

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY**

---

**ZDZISŁAWA SARNACKA**

Główny koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski - **W. SŁOWAŃSKI**

Koordynator regionu Polski centralnej - M.D. BARANIECKA

**OBJAŚNIENIA**  
**DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ**  
**POLSKI**

1:50 000

Arkusz Warka (634)

(z 6 tab. i 8 tabl.)

W A R S Z A W A 1990

---

W Y D A W N I C T W A G E O L O G I C Z N E

Redakto ngr Z. KLIMCZAK – Państwowy Instytut Geologiczny

Akceptował do druku dnia 1986.12.22.

Dyrektor Instytutu Geologicznego

Prof. dr hab. Wacław RYKA

## S P I S T R E Ś C I

I. Wstęp . . . . .	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu . . . . .	9
A. Geomorfologia . . . . .	9
B. Hydrografia . . . . .	16
III. Budowa geologiczna . . . . .	16
A. Stratygrafia . . . . .	16
1. Sylur . . . . .	17
a. Sylur dolny . . . . .	17
2. Karbon . . . . .	17
a. Karbon dolny + górny . . . . .	17
Wizen górny + namur . . . . .	17
3. Perm . . . . .	18
a. Cechsztyń . . . . .	18
4. Trias . . . . .	18
a. Trias dolny (piaskowiec pstry) . . . . .	18
b. Trias środkowy (wapień muszlowy) . . . . .	18
c. Trias górny . . . . .	18
Kajper . . . . .	18
Retyk . . . . .	19
5. Jura . . . . .	19
a. Jura dolna . . . . .	19
b. Jura środkowa . . . . .	19
c. Jura górna . . . . .	19
Oksford + kimeryd . . . . .	19
6. Kreda . . . . .	19
a. Kreda dolna . . . . .	19
b. Kreda górna . . . . .	20
7. Trzeciorzęd . . . . .	20
a. Paleogen . . . . .	21
Eocen . . . . .	21
Oligocen . . . . .	22

b. Neogen . . . . .	22
Miocen . . . . .	22
Pliocen . . . . .	23
8. Czwartorzęd . . . . .	24
a. Plejstocen . . . . .	24
Preplejstocen (preglacjał) . . . . .	24
Interglacjał kromerski . . . . .	27
Zlodowacenie południowopolskie . . . . .	27
Stadiał dolny . . . . .	28
Stadiał górny . . . . .	29
Interglacjał mazowiecki (wiłłki) . . . . .	31
Zlodowacenie łrodkowopolskie . . . . .	36
Stadiał przedmaksymalny . . . . .	36
Stadiał maksymalny . . . . .	36
Interstadiał pilicki . . . . .	38
Stadiał mazowiecko-podlaski . . . . .	38
Interglacjał eemski . . . . .	47
Zlodowacenie północnopolskie . . . . .	48
b. Czwartorzęd nie rozdzielony . . . . .	49
c. Holocen . . . . .	50
B. Rozwój budowy geologicznej . . . . .	52
IV. Charakterystyka surowców mineralnych . . . . .	56
V. Charakterystyka hydrogeologiczna . . . . .	64
VI. Charakterystyka geologiczno-inżynierska . . . . .	67
VII. Podsumowanie . . . . .	69
L i t e r a t u r a . . . . .	72

## I. WSTĘP

Obszar objęty arkuszem Warka położony jest 60 km na południe od Warszawy między  $21^{\circ}00'$  -  $21^{\circ}15'$  długości geograficznej wschodniej oraz między  $51^{\circ}30'$  -  $51^{\circ}40'$  szerokości geograficznej północnej.

Cały obszar arkusza należy administracyjnie do województwa radomskiego. Teren położony na północ od Pilicy to znany warciański obszar ogrodniczo-sadowniczy, a na południu obszar wyłącznie rolniczy. Większe zespoły leśne występują w dolinie Pilicy oraz w południowo-wschodniej i północno-zachodniej części obszaru arkusza. W sąsiedztwie zespołów leśnych nad Pilicą występują tereny rekreacyjno-wypoczynkowe częściowo już zagospodarowane w Warce i Białej Górze głównie przez zakłady pracy.

W czasie realizacji opracowania wykonano wszystkie prace przewidziane w projekcie badań geologicznych (akt zatwierdzenia KOPBG /015/2224/80) zatwierdzonym decyzją CUG w 1980 r.

Prace geologiczne i dokumentacyjne do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Warka wykonywane były w latach 1980-1985. Powierzchnię arkusza udokumentowano 2227 sondami od 1,5 do 5,0 i 10,0 m głębokości. W tym wykorzystano opisy: sond wykonanych od 3,0 do 6,5 m głębokości przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Kielcach na obszarze dokumentacji piasków w Małym Bożu (Z. Lichnowska, 1967) i Białej Górze od 2,0 do 5,5 m głębokości (B. Kwapisz, W. Skórski 1967) następnie sond od 3,3 do 10,0 m głębokości dla Ministerstwa Przemysłu Drobного i Rzemiosła w Warszawie, na obszarze dokumentacji surowców ilastych ceramiki budowlanej w cegielni Warka (J. Karski 1957) i w Gaskach do 7,0 m głębokości przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie (Z. Domańska 1970), oraz opisy sond, szurfów i odkrywek wykonanych od 1,0 do 3,0 m głębokości, które zostały udostępnione jedynie przez K. Grzybowski (1966) jednego z grupy geologów kartujących w

rejonie Warki w ramach prac magisterskich (H. Ruszczyńska-Szenajch 1966b). K. Grzybowski opisał 405 odkrywek, występujących głównie w krawędzi wysoczyzny.

Budowa geologiczna podłoża osadów czwartorzędowych omawianego obszaru arkusza Warka, poza terenem samej Warki jest słabo rozpoznana. Przeważająca ilość istniejących otworów wiertniczych odwierconych przez liczne przedsiębiorstwa (Hydrogeologiczne, Zopatrzenia Rolnictwa w Wodę, Miejskie Zakłady Wodociągów i Kanalizacji, Przedsiębiorstwa Geologiczne i Zakłady Usługowe Budowy Studzien), wykonana została w Warce lub bliskim sąsiedztwie miasta.

Łącznie na badanym obszarze wykonano 60 otworów wiertniczych, z których 45 zamieszczono na opracowanej mapie.

Nr otw. na mapie geol.	Nr otw. na mapie dokument.	Nr otw. na mapie geol.	Nr otw. na mapie dokument.
1	1	24	35
2	2	25	38
3	3	26	40
4	4	27	41
5	5	28	43
6	6	29	42
7	8	30	44
8	9	31	47
9	11	32	46
10	13	33	48
11	15	34	49
12	16	35	50
13	19	36	51
14	22	37	52
15	24	38	53
16	25	39	54
17	27	40	55
18	29	41	56
19	28	42	57
20	31	43	58
21	39	44	59
22	34	45	60
23	32		

<sup>1/</sup> Mapa dokumentacyjna znajduje się w Centralnym Archiwum Geologicznym Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Obszar arkusza Warka znajduje się w południowo-zachodniej części niecki warszawskiej, wypełnionej osadami trzeciorzędowymi i kredowymi.

Znajomość utworów starszych od kredy na tym terenie oparta jest wyłącznie na profilu otworu wiertniczego 34, odwierconego przez Instytut Geologiczny w Michałowie do głębokości 3145,2 m, zakończonego w utworach syluru. Utwory kredowe znane są z 7 otworów wiertniczych: z dwóch wykonanych w Warce, czterech wykonanych przez Zakład geologii Żłóż Węgla Brunatnego Instytutu Geologicznego w południowej części obszaru arkusza Warka oraz z otworu wiertniczego w Białej Górze odwierconego na potrzeby omawianego arkusza.

W celu lepszego rozpoznania osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych Instytut Geologiczny wykonał dodatkowo 6 otworów wiertniczych, w tym jeden z nich wspomniany wyżej osiągnął utwory kredowe, drugi eoceńskie, a pozostałe sięgnęły do podłoża czwartorzędowego (do miocenu i pliocenu). Przed odwierceniem tych otworów wykonano badania geofizyczne, które umożliwiły korektę projektowanej lokalizacji wierceń jak np. otworu wiertniczego 28 (Lechanice), jednego z kluczowych otworów dla rozpoznania budowy geologicznej tego terenu.

Z tych otworów wiertniczych wykonanych dla arkusza Warka pobrano próbki do badań: litologiczno-petrograficznych wykonanych przez K. Rywocką-Kenig (1984) przy udziale K. Radlicza z Zakładu Petrografii i Mineralogii Instytutu Geologicznego, palinologicznych wykonanych przez I. Grabowską i Z. Janczyk-Kopikową, mikro-paleontologicznych wykonanych przez E. Gawor-Biedową z Zakładu Stratygrafii, Tektoniki i Paleogeografii Instytutu Geologicznego, oraz do badań termoluminescencyjnych wykonanych przez W. Stańską-Prószczyńską i M. Prószczyńskiego (1984). Rdzenie uzyskane z wierceń obrotowych z płuczką z zastosowaniem podwójnej rdzeniówki mające zapewnić pełny uzysk rdzenia nie dostarczyły dobrego materiału do badań laboratoryjnych stąd pobrano znacznie mniej próbek niż przewidywano. Próbki pobrano głównie z glin zwałowych i mułków oraz pojedyncze z piasków.

Wyniki uzyskane z badań petrograficzno-litologicznych są zgodne z wynikami badań termoluminescencji odnośnie poziomów glin zwałowych.

