utwory miocenu: dolnego i środkowego oraz górnego. Rozpoznano jego ukształtowanie. W środkowej części obszaru arkusza stwierdzono wyniesienie podłoża czwartorzędu otoczone obniżeniami wykorzystywanymi częściowo przez doliny rzeczne.

Na badanym terenie rozpoznano rzeczne osady plejstocenu dolnego (preglacjału). W ich stropie w profilu Niwa Babicka została udokumentowana granica dwóch epok paleomagnetycznych: Brunhes/Matuyama, która przypada na 783 ka BP. W świetle tych badań można przypuszczać, że lądolód zlodowacenia Narwi nie objął swym zasięgiem południowej części obszaru arkusza. Jak dotąd większość badaczy stawiało granicę maksymalnego zasięgu lądolodu tego wieku na południe od doliny Wieprza. Osady zlodowacenia Narwi stwierdzono jedynie w północno-wschodniej części opisywanego terenu.

Na obszarze arkusza zostały dobrze udokumentowane utwory zlodowaceń południowopolskich: Nidy, Sanu 1 (stadiałów dolnego i górnego) oraz Sanu 2 (Wilgi); lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe.

Profil otworu kartograficznego w Wylezinie okazał się szczególnie istotny do określenia stratygrafii plejstocenu na obszarze arkusza Żelechów. Pod palinologicznie udokumentowanymi osadami interglacjału mazowieckiego stwierdzono trzy poziomy glin zwałowych, odpowiadających zlodowaceniom: Nidy, Sanu 1 i Sanu 2 (Wilgi). Całość profilu czwartorzędowego w Wylezinie znajduje się w obrębie epoki Brunhes.

W okolicach Żelechowa na podstawie wierceń archiwalnych stwierdzono występowanie depresji glacitektonicznej wypełnionej nierozdzielonymi glinami zwałowymi zlodowaceń południowopolskich o miąższości kilkudziesięciu metrów.

W rejonie Niwy Babickiej stwierdzono występowanie kopalnych dolin z okresów interglacjałów: małopolskiego, ferdynandowskiego i mazowieckiego, wypełnionej osadami piaszczysto-żwirowymi.

W wierceniach kartograficznym i archiwalnym w Wylezinie badaniami pyłkowymi zostały udokumentowane osady interglacjału mazowieckiego. Stanowisko to znajduje się u podnóża stoku wysoczyzny zbudowanej z glin zwałowych zlodowaceń Odry i Warty.

Osady zlodowaceń południowopolskich są przeważnie oddzielone od utworów zlodowaceń środkowopolskich miąższym, kilkunastometrowym poziomem osadów wodnolodowcowych.

Gliny zwałowe zlodowacenia Warty leżą często na glinach zwałowych zlodowacenia Odry. Miąższość piasków wodnolodowcowych je rozdzielających jest niewielka. Wydaje się prawdopodobne, że ocieplenie klimatu między zlodowaceniami Odry i Warty miało rangę interstadiału, a nie interglacjału.

Osady zlodowacenia Warty tworzą (w większości) powierzchnię wysoczyzny. Fazy postojowe lądolodu zlodowacenia Warty na badanym terenie zaznaczyły się morenami czołowymi, a drogi odpływu wód lodowcowych dolinami marginalnymi (Okrzejki, Promnika, Wilgi). Na wysoczyźnie rozpoznano liczne moreny martwego lodu, formy akumulacji szczelinowej, kemy i tarasy kemowe.

Świadectwem młodej rzeźby są jeziora z okresu interglacjału eemskiego, powstałe po deglacjacji zlodowacenia Warty. Jeziorne osady interglacjału eemskiego zostały udokumentowane badaniami pyłkowymi w profilu Kontrowers.

Oznaczeniami wieku bezwzględnego metodą radiowęglą zostały udokumentowane organogeniczne utwory zlodowacenia Wisły (interstadiału grudziądzkiego) i holoceni (z okresu preborealnego).

Reasumując, badania wykonane na obszarze arkusza Żelechów wniosły istotny wkład w rozpoznanie stratygrafii czwartorzędu Polski.

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

Warszawa, 2003 r.

LITERATURA

- Areń B., 1956 — Schematyczna mapa utworów trzeciorzędowych w skali 1:100 000, ark. Kock i Dęblin. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Balicka M., 1955 — Sprawozdanie roczne. Zdjęcie geologiczne w skali 1:25 000 ark. Kozienice dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1975 — Znaczenie profilu z Ponurzyca dla badań genezy i wieku preglacjału Mazowsza. *Kwart. Geol.*, **19**, 3.
- Baraniecka M. D., 1976 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Otwock (561). Inst. Geol., Warszawa.
- Baraniecka M. D., 1979 — Osady plioceńskie Mazowsza jako podłoże czwartorzędu. *Biul. Geol. Wydz. Geol. UW.*, **23**.
- Baraniecka M. D., 1981 — Osady trzeciorzędowe SW części niecki warszawskiej na przykładzie profilu z Kaczorówka. *Kwart. Geol.*, **25**, 2.
- Baraniecka M. D., 1991 — Profil Różce na tle podstawowych profili osadów preglacjalnych na południowym Mazowszu. *Prz. Geol.*, **39**, 5–6.
- Baraniecka M. D., Gadońska S., 2001 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Stoczek Łukowski (600). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Baraniecka M. D., Gadońska S., 2003 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Stoczek Łukowski (600). Państw. Inst. Geol., Warszawa. [dokument elektroniczny]
- Baraniecka M. D., Makowska A., Mojski J. E., Nowak J., Sarnacka Z., Skompski S., 1978 — Stratygrafia osadów czwartorzędowych Niziny Mazowieckiej oraz jej południowo-zachodniego obrzeżenia. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce*. **21**. *Biul. Inst. Geol.*, 306.
- Bażyński J., Doktor S., Graniczny M., 1984 — Mapa fotogeologiczna Polski 1:1 000 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Dyakowska J., 1956a — Plejstoceński profil z Wylezina. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce*. **7**. *Biul. Inst. Geol.*, 100.
- Dyakowska J., 1956b — Spektra pyłkowe utworów zastoiskowych. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce*. **7**. *Biul. Inst. Geol.*, 100.
- Gadońska S., 1962 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Garwolin (599). Inst. Geol., Warszawa.
- Gadońska S., 1966a — Czwartorzęd okolic Stoczka Łukowskiego. *Prz. Geol.*, **14**, 6.
- Gadońska S., 1966b — Wstępne uwagi o utworach czwartorzędowych okolic Stoczka Łukowskiego. *Prz. Geol.*, **14**, 6.
- Gadońska S., 1968 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Garwolin (599). Inst. Geol., Warszawa.
- Galon R., 1937 — Sprawozdanie z badań nad stratygrafią dyluwium wzdłuż Wisły pomiędzy Warszawą a Dęblinem. *Spraw. Pozn. TPN*, 30.
- Graniczny M., Doktor S., Kucharski R., 1995 — Sprawozdanie z opracowania mapy liniowych elementów strukturalnych Polski w skalach 1:200 000 i 1:500 000 na podstawie kompleksowej analizy komputerowej zdjęć geofizycznych i teledetekcyjnych. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Gronkowska B., 1972 — Przebieg sedymentacji w zbiorniku Ferdynandowa podczas interglacjału mazowieckiego. *Kwart. Geol.*, **16**, 1.