Z rejonu Warki istnieje kilka opracowań geologicznych. Ze starszych opracowań należy wymienić opracowanie o stratygrafii dylu-

wium wzdłuż Wisły pomiędzy Warszawą a Dęblinem R. Galona (1937) i prace W. Karaszewskiego (1952a, b) dotyczące stratygrafii utworów czwartorzędowych i występowania lessów podmorenowych w rejonie Warki. Liczne są poza tym prace magistrantów z Katedry Geologii Czwarorzędu Uniwersytetu Warszawskiego: M. Rosłaniec-Chodnikiewicz (1966) K. Grzybowski (1966), K. Rywockiej-Kenig (1966), T. Wysoczańskiego-Minkiewicza (1966). W pracach tych omawiana jest budowa geologiczna i stratygrafia osadów czwartorzędowych z niewielkiego obszaru arkusza Warka położonego wzdłuż lewobrzeżnego odcinka doliny Pilicy. W wyniku prowadzonych badań nad Pilicą ważnym odkryciem było stwierdzenie przez T. Wysoczańskiego-Minkiewicza i K. Rywocką-Kenig w krawędzi wysoczyzny wychodni osadów preglacjalnych, które opisał wcześniej z okolic Wichradza W. Karaszewski (1952a). Osady preglacjalne z rejonu Warki omawia także A. Makowska (1976) przy analizowaniu rozprzestrzenienia osadów preglacjalnych na południowym Mazowszu. Występowanie i genezę osadów preglacjalnych na sąsiadującym od wschodu arkuszu Magnuszew przedstawiła Z. Sarnacka i M. Krysowska-Iwaszkiewicz (1974).

W licznych ogólnych pracach omawiane są okolice Warki pod kątem geomorfologii i stratygrafii osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych (S. Z. Różycki, 1972 i H. Ruszczyńska-Szenajch, 1966 a, b).

Szczegółową analizę środowiska sedymentacji licznych kemów z okolic Warki podaje K. Grzybowski (1970).

Genezę i wiek osadów starszych od syluru do kredy opracowywało szereg geologów, a wyniki zostały podane w szczegółowym opracowaniu pod redakcją A. Żelichowskiego (1983).

Budowa geologiczna i ukształtowanie podłoża czwartorzędu obszaru arkusza Warka znana była dotychczas tylko z Przeglądowej Mapy Geologicznej Polski 1:300 000, arkusz Radom, wydanie A i B, opracowanej przez E. Rühlego (1946, 1947) oraz Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000 arkusz Radom, wydanie A i B opracowanej przez A. Makowską (1968, 1969).

Z sąsiedniego obszaru graniczącego z omawianym terenem od wschodu wydana jest Szczegółowa Mapa Geologiczna w skali 1:50 000 arkusz Magnuszew (Z. Sarnacka, 1980a), a od północy arkusz Góra Kalwaria (Z. Sarnacka, 1966a).

Na arkuszu Warka problematyką surowcową opiniował prof. dr hab. S. Kozłowski, hydrogeologiczną - prof. dr hab. J. Malinowski, geologiczno-inżynierską - mgr W. Łodzińska. Opracowanie specjalne

z zakresu litologii i petrografii osadów czwartorzędowych opinio-  
wał dr J. Rzechowski.

## II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

Obszar arkusza Warka położony jest nad Pilicą, a jej dolina zajmuje środkową część obszaru arkusza. Od północy i południa ogranicza ją wysoczyzna, na powierzchni której występują liczne formy lodowcowe. W dolinie Pilicy wykształciły się tarasy, zachowały się liczne starorzecza oraz utworzyły się wydmy. Najwyżej wzniesione obszary w obrębie arkusza znajdują się w południowej jego części i sięgają 145,0 m n.p.m. Najniżej położony jest obszar doliny Pilicy w jej dolnym biegu (95,0 m n.p.m.).

### A. GEOMORFOLOGIA

W rzeźbie omawianego obszaru wyodrębnia się dolina Pilicy i wysoczyzna (tabl. I).

W obszarze wysoczyzny wyodrębniono formy pochodzenia lodowcowego, wodnolodowcowego, denudacyjnego, a w obszarze doliny Pilicy wyróżniono 3 tarasy nadzalewowe i 2 tarasy zalewowe.

**Formy pochodzenia lodowcowego.** Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°). Wysoczyzna morenowa płaska na obszarze arkusza Warka ogranicza dolinę Pilicy z obydwu stron. Tworzy ona stosunkowo płaską równinę o wysokościach względnych do 2 m. Położona jest ona na wysokości 120,0-140,0 m n.p.m. Na lewym brzegu Pilicy wznosi się ona ponad strumą krawędzią, a na prawym brzegu ogranicza ją łagodna krawędź. Największą powierzchnię wysoczyzna morenowa płaska zajmuje powyżej krawędzi zwłaszcza na lewym brzegu Pilicy.

**Pagórki morenowe** (wysokości względne 5-10 m, nachylenie różne). Występują one w rejonie Starej Warki. Są to pagórki stosunkowo płaskie, o wysokości względnej 5 m, tworzące równoległy wał długości ponad 4 km i szerokości do 1 km. Wał ten wznosi się w bliskim sąsiedztwie wysokiej krawędzi wysoczyzny morenowej.

**Formy utworzone w strefie martwego lodu.** Pagórki morenowe martwego lodu (wysokości względne 2-15 m, nachylenie różne). Wystę-

pują na omawianym obszarze w nielicznych miejscach. Są utworzone na równinie wysoczyzny morenowej na południe od Lasek oraz w Ignacówce, gdzie występują w sąsiedztwie pagórków akumulacji szczelinowej. Omawiane moreny martwego lodu są wysokości kilku do kilkunastu metrów, tworzą wyraźne formy o stromych zboczach jak np. w Ignacówce.

Z a g ł ę b i e n i a p o w s t a ł e p o m a r t w y m l o d z i e. Występują wśród różnych form lodowcowych i w różnych miejscach. Najliczniej utworzyły się one w sąsiedztwie kemów oraz zachowały się na plateau kemowym lub na powierzchni wysoczyzny morenowej. Występowanie ich stwierdzono w Piasecznie na północ od Warki, w Laskach, Karczunku Laskowskim, Cegielniowie, Jeżówku, Wichradzu, Maryninie, Opoźdźwie, Sielcach, Woli Braneckiej, Opalinie, Grabowie nad Pilicą i Małym Bożu. Są to przeważnie niewielkich rozmiarów obniżenia bezodpływowe, wypełnione przez osady bagienno-piaszczyste. Powstały one z wytopienia brył martwego lodu, często z zachowanym reliktywnym jeziorem.

Formy pochodzenia wodnolodowcowego (akumulacyjne i erozyjne). R ó w n i n y w o d n o l o d o w c o w e w o g ó l n o ś c i. Odsłaniają się w łagodnej krawędzi wysoczyzny morenowej po obydwu stronach Pilicy oraz na zboczach wysoczyzny wzdłuż dolin mniejszych rzek. Większe i płaskie powierzchnie równin wodnolodowcowych stwierdzono w Michałowie, Starej Wsi, Duckiej Woli, Bożu, Boskiej Woli, Strzyżynie i Grabowie nad Pilicą.

R ó w n i n y z a s t o i s k o w e wytworzyły się na rozległym obszarze w rejonie Piaseczna, Kaliny, Ostrołęki, Kolonii Warki i Prus. Występują również w Starej Warce, Rytomoczydłach, Ignacówce, Brankowie, Biejkowie, Duckiej Woli, Bożu i w Grabowie nad Pilicą. Można je prześledzić w krawędzi wysoczyzny morenowej po lewej stronie Pilicy od Starej Warki do Biejkowa oraz w krawędzi wysoczyzny w Grabowie nad Pilicą, Bożu i Duckiej Woli. Występują one poza tym w Grabcu, Biskupicach Starych i Bończy. Powierzchnia równin zastoiskowych położona jest na wysokości od 112,5 do 120,0, miejscami do 130,0 m n.p.m.

O z y. W granicach strefy marginalnej lodolodu stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) na arkuszu Warka wyodrębniono tylko jeden oz, który znajduje się po południowej stronie doliny w Zastoczcu. Tworzy on tu równoległą do doliny podłużną formę długość-

ci 1,5 km, szerokości do 350 m położoną na wysokości 130,0 m n.p.m. Oz wykształcił się tu wśród licznych niżej leżących pagórków akumulacji szczelinowej, które w znacznym stopniu zostały nadbudowane w wyniku działania procesów eolicznych. W ich sąsiedztwie zachowało się tu jezioro reliktowe, zaznaczające wraz z występującymi formami najprawdopodobniej przebieg w tym miejscu rynny lodowcowej. Nie jest wykluczone, że ciąg wzgórz od Wichradza po Niemojewice tworzy formę ozową składającą się z kilku części.

Pagórki akumulacji szczelinowej występują na omawianym obszarze dość licznie, tworząc ciągi po obu stronach współczesnych dolin uformowanych po północnej i południowej stronie Pilicy. Są to z reguły pagórki owalne i podłużne, niezbyt rozległe, o wysokości względnej od 5 do 10 m. Położone są one na wysokości 120-140 m n.p.m. Wyznaczają najprawdopodobniej układ i przebieg szczelin lodowcowych, wzdłuż których uformowały się doliny o założeniach rynnowych. Były one wykorzystane później przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone.

Układ pagórków akumulacji szczelinowej wzdłuż dolin rzecznych, pozwala sądzić, że wykształciły się one w tych samych dolinach, które w późniejszym okresie rozciąła Pilica formując swą dolinę. Utworzyły się one w dolinie w Grabinie i Grabowie nad Pilicą, która ma swoje przedłużenie od Winiar po Gąski, następnie w dolinie w Niemojewicach. Występowanie ich stwierdzono również na zboczach doliny w Budach Augustowskich i Augustowie.

Liczne pagórki akumulacji szczelinowej występują w dolinie od Bończy po Ignacówki oraz również wzdłuż doliny w Brzezinkach, Krześniakowie, Karczunku Laskowskim, Rytomoczydłach i Ryszkach.