- Janczyk-Kopikowa Z., 1975 — Flora interglacjału mazowieckiego w Ferdynandowie. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce* (J.E. Mojski, red.). *17. Biul. Inst. Geol.*, 290.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1980 — Podstawy paleobotaniczne stratygrafii dolnego i środkowego plejstocenu Polski SE. *W: Stratygrafia i chronologia lessów i utworów glacialnych dolnego i środkowego plejstocenu w Polsce SE*. Przewodnik seminarium terenowego, Lublin, 23–29 września 1980 r. Lublin.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1987 — Uwagi o palinostratygrafii czwartorzędu. *Kwart. Geol.*, **31**, 1.
- Janczyk-Kopikowa Z., 1991 — Interglacjał ferdynandowski w Polsce. *Kwart. Geol.*, **35**, 1.
- Janczyk-Kopikowa Z., Mojski J.E., Rzechowski J., 1981 — Position of the Ferdynandów Interglacial, Middle Poland, in the Quaternary Stratigraphy of the European Plain. *Biul. Inst. Geol.*, **4**, 335.
- Janczyk-Kopikowa Z., Żarski M., 1995 — The Ferdynandów Interglacial at Stanisławice near Koźlenice (Central Poland). *Acta Palaeobot.*, **35**, 1.
- Jesionkiewicz P., 1982 — Nowe stanowisko interglacjału mazowieckiego w Krępie koło Kocka. *Kwart. Geol.*, **26**, 2.
- Kenig K., Jankowska B., 2000 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Kondracki J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 1966 — Osady preglacjalne dorzecza środkowej Wisły. *Pr. Muz. Ziemi*, 9.
- Krassowska A., 1965 — Kreda na przekroju sejsmicznym Puławy–Radzyń. *Kwart. Geol.*, **9**, 2.
- Królikowski B., 1969 — Karta otworu Czernic 1 (nr arch. 110676). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Krupiński K.M., 1993 — Stanowisko interglacialnych osadów organogenicznych w Kosiorkach koło Krzywdy (Południowe Podlasie). *Prz. Geol.*, **41**, 12.
- Krupiński K.M., 1996a — Historia i aktualny stan poznania flory interglacjału mazowieckiego południowego Podlasia. *W: „Stratygrafia Plejstocenu Polski”*. Grabanów, 18–20 września 1995 r. Warszawa.
- Krupiński K.M., 1996b — Terenowe warsztaty paleobotaniczne. „Roślinność interglacjału mazowieckiego na Podlasiu”. Warszawa, 3–5 czerwca 1996 r. Warszawa.
- Krupiński K.M., 2000a — Korelacja palinostratygraficzna osadów interglacjału mazowieckiego z obszaru Polski. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **169**.
- Krupiński K.M., 2000b — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące wybranych próbek osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Kontrowers. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Krupiński K.M., 2000c — Sprawozdanie z badań palinologicznych osadów biogenicznych z otworów wiertniczych: Wylezin 1, Wylezin 2. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Kupryjanowicz M., 2002 — Wyniki analizy pyłkowej wybranych próbek osadów biogenicznych z otworu wiertniczego Kontrowers. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Kusiak J., 2000 — Wyniki datowań TL próbek osadów czwartorzędowych z wiercenia Wylezin. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Lencewicz S., 1922 — Węzeł wodny kałuszyński (morfologia i hydrografia). *Kosmos*, 46.
- Lencewicz S., 1927 — Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **2**, 2.