Kemy na arkuszu Warka utworzyły się w obszarze marginalnym lądolodu stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty). Występują one tu bardzo licznie na powierzchni wysoczyzny morenowej po obu stronach Pilicy w obrębie plateau i tarasów kemowych. Reprezentują wzniesienia o różnych kształtach, przeważnie są to wzgórza owalne o wysokości względnej od 5 do 10 i 20 m. Położone są na wysokości od 120,0 do 145,0 m n.p.m. Tworzą one najwyższe kulminacje terenu. Uformowały się w okolicach Wichradza, Warki, Kaliny, Łasek, Grzegorzewic, Opoźdźewa, Nowej Wsi, Rytomoczydeł, Bończy, Nowej Woli i Duckiej Woli.

Plateau kemowe na obszarze arkusza Warka zajmuje najwyższą i największą powierzchnię strefy marginalnej lądolodu

stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) występująca po obu stronach Pilicy. Na północ od doliny Pilicy plateau kemowe tworzy rozległy poziom od Ostrołęki na wschodzie do Edwardowa, Przydróżka, Opałkowa, Orzechowa i Woli Braneckiej na zachodzie. Po południowej stronie Pilicy plateau kemowe wytworzyło się w Nowej Woli i Nowej Wsi. Plateau kemowe wykracza poza granice arkusza Warka i znane jest na sąsiednich arkuszach Góra Kalwaria i Magnuszew (Z. Sarnacka 1966a, 1980a). Na obszarze arkusza Góra Kalwaria opracowanego przez autorkę w latach 1956-1963 nie wyróżniono kemów i występującego wokół nich plateau kemowego, gdyż wówczas zagadnienia tego typu form były jeszcze mało znane. W rzeźbie terenu formy te zostały rozpoznane znacznie później przy opracowywaniu większego obszaru w tym regionie i omówione szczegółowo w pracy doktorskiej (Z. Sarnacka 1978).

Powierzchnia plateau kemowego w południowej części arkusza położona jest na wysokości 140,0 m n.p.m., a w północnej od 120,0 do 140,0 m n.p.m. Występują na niej licznie kemy oraz zagłębienia po martwym lodzie.

**T a r a s y k e m o w e.** Wytworzyły się jedynie po prawej stronie Pilicy, na obszarze położonym poniżej plateau kemowego. Stanowią one kontynuację tych samych tarasów kemowych dobrze wykształconych na obszarze arkusza Magnuszew sąsiadującego od wschodu z terenem arkusza Warka. Wyższy taras kemowy uformował się w rejonie Nowej Woli, Bud Augustowskich i Nowej Wsi. Położony jest na wysokości 132,5-135,0 m n.p.m. Niższy taras kemowy wytworzył się poniżej wyższego tarasu kemowego. Powierzchnię niższego tarasu kemowego można zaobserwować w Duckiej Woli, Małym Bożu, Budach Augustowskich i Nowej Woli. Położony jest on na wysokości 125,0-130,0 m n.p.m. Na lewym brzegu Pilicy nie udało się wyodrębnić poszczególnych poziomów tarasowych.

**D o l i n y r y n n o w e** o stosunkowo mało zmienionej rzeźbie zachowały się tylko w nielicznych miejscach. Zaliczyć do nich można dolinę na odcinku Grabina, Grabów nad Pilicą, dolinę w Zastoczcu i jej dalszy przebieg na północ w Zastrużu, przez Biskupice do Woli Palczewskiej, następnie od Bończy po Rudawicę i Ignacówkę, oraz w Brzezinach. W dolinach tych obserwuje się liczne przewężenia, a poza tym zachowały się jeszcze do dziś liczne jeziora o bardzo zmiennych głębokościach zwłaszcza w Bończy i Woli Palczewskiej.

Najprawdopodobniej wiele wykształconych na tym obszarze dolin zatraciło charakter dolin rynnowych przez wciągnięcie ich we współczesny odpływ przez rzeki.

K r a w ę d z i e w y s o c z y z n y w granicach obszaru arkusza Warka wykształcone są po obu stronach Pilicy odmiennie. Na lewym brzegu k r a w ę d z wysoczyzny na znacznym odcinku jest s t r o m a, rozcięta jest licznymi wązozami i dolinami dopływów Pilicy, a jej wysokość względna wynosi od 15 do 20 m. Najbardziej stroma jest ona na odcinku od Starej Warki do Niemojewic, gdzie współcześnie w niektórych miejscach podcina ją Pilica.

Po prawej stronie Pilicy k r a w ę d z wysoczyzny jest ł a g o d n a i rozcinają ją liczne strumienie. Jej wysokość względna wynosi 10-15 m. Jest ona w znacznie większym stopniu zdenudowana w porównaniu z wysoczyzną na lewym brzegu Pilicy.

Formy pochodzenia eolicznego. W y d m y na obszarze arkusza Warka są niezbyt liczne. W północnej części terenu, po lewej stronie Pilicy zupełnie ich brak. Występują one natomiast w kilku miejscach na powierzchni najwyższego tarasu nadzalewowego Pilicy w Grabowie nad Pilicą, Czerwoncu i Zakrzewiu. Są to z reguły formy drobne w kształcie wałów, o słabo rozwiniętych ramionach i o wysokości względnej kilku metrów i nieco powyżej.

Liczniej wydmy uformowały się na powierzchni osadów pochodzenia wodnolodowcowego w południowo-wschodniej części terenu arkusza Warka. Niektóre z nich wykształciły się w klasycznych formach jak np. w Nowej Woli, Podogrodziu i Nowej Wsi, przy tym wiele z nich utworzyło się u podstawy form lodowcowych bądź w znacznym stopniu je nadbudowało. Przykładem takich form są wydmy utworzone w strefie dolin w Zastoczcu i Augustowie, gdzie piaski wydmowe zostały nawiane na pagórki akumulacji szczelinowej oraz w Nowej Wsi nadbudujące uformowane tam wcześniej kemy. Wysokości względne wydm dochodzą do 20 m.

R ó w n i n y p i a s k ó w p r z e w i a n y c h. Zajmują rozległe powierzchnie wśród wydm na najwyższym tarasie nadzalewowym Pilicy w Grabowie nad Pilicą, Budach Boskowolskich i Zakrzewiu oraz w sąsiedztwie form wydmowych w Brzozowcu, Modrzewinie, Dąbrówkach, Augustowie i Małym Bożu.

Z a g ł ę b i e n i a d e f l a c y j n e. Utworzyły się na omawianym obszarze w sąsiedztwie wydm w Dąbrówkach, Augustowie i Małym Bożu.

**Formy pochodzenia rzecznego (akumulacyjne i erozyjne).** W obrębie badanego odcinka Pilicy i jej dopływów wykształciły się tarasy nadzalewowe: najwyższy, wyższy i niższy oraz wyższe i niższe tarasy zalewowe.

**D n a d o l i n r z e c z n y c h.** Są to dna dolin dopływów Pilicy, Czarnej, oraz wielu nie nazwanych strumieni osiągających miejscami szerokość do 2 km.

**T a r a s y z a l e w o w e n i ż s z e.** Wytworzyły się fragmentami w dolinie Pilicy wzdłuż współczesnego koryta. Powierzchnia ich położona jest na wysokości 95,0-100,0 m n.p.m.; wznosi się ona 1,5-2,0 m ponad zwierciadło Pilicy. Na tym samym poziomie znajdują się efemeryczne wyspy obecnego koryta Pilicy.

**T a r a s y z a l e w o w e w y ż s z e.** Utworzyły się w dolinie Pilicy po obu stronach rzeki o szerokości 2 km oraz w dolinach jej dopływów. Ich powierzchnia w dolinie Pilicy znajduje się na wysokości 100,0-102,5 m n.p.m. i wznosi się od 2,0 do 3,0 m ponad koryto rzeki. Na powierzchni tych tarasów w wielu miejscach występują liczne starorzecza oraz zachowały się ślady dawnego koryta Pilicy. Tarasy zalewowe występują również w dolinie Czarnej.

**T a r a s y n a d z a l e w o w e n i ż s z e (III).** W dolinie Pilicy zachowały się we fragmentach tylko po prawej stronie Pilicy. Występują one przy krawędzi najwyższego tarasu nadzalewowego w Brzeźcach, Pokrzywnej, Budach Michałowskich, Zatorze, Białej Górze, Budach Grzegorzeczkich, Kępie Niemojewskiej i w Warce oraz w formie ostańców na obszarze wyższego tarasu zalewowego. Powierzchnia niższych tarasów nadzalewowych położona jest na wysokości 100,0-102,0 m n.p.m. Ogranicza je k r a w ę d ź o wysokości względnej 2 m widoczna najwyraźniej w Białej Górze.

**T a r a s y n a d z a l e w o w e w y ż s z e (II).** Zachowały się tylko w Zakrzewiu i Wymysłowie, gdzie zajmują powierzchnię o szerokości kilkuset metrów i około 1,5 km długości. Ograniczone są one tu wyraźną krawędzią o wysokości względnej 2 m. Szerszą powierzchnię tych tarasów stwierdzono na graniczącym od wschodu arkusza Magnuszew (Z. Sarnacka, 1980a). Powierzchnia ich położona jest na wysokości 102,0 m n.p.m.

**T a r a s y n a d z a l e w o w e n a j w y ż s z e (I).** Położone są na wysokości 105,0-115,0 m n.p.m. Znaczną powierzchnię

o szerokości od 2 do 3 km zajmują one po prawej stronie Pilicy. Rozpościerają się od Brzeźców, Pokrzywnej przez Kamień, Zator, Białą Górę, Budy Boskowolskie, Budy Grzegorzecckie, Grabów nad Pilicą, aż po Zakrzew. Ogranicza te tarasy wyraźna krawędź o wysokości względnej od 2 do 5 m. Najbardziej stromą krawędź tych tarasów można zaobserwować w Białej Górze, gdzie współcześnie podcina ją Pilica.