- Lewiński J., 1929 — Dyluwium Polski i Danii. (Uwaga z powodu Międzynarodowego Zjazdu w Kopenhadze w czerwcu i lipcu 1928). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **6**.
- Lewiński J., Samsonowicz J., 1918 — Ukształtowanie powierzchni, skład i struktura podłoża dyluwium wschodniej części Nizy Północno-Europejskiego. *Pr. TNW*, 31.
- Lindner L., 1984 — An outline of Pleistocene chronostratigraphy in Poland. *Acta Geol. Pol.*, **34**, 1–2.
- Lindner L., Lamparski Z., Dąbrowski S., 1982 — River valleys of the Mazovian Interglacial in eastern Central Europe. *Acta. Geol. Pol.*, **32**, 3–4.
- Lindner L., Marciniak B., Sańko A.F., Khursevich G.K., 2001 — The age of the oldest Scandinavian glaciations in mid-eastern Poland and southwestern Belarus. *Kwart. Geol.*, **45**, 4.
- Lindner L., Marks L., 1995 — Zarys paleogeomorfologii obszaru Polski podczas zlodowaceń skandynawskich. *Prz. Geol.*, **43**, 7.
- Lindner L., Maruszczak H., Wojtanowicz J., 1985 — Zasięgi i chronologia starszych nasunięć stadialnych lądolodu środkowopolskiego (saalian) między górną Wartą i Bugiem. *Prz. Geol.*, **33**, 2.
- Lisicki S., 1997 — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Kwart. Geol.*, **41**, 3.
- Lisicki S., 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **177**.
- Łyczewska J., 1977a — Ocena interglacjału z Ferdynandowa na tle ewolucji facjalnej osadów plejstocenijskich przedpola Wyżyny Lubelskiej. *Kwart. Geol.*, **21**, 1.
- Łyczewska J., 1977b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Baranów (675) (wraz z Objasneniami). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Makowska A., 1968a — Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom (50), wyd. B. Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., 1968b — Objasnenia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, ark. Radom (50). Inst. Geol., Warszawa.
- Makowska A., 1976 — Staroplejstocenijskie osady organogeniczne w Ceteniu oraz ich związek z serią preglacialną południowego Mazowsza. *Kwart. Geol.*, **20**, 3.
- Malinowski J., 1986 — Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom (50). Inst. Geol., Warszawa.
- Mojski J.E., 1984 — Mezoplejstocen. Niż Polski i niziny środkowopolskie. *W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 3b. Kenozoik. Czwartorzęd.* Wyd. Geol., Warszawa.
- Nawrocki J., 2001 — Wyniki badań magnetostratygraficznych skał czwartorzędowych z otworów wiertniczych Niwa Babicka i Wylezin. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Nitychoruk J., 1995 — Stratygrafia plejstocenu i paleomorfologia południowego Podlasia. Praca doktorska. Arch. Wydz. Geol. UW, Warszawa.
- Okrasa T., 1999 — Dokumentacja badań elektrooporowych dla arkusza Żelechów (637) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Pazdur A., 2001 — Sprawozdanie nr 13/2001 z wykonania oznaczeń wieku metodą C-14 w laboratorium C-14 Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Piwocki M., 2004 — Korelacyjny schemat wydzielen litostratygraficznych neogenu Polski nizowej i krajów sasiednich. *W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 3a. Kenozoik. Paleogen. Neogen.* Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Piwocki M., Ziembinska-Tworzydło M., 1995 — Litostratygrafia i poziomy sporowo-pyłkowe neogenu na Nizu Polskim. *Prz. Geol.*, **43**, 11.

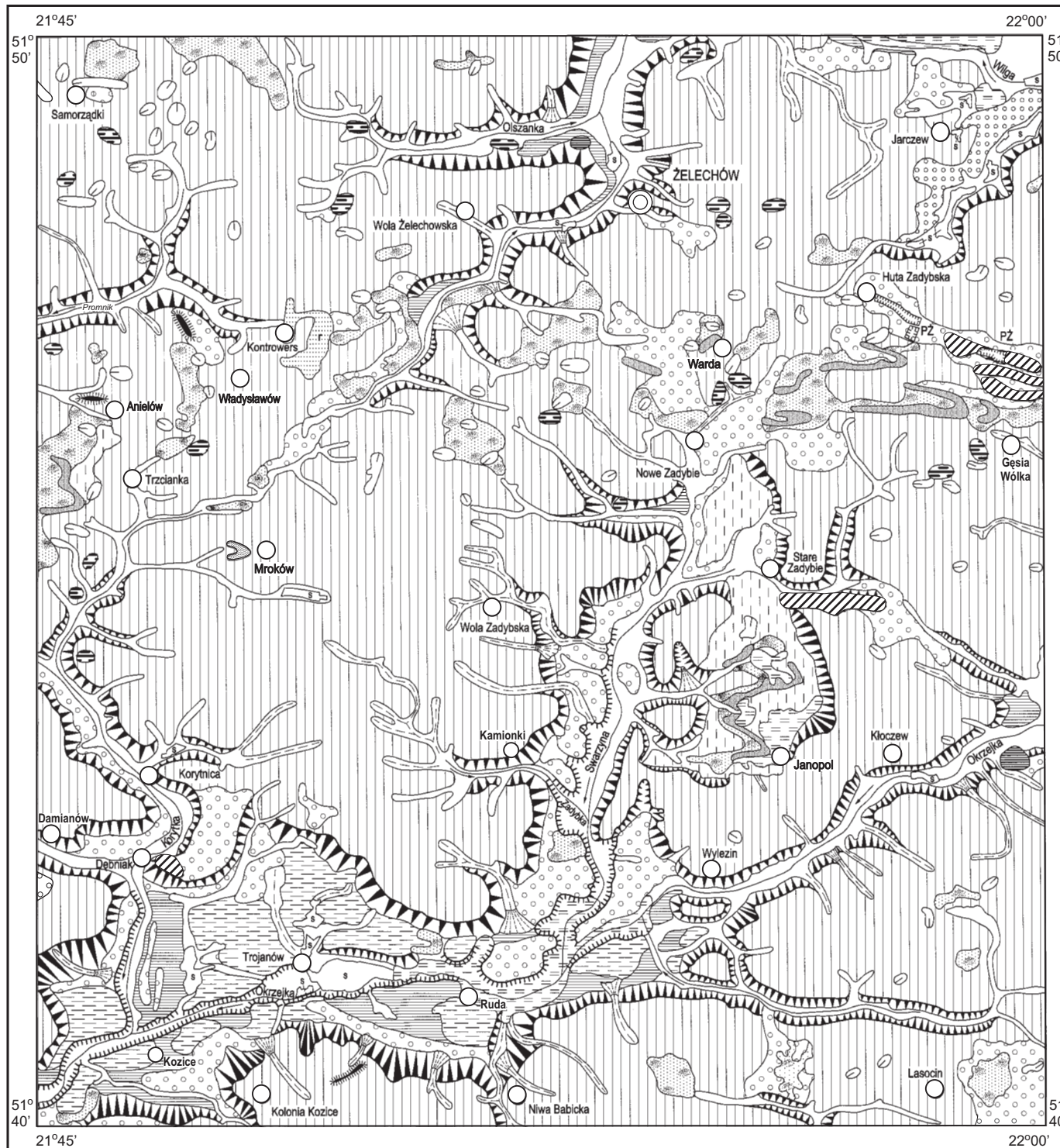
- Piwocki M., Ziemińska-Tworzydło M., 1997 — Neogene of Polish Lowlands — lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Geol. Quart.*, **41**, 1.
- Pożaryski W., 1962 — Mapa zasięgów facjalnych dano-paleocenu w Polsce. 1:300 000. *W: Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne*. 10. Kreda. Inst. Geol., Warszawa.
- Pożaryski W., 1974 — Tektonika. 1. Niż Polski. *W: Budowa geologiczna Polski*. **4**. Wyd. Geol., Warszawa.
- Pożaryski W., Maruszczak H., Lindner L., 1994 — Chronostratygrafia osadów plejstocenijskich i rozwój doliny Wisły środkowej ze szczególnym uwzględnieniem przełomu przez wyżyny południowopolskie. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **147**.
- Różycki S.Z., 1972a — Nizina Mazowiecka. *W: Geomorfologia Polski*. **2**. Niż Polski (R. Galon, red.). PWN, Warszawa.
- Różycki S.Z., 1972b — Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. PWN, Warszawa.
- Rühle E., 1947 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, ark. Radom, wyd. A. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Rühle E., 1949 — Materiały archiwum wierceń. **1**. Arkusz Radom. WG PIG, Warszawa.
- Rühle E., 1954 — Profil geologiczny utworów czwartorzędowych w Garwolinie i Gończycach w Polsce. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce*. **5**. *Biul. Inst. Geol.*, 69.
- Rühle E., 1968 — Profil utworów czwartorzędowych w Wylezinie (na północ od Dębina). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **38**, 4.
- Rühle E., 1969 — Przekrój geologiczny utworów czwartorzędowych w Łukowie na Podlasiu. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce* (E. Rühle, red.). **12**. *Biul. Inst. Geol.*, 220.
- Ruszczyńska-Szenajch H., 1976 — Glacitektoniczne depresje i kry lodowcowe na tle budowy geologicznej południowo-wschodniego Mazowsza i południowego Podlasia. *Stud. Geol. Pol.*, **50**.
- Ruszczyńska-Szenajch H., 1978 — Serie glacialne i kopalne doliny rzeczne środkowego plejstocenu w rejonie Kocka. *Kwart. Geol.*, **22**, 2.
- Rzechowski J., 1967 — Sedymentogeneza i stratygrafia plejstocenu w przekroju Ferdynandowa na obszarze południowo-wschodniego Mazowsza. *Kwart. Geol.*, **11**, 4.
- Rzechowski J., 1977 — Main Lithotypes of Tills in the Central Polish Area. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce*. **20**. *Biul. Inst. Geol.*, 305.
- Rzechowski J., 1987 — Problemy formalnej litostratygrafii czwartorzędu w Polsce. *Kwart. Geol.*, **31**, 1.
- Rzechowski J., 1990 — Interglacjał ferdynandowski w profilu stratotypowym. *W: Regionalne profile reperowe osadów interglacialnych i glacialnych*. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Rzechowski J., 1996a — Interglacjał ferdynandowski w profilu stratotypowym w Ferdynandowie (południowo-wschodnie Mazowsze). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 373.
- Rzechowski J., 1996b — The early middle pleistocene in Europe. The Ferdynandowian Interglacial and its stratigraphical position in the Middle Pleistocene of Europe. Balkena, Rotterdam.
- Rzechowski J., Gronkowska B., Kenig K., 1968 — Petrografia glin zwałowych Podlasia i Mazowsza. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Rzechowski J., Gronkowska B., Leszkiewicz-Biedowa Z., 1966 — Charakterystyka petrograficzno-granulometryczna osadów plejstocenijskich przekroju Ferdynandowa. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Samsonowicz J., 1922 — Zastoiska lodowcowe nad górną i środkową Wisłą. *Spraw. PIG*, **1**, 4/6.