Na lewym brzegu Pilicy tarasy nadzalewowe najwyższe zachowały się tylko we fragmentach u podstawy wysoczyzny morenowej w Warce, Grzegorzewicach, Palczewie i Brankowie. Ze względu na wąską powierzchnię fragmenty te nie zawsze mogły być przedstawione na szkicu. Małe powierzchnie tych tarasów zachowały się poza tym nad Strugą w Woli Palczewskiej, Biskupicach i Palczewie.

S t a r o r z e c z a występują na tarasach nadzalewowych i zalewowych Pilicy. Są to zagłębienia do 3 m głębokości występujące najliczniej na powierzchni tarasów zalewowych Pilicy i u podnóża niższych tarasów nadzalewowych Pilicy. Stwierdzono je w Brankowie, Michałowie, Palczewie, Grzegorzewicach, Kępie Niemojewskiej, Warce i Zakrzewiu.

K r a w ę d z i e t a r a s ó w ograniczają na omawianym odcinku doliny Pilicy najwyższe, wyższe i niższe tarasy nadzalewowe oraz zalewowe. Najwyraźniej zarysowuje się w rzeźbie terenu krawędź tarasów nadzalewowych najwyższych. Można ją zaobserwować najlepiej w Zatorze, Białej Górze, Budach Grzegorzecckich, Wymysłowie i Zakrzewiu, gdzie wysokość względna krawędzi wynosi od 3 do 5 m. Najbardziej stroma jest ona w Białej Górze, gdzie obecnie podcina ją Pilica.

Krawędź niższych i wyższych tarasów nadzalewowych Pilicy wytworzyła się również wyraźnie na odcinku od Zatom do Zakrzewia. Jej wysokość względna wynosi od 2 do 3 m. Podobną wysokość względna ma krawędź tarasów zalewowych wyższych. W wielu miejscach podcina ją Pilica. Niższa od opisanych jest krawędź tarasów zalewowych niższych, o wysokości od 0,5 do 2,0 m. Jest ona stale erodowana przez rzekę.

Formy pochodzenia denudacyjnego. P o k r y w y z b o c z o w e w s t r e f i e a g r a d a c j i. Utworzyły się na zboczach całego niemal odcinka wysoczyzny i w rozcinających ją wąwozach zwłaszcza po lewej stronie Pilicy. Zajmują one względnie małe powierzchnie i przedstawienie ich w skali szkicu wymagałoby

wielokrotnego powiększenia. Zaznaczono je w nielicznych miejscach na zboczach wysoczyzny oraz w wielu wąwozach w Biejkowie, Brankowie, Michałowie, Zastrużu, Lechanicach, Grzegorzewicach, Niemojewicach i Warce.

Stożki napływowe powstały u podnóża wysokiej krawędzi wysoczyzny po lewej stronie Pilicy. Większe z nich występują w Biejkowie, Bończy i Zastrużu. Zajmują one powierzchnię do kilkuset metrów szerokości i długości.

Formy utworzone przez roślinność. Równiny torfowe. Występują licznie w dolinie Pilicy po obydwu jej stronach. Stanowią płaskie obniżenia wypełnione osadami organicznymi o maksymalnej miąższości 1,25 m. Powstały one w starorzeczach doliny Pilicy.

## B. HYDROGRAFIA

Główną arterię wodną na obszarze arkusza Warka stanowi Pilica. Uchodzi do niej Struga z dwoma dopływami i wiele innych bezimiennych dopływów. W północno-zachodniej części terenu płynie Czarna. Uchodzi ona do Wisły poza granicami omawianego obszaru.

Jednym z prawobrzeżnych dopływów Pilicy jest strumień biorący początek w Strzyżynie, przepływający przez Augustów, Budy Boskowskie uchodzący do Pilicy w Warce, następnie strumień płynący od Grabowa nad Pilicą przez Czerwonkę, uchodzący również do Pilicy w Warce. Do większych lewobrzeżnych dopływów należą: Struga odwadniająca teren w okolicach Biskupic uchodząca do Pilicy w Zastrużu, strumień w Bończy oraz w Warce płynący od Prus, mający ujście do Pilicy w Warce.

Poza tym na obszarze arkusza Warka występują liczne w dolinie Pilicy starorzeczca oraz liczne jeziora w szeregu dolinach, a zwłaszcza w Bończy, Zastoczcu i Grabowie nad Pilicą, reprezentujące jeziora reliktowe strefy marginalnej lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego.

## III. BUDOWA GEOLOGICZNA

### A. STRATYGRAFIA

Stratygrafię osadów występujących na arkuszu Warka opracowano na podstawie: analizy 60 profilów otworów wiertniczych zestawio-

nych na przekrojach, wynikach badań litologiczno-petrograficznych, termoluminescencji, palinologicznych i mikropaleontologicznych, a także w wyniku szczegółowego kartowania i obserwacji licznych odkrywek.

Przedmiotem opracowania są utwory czwartorzędowe i w mniejszym zakresie trzeciorzędowe. Podłoże trzeciorzędu znane jest z 8 profilów wierceń (otw. 9, 14, 31, 34, 41, 42, 44, 45). W jednym tylko otworze wiertniczym wykonanym w Michałowie nawiercono osady starsze od kredy (otw. 34). Otwór wiertniczy zakończono na głębokości 3145,2 m, w utworach sylurskich. Profil tego otworu wiertniczego jest szczegółowo opracowany przez geologów z Instytutu Geologicznego, a mianowicie: osady syluru i dewonu - E. Tomczyk i H. Tomczyk; karbonu - A. M. Żelichowski, R. Chlebowski, I. Grotek, H. Kmiecik, W. Kowalski, S. Woszczyńska; permu - J. Pokorski, R. Wagner; triasu - M. Franczyk, J. Gajewska, O. Styk, A. Szyperko-Teller; jury - T. Niemczycka, W. Bielecka, M. Franczyk; kredy - S. Marek, J. Szejn, A. Krassowska, E. Witwicka. Stratygrafię i opis osadów starszych od kredy (do syluru) podano według profilu (tabl. IV) opublikowanego przez wyżej wymienionych autorów (A. M. Żelichowski, 1983; S. Marek, 1980).

## 1. S y l u r

### a. S y l u r g ó r n y

I ł o w c e -  $S_p$ . Są to iłowce szarozielone z licznymi graptolitami. Miąższość ich wynosi 405,2 m. W profilu otworu wiertniczego 34 osady te nie zostały przewiercone do głębokości 2740,0-3145,2 m. Reprezentują one osady podlasia.

## 2. K a r b o n

### a. K a r b o n d o l n y + g ó r n y

#### Wizen górny + namur

I ł o w c e, m u ł o w c e, p i a s k o w c e, w a p i e n i e i m a r g l e -  $C_{wi3+n}$ . Są to mułowce i iłowce czarne, wapniste przewarstwiane piaskowcami z licznymi wkładkami margli i wapieni marglistych. W otworze wiertniczym 34 reprezentują one osady formacji Huczwy i Terebini. Nawiercono je na głębokości 2428,0-2740,0 m. Ich miąższość wynosi 312,0 m. Przynależą one do utworów wizenu górnego i namuru A.

## 3. P e r m

## Cechsztyń

D o l o m i t y i a n h y d r y t y - P<sub>3</sub>. Utwory te nawiercono na głębokości 2271,0-2428,0 m. Ich miąższość wynosi 154 m. Reprezentują osady cechsztyńskie wykształcone w dolnej części w postaci dolomitów kruszczośnych o miąższości 10 m, na których zalegają anhydryty o miąższości 104 m. Nad anhydrytami leżą dolomity drobnokrystaliczne o miąższości 40 m.

## 4. T r i a s

Trias na obszarze arkusza Warka reprezentowany jest przez utwory triasu dolnego, środkowego i górnego.

## a. T r i a s d o l n y ( p i a s k o w i e c p s t r y)

## Piaskowiec pstry dolny

I ł o w c e, p i a s k o w c e, m u ł o w c e i z l e p i e ń c e - T<sub>1</sub>. Osady te w otworze wiertniczym 34 osiągają miąższość 223,5 m. Nawiercono je na głębokości 2047,5-2271,0 m. Są to piaskowce drobnoziarniste, kwarcowe o spoiwie ilastym i krzemionkowo-wapiennym z warstwami mułowców i iłowców czerwonych i szarych oraz zlepieńców.

## b. T r i a s ś r o d k o w y ( w a p i e ń m u s z l o w y)

W a p i e n i e, m a r g l e i m u ł o w c e - T<sub>2</sub>. Utwory wapienia muszlowego na obszarze arkusza Warka wykształcone są w postaci wapieni organodetrytycznych, krystalicznych, z liczną fauną, z warstwami margli, mułowców, iłowców i zlepieńców. Nawiercono je w otworze wiertniczym 34 na głębokości 1980,0-2047,5 m. Ich miąższość wynosi 67,5 m.

## c. T r i a s g ó r n y

Osady triasu górnego reprezentowane są w otworze wiertniczym 34 przez utwory kajpru i retyku.

## Kajper

P i a s k o w c e i i ł o w c e - T<sub>k</sub>. Są to piaskowce drobnoziarniste, kwarcowe, o spoiwie ilasto-wapiennym z wkładkami iłowców pstrych. Miąższość ich wynosi 61,0 m. Występują one w otworze wiertniczym 34 na głębokości 1919,0-1980,0 m.

## Retyk

Iłowce, mułowce i piaskowce -  $T_{re}$ . Są to naprzemianległe warstwy iłowców i mułowców pstrych oraz piaskowców jasnoszarych z wkładkami mułowców. Miąższość całej serii w otworze wiertniczym 34 wynosi 148,0 m, gdzie nawiercone zostały na głębokości 1771,0-1919,0 m. Leżą bezpośrednio na utworach kajpru.

## 5. J u r a

W otworze wiertniczym 34 występują utwory jury dolnej, środkowej i górnej. Łącznie miąższość osadów jury wynosi 584 m.

### a. J u r a d o l n a (l i a s)

Iłowce i mułowce -  $J_1$ , osiągają w otworze wiertniczym 34 miąższość 66 m. Występują na głębokości 1705,0-1771,0 m. Są to jasnoszare i ciemnoszare iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców pyłowatych i drobnoziarnistych. Spotyka się w nich konkrekcje syderytowe. Utwory jury dolnej (liasu) reprezentują utwory toarsu; warstwy liwieckie, olsztyńskie i ciechocińskie.

### b. J u r a ś r o d k o w a

Wapienie, iłowce i zlepieńce z syderytami -  $J_2$ . Są to głównie wapienie krynoidowe, brązowozółte z wkładkami iłowców i zlepieńców z syderytami dolomitycznymi. Miąższość ich w otworze wiertniczym 34 wynosi 66 m. Występują one na głębokości 1639,0-1705,0 m.

### c. J u r a g ó r n a

#### Oksford + kimeryd

Wapienie i margle -  $J_{o+km}$ . Są to wapienie krystaliczne oolitowe, pelitowe, detrytyczne i organodetrytyczne z wkładkami margli ciemnoszarych. Miąższość ich wynosi 452 m. Nawiercono je na głębokości 1187,0-1639,0 m. Reprezentują oksford i kimeryd.

## 6. K r e d a

### a. K r e d a d o l n a

Wapienie, margle, piaskowce, mułowce i piaski -  $Cr_1$ . Są to utwory walanżynu, hoterywu,

barremu-albu środkowego wykształcone w postaci wapieni, margli piaszczystych glaukonitowych i oolitowych, margli organodetrytycznych, piaskowców wapienno-syderyticznych, oolitowych, mułowców i piasków kwarcowo-glaukonitowych. Występują one w otworze wiertniczym 34 na głębokości 1129,0-1187,0 m; ich miąższość wynosi 58 m.

#### b. Kreda górna

Mułowce, piaskowce, gezy, margle i wapienie - Cr<sub>3</sub>. Utwory te w profilu wiertniczym 34 reprezentują alb górny i wszystkie piętra kredy górnej od cenomanu do mastrychtu. W albie górnym są to margle piaszczyste z glaukonitem i konkrecjami fosforytowymi, a piętra od cenomanu do mastrychtu reprezentowane są przez wapienie margliste, piaszczyste z glaukonitem i konkrecjami fosforytowymi, wapienie inoceramowe z krzemieniami, wapienie twarde, wapienie pelitowe z czertami, margle, kredę piszącą, opoki i gezy. Nawiercono je na głębokości 150,0-1129,0 m. Miąższość ich wynosi 979 m. Strop utworów górnego mastrychtu stwierdzono ponadto (oprócz otw. 34) w otworach wiertniczych w południowej części obszaru arkusza Warka, a mianowicie w Brzeźcach (otw. 41), Niedabyłu (otw. 42), Nowej Wsi (otw. 44) i Budach Augustowskich (otw. 45), Nawiercono został również w Warce (otw. 9, 14), a także stwierdzony przez autorkę omawianego arkusza w Białej Górze. Stropowe warstwy górnego mastrychtu reprezentowane są w tych otworach przez margle, opoki i gezy. Przynależność ich do górnego mastrychtu określiła na podstawie badań mikropaleontologicznych z 4 otworów wiertniczych wykonanych przez Zakład Żył Węgla Brunatnych M. D. Giel (1971), a E. Gawor-Biedowa (1984) wyraziła tę opinię na podstawie profilu otworu wiertniczego w Białej Górze (otw. 31). Autorka ta w osadach z Białej Góry stwierdziła występowanie: Bolivinoidea laevigatus Marie, Ammodiscus cretaceus (Reuss), Nodosaria sp., Gavelinella cf. ekblomi (Brotzen), Gyrogonia sp., kolce jeżowców, Gastropoda sp., igły gąbek, zęby i kręgi ryb, Globigerinelloidea asperus (Ehrenberg), koprolity. Powierzchnia stropu osadów górnego mastrychtu obniża się z zachodu ku wschodowi, a także z południa ku północy.

#### 7. Trzeciorzęd

Utwory trzeciorzędowe na obszarze arkusza Warka reprezentowane są przez osady paleogenu i neogenu.

## a. P a l e o g e n

## Eocen

Mułki i piaski pyłowate - mpy E. Utwory te rozpoznano na obszarze arkusza Warka po raz pierwszy. Przynależność ich do eocenu określiła I. Grabowska (1984) z Zakładu Stratygrafii, Paleogeografii i Tektoniki Instytutu Geologicznego.

W wyniku badań palinologicznych i planktonowych I. Grabowska określiła je jako typowe osady morskie z okresu eocen dolny-eocen środkowy. Występowanie osadów eocenu zostało stwierdzone tylko w 2 otworach wiertniczych odwierconych w dolinie Pilicy w odległości 2 km jeden od drugiego, a mianowicie w Lechanicach (otw. 28) na głębokości 117,9-118,0 m, o miąższości zaledwie 10 cm, gdzie są to mułki piaszczyste zbite, zielone i w Białej Górze (otw. 31) na głębokości 126,0-128,0 m, gdzie eocen reprezentowany jest przez piaski pyłowate, zbite ciemno-szarozielone o miąższości 4 m, zalegające na utworach mastrychtu górnego. Strop osadów eoceńskich położony jest na wysokości 12,9-15,0 m poniżej poziomu morza.

W Białej Górze (otw. 31) I. Grabowska stwierdziła w utworach z tego okresu dużą ilość fitoplanktonu z Dinoflagellatae z zespołem: Wetzeliella solida, Cordosphaeridium inodes, Homotryblium tenuispinosus, Glaphyrocysta pastielsi, Achamosphaera ramulifera, Achamosphaera reniformae, Tectatodinium. Wśród pyłku roślin nagosiennych I. Grabowska stwierdziła 8-14% Inaperturopollenites i form podobnych i około 8% Pityosporites. Wśród roślin okrytonasiennych, wiatropylnych: Cupuliferoipollenites pusillus (12-29%), Cupuliferoipollenites oviformis (13-21%), Tricolporopollenites cingulum fusus (2-5%), Tricolpopollenites liblarensis liblarensis (4-7%), Tricolpopollenites liblarensis fallax (2-4%). Oprócz wyżej wymienionych taksonów pojedynczo lub w znikomej ilości występują sporomorfy starszego trzeciorzędu jak: Labrapollis globosus, Labrapollis Labraferus, Pentaporites, Polycolpites cf. viesensis, Aglacreidia sp., Tetracolporopollenites oblongus, Tricolporopollenites cf. mansfeldensis, Tripoporopollenites palacobetuloides oraz grupa ziarn pyłku Normapolles (5,5-7,5%) wśród których występowały gatunki Thomsonipollis magnificus i Thomsonipollis magnificoides.

W osadach eoceńskich w profilu Lechanice (otw. 28) I. Grabowska znalazła spory, ziarna pyłku oraz plankton, występujące w niewielkiej ilości. Wysoki procent pyłku Pityosporites - do 36% oraz

nie przekraczający 3% udział pozostałych gatunków z wyjątkiem Cupuliferoipollenites pusillus świadczą, że te mikroskamieniałości roślinne były osadzone dość daleko od brzegu. Poza tym ogólny obraz zespołu nie odbiegał od zespołu dolno-środkowoeoceńskiego w otworze wiertniczym 31 w Białej Górze. Znalezione sporomorfy jak również plankton były bardzo zniszczone i porozrywane, ze śladami działalności bakterii. Obcymi elementami w tym zespole były spory kredowe i ziarna pyłku Classopollis co świadczy o tym, że materiał był trochę przemieszany.

#### Oligocen

P i a s k i, ż w i r y i m u ł k i p i a s z c z y s t e  
- p<sub>Ol</sub>. Utwory oligoceńskie na obszarze arkusza Warka nawiercono w 9 otworach wiertniczych (otw. 9, 14, 28, 31, 34, 41, 42, 43, 44, 45). Są to osady morskie ze środkowego oligocenu (I. Grabowska, 1984) reprezentowane przez piaski, mułki, iły i żwiry. Zazwyczaj są to piaski kwarcowe, średnioziarniste z warstwami piasków drobnoziarnistych i pyłowatych, miejscami z soczewkami żwirów kwarcowych. Mułki są przeważnie ilaste, szare i zielonoszare, z wkładkami iłów piaszczystych. Osady te występują w południowej części terenu - od Brzeźców po Budy Augustowskie - na głębokości 61,4 - 92,5 m, a w północnej części występują znacznie głębiej. W Warce występują na głębokości 134,0 m (otw. 14) i 162,0 m (otw. 9). Strop ich leży w południowej części terenu od 35,5 do 51,6 m n.p.m., gdy w północnej znajduje się na wysokości 16,0-40,3 m poniżej poziomu morza. Obniża się więc ku północy od 50 do 100 m na przeszczeniu 16 km. Miąższość ich wynosi od 23,3 m (otw. 41) do 60,0 m (otw. 14).

#### b. N e o g e n

##### Miocen

P i a s k i, i ł y i w ę g i e l b r u n a t n y - p<sub>M</sub>. Utwory te występują w tych samych otworach wiertniczych, w których nawiercono osady oligoceńskie (otw. 9, 14, 28, 31, 34, 41, 42, 43, 44, 45). Są to zazwyczaj piaski bardzo drobnoziarniste i drobnoziarniste, kwarcowe, szare, z warstwami piasków brunatnych i iłów piaszczystych, z pyłem węgla brunatnego i wkładkami węgla brunatnego oraz węgiel brunatny tworzący jeden lub dwa pokłady nieciągłe. Pokład występujący w stropie osadów miocennskich posiada miąższość od 2,4 m (otw. 41) do 8,0 m (otw. 9), a pokład występujący w spagu od 2,0 m (otw. 14) do 2,6 m (otw. 42).