- Sarnacka Z., 1988 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Łaskarzew (636). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Sarnacka Z., 1990 — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Łaskarzew (636). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- Sawicki L., 1922 — Wiadomość o środkowopolskiej morenie czołowej. *Rozpr. PAU A*, 61.
- Słodkowska B., 1987 — Wyniki analizy sporowo-pyłkowej i fitoplanktonowej 7 próbek osadów trzeciorzędowych z ark. Dęblin. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Słodkowska B., 2000 — Wyniki analizy palinologicznej próbek z arkusza Żelechów Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Sobolewska M., 1969 — Osady interglacjalne w Łukowie na Podlasiu w świetle analizy pyłkowej. *W: Z badań czwartorzędu w Polsce* (E. Rühle, red.). **12. Biul. Inst. Geol.**, 220.
- Stupnicka E., 1997 — Geologia regionalna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Weil W., 1974 — Karta otworu wiertniczego nr 28, Stryj. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Winter H., 2000 — Orzeczenie dotyczące wyników analizy pyłkowej z profili Wylezin, Zadybie Stare, Niwa Babicka, Kolonia Jarczew. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Żelechów (637). Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Wysocka H., Rutke J., Śliwiński J., Jagiełło N., 1974 — Karta otworu wiertniczego nr 27, Wola Okrzejska. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Zaborski B., 1925 — O dyluwium zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Prz. Geol.*, 16.
- Zaborski B., 1927 — Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. *Pr. Zakł. Geogr. UW*, 9.
- Żakowa H., 1968 — Karbon dolny. *W: Budowa geologiczna Polski. 1. Stratygrafia. 1. Prekambr i Paleozoik.* Inst. Geol., Warszawa.
- Żarski M., 1989 — Nowe stanowisko interglacjalnego eemskiego w okolicach Dębina. *Kwart. Geol.*, **33**, 2.
- Żarski M., 1990a — Nowe stanowisko gleb kopalnych w Stężycy na tle budowy geologicznej. *Kwart. Geol.*, **34**, 3.
- Żarski M., 1990b — Wyniki badań wieku bezwzględnego metodą TL osadów łądolodu stadiału Warty w okolicach Dębina. *Prz. Geol.*, **38**, 11.
- Żarski M., 1991 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dęblin (674). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żarski M., 1993 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Dęblin (674). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żarski M., 1994 — Zasięg zlodowacenia Liwca (Wieprza) w świetle wyników badań wieku bezwzględnego metodą TL w dolinie środkowej Wisły. *Prz. Geol.*, **42**, 4.
- Żarski M., 1996a — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Kozienice (673). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żarski M., 1996b — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kozienice (673). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Żarski M., 2000 — Czwartorzęd okolic Kozienic, Dębina i Puław. Praca doktorska. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- Żarski M., 2002 — Pleistocene river valleys and ice sheet limits in the Southern Mazovian Lowland, central Poland. *Geol. Quart.*, **46**, 2.
- Żarski M., Słodkowska B., 1991 — Podłoże czwartorzędu w okolicach Ryk i Dębina. *Prz. Geol.*, **39**, 11–12.
- Żelichowski A.M., 1974 — Obszar radomsko-lubelski. *W: Budowa geologiczna Polski. 1. Tektonika. 1. Niż Polski.* Inst. Geol., Warszawa.
- Żelichowski A.M., Kozłowski S. (red.), 1983 — Atlas geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego. Wyd. Geol., Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Żelechów (637)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