Osady mioceńskie nawiercone są w południowej części terenu stosunkowo wysoko bo już na głębokości 35,3-42,0 m od powierzchni, gdy w północnej części występują dopiero na głębokości 71,0-72,0 m (otw. 9, 14). W Lechanicach utwory mioceńskie są erozyjnie usunięte w związku z tym w dnie doliny na głębokości 113,0 m od powierzchni nawiercono bezpośrednio utwory oligocenu o miąższości zaledwie 4,6 m.

Analogicznie jak w oligocenie strop osadów mioceńskich obniża się z południa ku północy od wysokości 93,0-97,2 m n.p.m. w Niedabyli i Budach Augustowskich (otw. 42 - 45), do 46,7-49,7 m n.p.m. (otw. 9, 14) w Warce, ale już nie schodzi poniżej poziomu morza. Miąższość osadów mioceńskich waha się w granicach od 20,4 m w Brzeźcach i Nowej Wsi (otw. 41, 44) do 90,0 m w Warce (otw. 9).

#### Pliocen

I ł y i p i a s k i - <sub>ip</sub><sup>Pl.</sup> Osady te na arkuszu Warka nawiercone zostały w 28 otworach wiertniczych na 60 wszystkich wykonanych dotychczas wierceń. Tylko w 7 otworach wiertniczych osiągnięto ich spąg. Miąższość ich w południowej części terenu wynosi zaledwie od kilku metrów (otw. 42) do kilkunastu metrów (otw. 41). W wielu miejscach zupełnie ich brak, czego przykładem są profile w Lechanicach (otw. 28), Bożu (otw. 39) i Nowej Wsi (otw. 44), gdzie z uwagi na rozcięcie i uformowanie w tych miejscach kopalnych dolin, zachowała się tylko ich część spągowa. Największą miąższość utworów plioceńskich (48,0 m) stwierdzono w okolicach Warki na terenie browaru.

Strop osadów plioceńskich reprezentowanych w przeważającej części profilu przez łył zwięzłe pstre z nielicznymi warstwami mułków i piasków znajduje się na wysokościach od 67,5 w Warce (otw. 12) do 112,0 m n.p.m. w Dębówce (otw. 26). łył są zwięzłe, tłuste, szarozielone i szarobrunatne, w licznych miejscach barwy pstrej. Przeławiczone są one miejscami mułkami piaszczystymi szarozielonymi i szarymi, wśród których występują cienkie warstwy piasków drobnoziarnistych i pyłowatych.

Najmniej zmieniona powierzchnia osadów plioceńskich zachowała się w Dębówce, Nowej Woli i Grabowie nad Pilicą oraz w strefie od Białej Góry po Niedabył. Ukształtowanie powierzchni stropowej osadów plioceńskich jest przedstawione w głównych zarysach na szkicu geologicznym odkrytym (tabl. III).

## 8. C z w a r t o r z e d

## a. P l e j s t o c e n

## Preplejstocen (preglacjał)

Mułki (m) oraz piaski ze żwirami rzeczne (ppż) -  $\frac{f_0}{m_{pp}}$ . Utwory z tego okresu stwierdzono w południowo-wschodniej części arkusza w Budach Augustowskich (otw. 45), Nowej Woli (otw. 37) i w Grabowie nad Pilicą (otw. 32, 35). Występują one na stosunkowo wysoko położonej, mało zmienionej powierzchni osadów pliocenkich. Znane jest ich występowanie aż do granic arkusza Warka oraz na sąsiadującym od wschodu arkusza Magnuszew w Jasieńcu, Łekawicy i Grabowie Nowym, a także w Hornigach i Drwalewie, na obszarze arkusza Góra Kalwaria graniczącego od północy z arkuszem Warka (tabl. II). Utwory te zostały szczegółowo opracowane przez Z. Sarnacką i M. Krysovską-Iwaszkiewicz (1974).

Na północ od Grabowa nad Pilicą osady preglacjalne rozcięta Pilica formując swą dolinę zarówno w okresie interglacjalu kromerskiego, jak i w interglacjale mazowieckim (wielkim). W wyniku erozji Pilicy po jej północnej stronie osady preglacjalne zachowały się tylko w Laskach (otw. 8) i w Wichradzu (otw. 19), rozpoznane w tej ostatniej miejscowości znacznie wcześniej przez W. Karaszewskiego (1952a). Spąg utworów preglacjalnych występujących w Laskach i Wichradzu położony jest analogicznie jak w Hornigach (ark. Magnuszew) na wysokości 85,5 m n.p.m.

W profilach omawianych otworów wiertniczych na obszarze arkusza Warka preglacjał reprezentowany jest przez dwa cykle osadów - dolny i górny. Każdy z tych cykli wykształcony jest w spągu przez piaski gruboziarniste z domieszką żwirów kwarcowo-krzemienych, przechodzące ku stropowi w coraz bardziej drobnoziarniste piaski z mułkami w stropie, zawierające kawałki drewna i w minimalnych ilościach detrytus roślinny. Miąższość piasków dolnego cyklu wynosi od 6,5 m (Laski) do 7,9 m (Budy Augustowskie), a mułków od 0,2 (otw. 45) do 5,5 m (otw. 35). Piaski drugiego cyklu osiągają miąższość od 3,5 (Grabów nad Pilicą, otw. 35) do 12,0 m (Laski, otw. 8), a mułki 6,0 m (Laski, otw. 8). Łącznie miąższość osadów preglacjalnych wynosi od 17,9 m w Budach Augustowskich (otw. 45) do 24,5 m w Laskach (otw. 8).

Spąg osadów preglacjalnych położony jest najwyżej w południowo-wschodniej części arkusza, na wysokości 97,0-104,5 m n.p.m.

(Budy Augustowskie - otw. 45; Nowa Wola - otw. 57; Grabów nad Pilicą - otw. 32, 35). Ku północy i wschodowi powierzchnia spągowa osadów preglacjalnych wyraźnie obniża się. W Laskach (otw. 8) znajduje się ona na wysokości 85,5 m n.p.m., a w Wichradzu (otw. 19) położona jest poniżej 92,1 m, gdyż spąg osadów preglacjalnych w tym otworze nie został osiągnięty.

Osady preglacjalne znane są również na obszarze arkusza Warka z wychodni w krawędzi wysoczyzny w południowo-zachodniej części omawianego terenu na odcinku Biejków-Michałów Górny. Zostały one tu rozpoznane w okolicy Biejkowa przez T. Wysoczańskiego-Minkiewicza (1966) i K. Rywocką-Kenig (1966) w Michałowie podczas wykonywania na tym terenie prac magisterskich.

Na osady preglacjalne odsłaniające się w krawędzi wysoczyzny w Michałowie składają się piaski i mułki piaszczyste i ilaste o miąższości zaobserwowanej w odkrywcę do 3,0 m. Mułki są bardzo zbite, silnie skompromowane. Spąg ich w otworze wiertniczym wykonanym przez Instytut Geologiczny poniżej odkrywki za pomocą wiertnicy mechanicznej do głębokości 3,0 m nie został osiągnięty; występują one tu na wysokości 115,0-120,0 m n.p.m. Z osadów odsłaniających się w krawędzi wysoczyzny w Michałowie zostały wykonane szczegółowe badania litologiczno-petrograficzne utworów preglacjalnych. Badania te wykonała K. Rywocka-Kenig (1984) z Zakładu Petrografii i Mineralogii Instytutu Geologicznego.

K. Rywocka-Kenig stwierdziła w nich dwudzielność litologiczną. Wyróżniła ona część dolną i górną. Część dolna o miąższości od 2,0 do 3,0 m reprezentowana jest w spągu przez piaski średnioziarniste i drobnoziarniste, zailone, szarozółte, przechodzące wyżej bez wyraźnej granicy w mułki piaszczyste i ilaste, szarozółte z żółtymi plamami. Osady te nie reagują z HCl.

Z analizy frakcji lekkiej (K. Rywocka-Kenig 1984) wynika, że osady dolnej części składają się głównie z kwarcu. Zawierają one przy tym ziarna skaleni i skał krystalicznych od 7 do 16%. Agregaty żelaziste i wapniste występują w nich w znikomych ilościach.

Z obtoczenia ziarn kwarcu zbadanych metodą fotograficzną we frakcji 0,5-1,0 mm wynika, że dominują w nich ziarna częściowo obtoczone, a ziarna obtoczone są liczniejsze od kanciastych. Ich współczynnik R wynosi 0,8-0,92. Ziarna kwarcu są matowe, najczęściej półprzezroczyste i mleczne.

W składzie mineralnym frakcji ciężkiej (0,1-0,25 mm) omawianych osadów K. Radlicz stwierdził, że główne miejsce zajmuje tur-

malin - maksymalnie do 36,5%, następnie staurolit - 18,5% oraz rutyl - do 13,1%. Dysten i epidot występują średnio poniżej 10%. Brak jest amfiboli. Stwierdzono więc, że w największej ilości znajdują się minerały odporne na wietrzenie i wytrzymujące długi transport.

Część górna osadów preglacjalnych reprezentowana jest głównie przez mułki bez domieszek frakcji piaszczystych. Są to osady warstwowane, w licznych miejscach zaburzone, w których zaobserwowano zaburzenia w postaci fałdu obalonego. Warstwowanie podkreślone jest w nich zażelazieniem. Osady tej części są barwy żółtej lub jasnożółtej, bezwapienne i zdaniem K. Rywockiej-Kenig złożone zostały przez zawieszinę typu pelagicznego. Skład mineralny frakcji lekkiej wskazuje na zmianę warunków sedymentacji osadów warstwy głównej, chociaż jak podaje K. Rywocka-Kenig mogą to być zmiany wtórne, postsedymentacyjne. Mianowicie w tej warstwie górnej nastąpiło ogromne wzbogacenie w agregaty żelaziste. Nie ma w osadach tej warstwy ziarn skaleni ani wapieni. Ziarna kwarcu są źle obtoczone, występują w proporcjonalnie mniejszej ilości, przy tym są głównie matowe. Ziarna kapciaste przeważają nad obtoczonymi (oprócz warstwy stropowej). Współczynnik obtoczenia wynosi 1.