Formy lodowcowe

- Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)
- Moreny czołowe akumulacyjne
- Zagłębienia końcowe (wytopiskowe)

Formy utworzone w strefie martwego lodu

- Moreny martwego lodu

Formy wodnolodowcowe

- Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności
- Formy akumulacji szczelinowej
- Kemy
- Tarasy kemowe
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

Formy eoliczne

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych

Formy rzeczne

- Dna dolin rzecznych
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych
- Krawędzie tarasów
- Dolinki w ogólności, nierozdzielone

Formy denudacyjne

- Równiny denudacyjne
- Stożki napływowe
- Długie stoki

Formy jeziorne

- Równiny jeziorne

Formy utworzone przez roślinność

- Równiny torfowe

Formy antropogeniczne

- Piaskownie-żwirownie (PŻ)
- Dna stawów

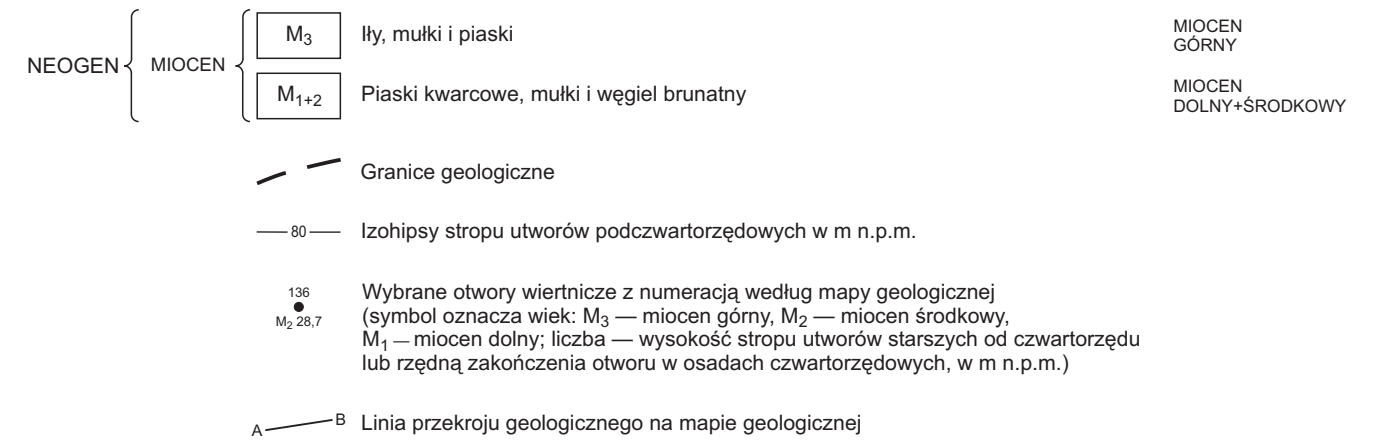
Opracował: M. ŻARSKI



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Żelechów (637)

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000



Opracował: M. ŻARSKI