Frakcja ciężka mułków warstwy górnej składa się głównie z tlenków żelaza - 87,2%, magnetytu 6% i ilmenitu 1,0%. W małych ilościach występuje też biotyt i chloryt po około 3%. Przeważająca część tlenków żelaza tworzy naskorupienia konkrecyjne rdzawe i czarnordzawe. Występują też zlimonityzowane szczątki roślin i otwornic. Taki zespół mineralny wskazuje na zachodzące współcześnie wtórne procesy glebowe o czym właśnie mówią liczne skupienia żelaziste, będące utworem młodej cementacji żelazistej. Uzyskane wyniki z osadów preglacjalnych odsianających się w krawędzi wysoczyzny w Michałowie potwierdzają przynależność ich do preglacjału.

Strop osadów preglacjalnych na obszarze arkusza Warka położony jest na wysokości od 105,0 (Wichradz, Laski) do 115,0-119,5 m n.p.m. (Budy Augustowskie, Nowa Wola). Powierzchnia stropowa obniża się z południa ku północy i ku wschodowi. Ma ona charakter powierzchni erozyjnej.

Występujące na obszarze arkusza Warka utwory preglacjalne reprezentują najprawdopodobniej północną część stożka kozienickiego, którego osady omawiane były przez licznych geologów. Reprezentują one serię utworów Łękawicy szczegółowo opisaną i zbadaną przez autorkę (Z. Sarnacka, M. Krysowska-Iwaszkiewicz, 1974).

Z okolic Kozienic opisał je E. Röhle (1952). W sąsiedztwie omawianego obszaru osady preglacjalne zostały opisane przez E. Ciuka i E. Röhlego pod Białostrzegami nad Pilicą (1952), następnie nad Pilicą przez H. Ruszczyńską-Szenajch (1966a, b), z rejonu Cetenia przez A. Makowską (1976), z dorzecza środkowej Wisły przez B. Kosmowską-Ceranowicz (1966), A. Makowską, J. E. Mojskiego, J. Rzechowskiego (1968), Z. Sarnacką (1966b), Z. Sarnacką i M. Krysovską-Iwaszkiewicz (1974) szczegółowo zbadane z okolic Hornig, Magnuszewa, Łękawicy, Jasieńca i Grabowa Nowego oraz z obszaru doliny Wisły przez Z. Sarnacką (1978) zarówno po lewej, jak i prawej jej stronie, a także z okolic Grójca (M. D. Baraniecka, 1980) i Piaseczna (Z. Sarnacka, 1982). W osadach preglacjalnych stwierdzonych na obszarze arkusza Warka z braku osadów zawierających florę nie wykonywano badań palinologicznych tych osadów, i trudne jest stąd nawiązanie ich z wielocyklicznymi osadami z rejonu Otwocka występującymi w Ponurzycy (M. D. Baraniecka, 1975). Wydaje się jednak bardzo prawdopodobne, że reprezentują one w odniesieniu do Otwocka serię osadów przepływo-rzecznych obszaru wysocznego.

#### Interglacja kromerski

P i a s k i z e ż w i r a m i, r z e c z n e -  $f_{p}^{Q} 1-2$ .  
Do utworów rzecznych interglacjału kromerskiego na obszarze arkusza Warka zaliczono tylko twory występujące w dnie kopalnej doliny w Lechanicach (otw. 28) przebiegającej równolegle do obecnej doliny Pilicy, prawdopodobnie od Sielc, przez Bończe, Zastruże, Lechanice, Kępę Niemojewską w kierunku Zakrzewa.

Dolinę tę wypełniają w dolnej części piaski ze żwirami i głazikami tworzące bruk, przechodzące wyżej w piaski różnoziarniste i średnioziarniste o miąższości 71,0 m. Dno jej znajduje się na wysokości 0,8 m poniżej poziomu morza. Przebieg w tym miejscu w podłożu kopalnej doliny sugerowała już wcześniej A. Makowska (1968) ale nie tak głębokiej, bo tylko do wysokości 40,0 m n.p.m. z prawobrzeżnym dopływem z pod Boskiej Woli.

#### Złodowacenie południowopolskie

Osady złodowacenia południowopolskiego na obszarze arkusza Warka reprezentowane są przypuszczalnie przez dwa poziomy glin zwałowych, pochodzące z okresu dwóch stadiałów. Rozdzielone są one osadami zastoiskowymi z okresu transgresji lądolodu górnego stadiału.

## Stadiał dolny

G l i n y z w a ł o w e -  $\frac{g_{Op}^1}{g_{Op}^2}$ . Do glin zwałowych pochodzących z okresu stadiału dolnego zaliczono gliny zwałowe występujące w dwóch profilach otworów wiertniczych: w Lechanicach (otw. 28) i Gołębiowie (otw. 1). Miąższość ich jest niewielka, wynosi od 0,5 m (otw. 28) do 1,8 m (otw. 1). Gliny zwałowe z tego okresu zachowały się wyłącznie w dolinach, gdzie ich spąg znajduje się na wysokości 63,0-73,0 m n.p.m.

Badania litologiczno-petrograficzne glin zwałowych stadiału dolnego zlodowacenia południowopolskiego z profilów Lechanice (otw. 28) i Gołębiowo (otw. 1) wykonała K. Rywocka-Kenig (1984). Są to w obydwu profilach gliny zwałowe piaszczysto-mułkowe, zawierające fragmenty iłów pstrych. W składzie petrograficznym zwirow glin zwałowych z Gołębiowa przeważają ziarna krystaliczne nad wapieniami skandynawskimi. Współczynniki petrograficzne mają wartość: O/K-0,97, K/W-1,22 i A/B-0,84. We frakcji lekkiej duży jest udział skał krystalicznych i skaleni (22,7%). Wśród ziarn kwarcu przeważają ziarna obtoczone nad kanciastymi. Współczynnik obtoczenia R wynosi 0,91. Wapnistość gliny jest rzędu 6%.

W Lechanicach ze względu na małą zawartość frakcji zwirowej oraz zwietrzenie osadu K. Rywocka-Kenig nie określiła współczynników petrograficznych. Mały udział wapieni skandynawskich przy braku wapieni lokalnych (najprawdopodobniej wtórnym), sugeruje postępujące procesy wietrzenia. Potwierdzają je zdaniem K. Rywockiej-Kenig dodatkowo znaczne ilości kwarcu pochodzącego z dezintegracji skał krystalicznych. Wśród skał lokalnych stwierdzono wyraźny udział krzemieni.

W składzie mineralnym frakcji 1,0-0,5 mm oprócz dominującego kwarcu występowały skaleni i fragmenty skał krystalicznych oraz w mniejszej ilości ziarna wapieni skandynawskich. W ziarnach kwarcu przeważają ziarna częściowo obtoczone oraz kanciaste nad obtoczonymi. Współczynnik obtoczenia wynosi 1,09-1,21. Gliny zwałowe z Lechanic wykazują niższy stopień wapnistości w porównaniu z glinami zwałowymi z Gołębiowa bo około 3% - co jest spowodowane wypłukiwaniem węglanów. K. Rywocka-Kenig (1984) na podstawie uzyskanych wyników podaje, że poziom glin zwałowych z Gołębiowa jest bardziej reprezentatywny niż w Lechanicach i można go korelować ze środkowym stadiałem zlodowacenia południowopolskiego. Podobny poziom znany jest w najbliższej okolicy w profilu Dobiesz koło Góry Kalwarii (Z. Sarnacka, 1978).

Wyniki badań termoluminescencji wykonane przez W. Stańską-Prószyską i M. Prószyńskiego (1984) określają wiek dla tego poziomu glin zwałowych z Gołębiowa na 319 500 lat.

#### Stadiał górny

Iły i mułki warwowe oraz piaski zastoiszkowe -  $b_{1p}^{Q2}$ . Do utworów tych na obszarze arkusza Warka zaliczono osady zastoiszkowe w Gołębiowie (otw. 1) i przy wschodniej granicy arkusza na północ od Lasek, gdzie ich występowanie dokumentuje profil otworu wiertniczego w Hornigach (przekrój geologiczny C-D na arkuszu Góra Kalwaria - Z. Sarnacka, 1978). Są to iły i mułki warwowe z wkładkami piasków pyłowych zawierające w licznych miejscach florę. Miąższość ich w Gołębiowie wynosi 16,4 m, a spąg znajduje się na wysokości 74,8 m n.p.m. W Hornigach mają one zaledwie 1 m miąższości i rozdzielają dwa poziomy glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego. Z mułków i iłów zastoiszkowych z Gołębiowa zawierających na głębokości 41,8-42,8 i 42,8-42,5 m sieczkę roślinną zostały wykonane przez Z. Janczyk-Kopikową (1984) szczegółowe badania palinologiczne. Badania mułków wykazały, że zawierają one liczne sporomorfy (tab. 1).

T a b e l a 1

Wyniki analizy palinologicznej osadów zastoiszkowych  
z Gołębiowa (otw. 1)  
(Z. Janczyk-Kopikowa, 1984)

Wykaz mikroskamieniałości florystycznych	Skład w % w próbkach z głębokości	
	42,8-42,9 m	41,8-42,8 m
1	2	3
Pinus	25,5	30,0
Picea	2,5	4,0
Abies	0,5	1,0
Betula	4,0	4,0
Alnus	3,0	6,0
Quercus	2,0	2,0
Ulmus	3,0	1,0
Tilia	-	1,0
Fraxinus	0,5	-
Corylus	0,5	1,0
Myrica	0,5	1,0
Salix	-	1,0

T a b e l a 1 (c.d.)

1	2	3
Ericaceae	2,0	1,0
Graminae	0,5	1,0
Compositae	1,5	-
Cyperaceae	0,5	0,5
Polypodiaceae	3,0	0,5
Liquidambar	0,5	1,0
Tricolpollenites sp. sp.	3,0	3,0
Tricolpollenites henrici	0,5	1,0
Tricolporopollenites sp.sp.	4,5	1,5
Tricolpollenites edmundii	0,5	1,0
Ostrya	0,5	1,0
Juqlans	0,5	-
Oleaceae	0,5	-
Castanea	1,0	1,0
Anacardiaceae	2,0	-
Ilex	1,0	1,0
Nyssa	8,0	6,5
Sequoia	7,0	4,5
Tsuga	2,5	1,0
Taxaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae	7,0	15,5
Pterocarya	1,5	1,0
Carya	3,5	1,0
Engelhardtia	2,0	1,5
Sciadopitys	0,5	1,0
Platycarya	1,0	-
Dierwillia	-	0,5
Osmunda	-	1,0
Podocarpus	-	1,0
Palmae	-	1,0
Juglandaceae	-	-
Sphagnum	3,0	-
Selaginella selaginoides	-	-
Hystrichosphaeridaceae	1,0	2,0
Varia	7,0	3,0

Z. Janczyk-Kopikowa stwierdza, że "mułki z głębokości 41,8-42,8 i 42,8-42,9 m mają typowo neogeńskie spektra pyłkowe o ile nie stanowią porwaku w osadach czwartorzędowych, to takie spektra znane są z osadów zastoiskowych", co potwierdza przyjęta przez geologa dla tych osadów genezę zastoiskową.

Wiek ilów z głębokości 45,0 m określony został na 315 300 lat (W. Stańska-Prószyńska, M. Prószyński, 1984).

G l i n y z w a ł o w e -  $\frac{g_0}{g_p} 2$ . Gliny te występują na północ od Lasek aż do granicy arkusza Warka (przekrój geologiczny C-D, tabl. IV). Stwierdzone zostały również w profilu otworu wiertniczego w Hornigach (arkusz Magnuszew). Są to gliny zwałowe zwarte, szare, z licznymi gładzikami. Osiągają one w Hornigach miąższość 2,2 m (Z. Sarnacka, 1978).

#### Interglacjał mazowiecki (wielki)

Okres ten na obszarze arkusza Warka zaznaczył się erozją i akumulacją osadów w dolinach. Na skutek intensywnego działania erozji w początkowym okresie interglacjału zostały prawie całkowicie wyerodowane utwory zlodowacenia południowopolskiego, zwłaszcza pochodzące z młodszego stadiału, z wyjątkiem osadów stadiału dolnego zachowanych w starszych dolinach.

Występujące tu osady rzeczne interglacjału mazowieckiego są dla tego obszaru poziomem przewodnim i wiążą się ściśle z osadami tego okresu złożonymi w dolinie Wisły, których to wykształcenie i litologię z sąsiednich arkuszy szczegółowo opracowała autorka omawianego arkusza w licznych pracach z tego regionu (Z. Sarnacka, 1978, 1982). Profile osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego z doliny Wisły i Pilicy legły u podstaw stratygrafii interglacjału mazowieckiego (S. Z. Różycki 1961a, b, 1972) i klimatostratygrafii plejstocenu (S. Z. Różycki, 1964).

P i a s k i z e ż w i r a m i i m u ł k i r z e c z n e (a, b, c, d - c y k l e s e d y m e n t a c y j n e) -  $\frac{f_0}{p_z} 2-3$ . Utwory te na obszarze arkusza Warka zostały złożone w dolinie uformowanej przez "Pilicę" w okresie interglacjału mazowieckiego w okolicy Lechanic oraz w dolinie prawobrzeżnego dopływu, uchodzącego do Pilicy w okolicach Białej Góry, odprowadzającego wody z pod Nowej Wsi, Bożego i Krzemienia, a także w dolinie uformowanej w tym okresie w Gołębiowie najprawdopodobniej stanowiącej dolinę rzeki Czarnej z tego okresu.

Pełny profil osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego wykształconych w czterech cyklach (a, b, c, d) stwierdzono w otworze wiertniczym w Bożu (otw. 39) i w Nowej Wsi (otw. 44), gdzie miąższość ich wynosi od 42,6 do 43,0 m, a spąg położony jest na wysokości 62,0-63,4 m n.p.m. Stanowią one tu osady rzeczne prawobrzeżnego dopływu Pilicy. Rieczne utwory interglacjału mazowieckiego doliny Pilicy stwierdzono w Lechanicach (otw. 28) oraz w Czerwoncu (otw. 29), gdzie spąg ich leży na wysokości 63,5 (Lechanice) do 72,0 (Czerwonka) i w Warce (otw. 12, 14, 16, 18, 24), a także w Gołębiowie (otw. 1) gdzie ich spąg leży na wysokości 77,2 (otw. 25) do 67,5 m (otw. 12). W Lechanicach i Czerwoncu czwarty i częściowo trzeci cykl osadów interglacjału mazowieckiego uległ wyerodowaniu podczas formowania przez Pilicę doliny w okresie interglacjału eemskiego.

W okolicach Warki zachowały się miejscami dwa (otw. 16) lub trzy (otw. 14, 15) cykle osadów, a na obszarze browaru, stwierdzono pełny cykl osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego o miąższości 33,5 m, których spąg znajduje się na wysokości 67,5 m n.p.m. (otw. 12), reprezentujących tu najprawdopodobniej osady rzeczne jednego z niewielkich lewobrzeżnych dopływów Pilicy z tego okresu.

W Gołębiowie osady rzeczne interglacjału mazowieckiego wykształcone są w dwóch cyklach o miąższości 11,2 m.

Każdy cykl osadów rzecznych w poszczególnych dolinach charakteryzuje się w dolnej części utworami piaszczysto-żwirowymi, przechodzącymi ku górze w piaski różnoziarniste i coraz drobniejsze, a kończy się warstwą piasków pyłowatych bądź mułków, w których często występują szczątki organiczne. W mułkach ze szczątkami organicznymi pierwszego cyklu osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego w Lechanicach (otw. 28) na głębokości 36,0-36,1 m Z. Janczyk-Kopikowa stwierdziła tylko pojedyncze ziarna Pinus, gdy mułki drugiego cyklu osadów rzecznych w Lechanicach (głębokość 31,6-31,7 m) nie zawierały prawie sporomorf z tym, że na głębokości 31,0-31,2 m poza sporadyczną sosną (Pinus) wystąpił w nich plankton morski Hystrichosphaeridaceae w ilości kilkudziesięciu okazów, co na ogół zdarza się w osadach zawierających materiał na złożu wtórnym, a więc często (Z. Janczyk-Kopikowa 1984) w osadach pochodzenia glacialnego.

W wyżej występujących mułkach na głębokości 21,8-21,9 m kończących trzeci cykl osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego

w Lechanicach Z. Janczyk-Kopikowa stwierdziła w przeciwieństwie do niższych cykli wysoką frekwencję ziarn pyłków.

Spektrum w procentach przedstawia się następująco:

Pinus	3,5	Myrica	1,0
Picea	4,5	Alnus	3,0
Betula	3,0	Engelhardtia	2,0
Taxaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae	6,0	Rosaceae	1,0
Sciadopitys	1,5	Ilex	1,0
Tsuga	2,5	Sequoia	5,5
Nyssa	3,0	Quercus	0,5
Corylus	2,0	Polygonum persicaria	0,5
Ericaceae	4,0	Polypodiaceae	3,5
Tricolporopollenites sp.sp.	5,0	Lycopodium	0,5
Tricolpopollenites sp. sp.	2,5	Azolla filiculoides	0,5
Rhacidithes sp.	1,5	Liquidambar	2,0
Ostrya	1,0	Hystrichosphaeridaceae	3,0
		Varia	4,0

Powyższe spektrum z przemieszanym materiałem pyłkowym jest w osadach czwartorzędowych właściwe zdaniem Z. Janczyk-Kopikowej glinom zwałowym bądź osadom zastoiskowym, zdarza się też w osadach napływowych rzecznych.

Uzyskane wyniki z badań palinologicznych dowodzą niezbicie, że mułki kończące poszczególne cykle sedymentacyjne osadów rzecznych w profilu Lechanice stanowią typowe utwory napływowe o charakterze mad. Badania litologiczno-petrograficzne tych mułków w profilu Lechanice wykonane przez K. Rywocką-Kenig (1984) potwierdzają taką genezę tych osadów, określając je jako osady facji powodziowej. Przeprowadzono również badania litologiczno-petrograficzne osadów piaszczystych poszczególnych cykli sedymentacyjnych z interglacjału mazowieckiego (wielkiego).

W wyniku tych badań K. Rywocka-Kenig stwierdziła, że utwory piaszczyste dwóch dolnych cykli osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego w Lechanicach (otw. 28) reprezentowane są przez piaski średnioziarniste i drobnoziarniste z zawartością frakcji gruboziarnistych. Wartości wskaźnika sigma zawarte są w granicach od 1 do 2 phi, co świadczy zdaniem K. Rywockiej-Kenig o słabym wy-sortowaniu. Krzywa uziarnienia tych piasków jest wyraźnie stroma, skośna dodatnio. W składzie mineralnym dominują ziarna kwarcu, a ilość skaleni i skał krystalicznych wynosi 11,7-17,3% przy niewielkim udziale ziarn wapieni skandynawskich. Zmienny jest w nich

udział agregatów żelazistych, wzrastający w kierunku stropu warstwy. Obtoczenie ziarn kwarcu potwierdza przewagę ziarn kancias-tych nad obtoczonymi, a w współczynnik obtoczenia przybiera wartości powyżej 1. Zawartość węglanu wapnia w tych dwóch cyklach osadów wynosi 4,2%. K. Rywocka-Kenig sądzi, że wysokie wartości współczynnika obtoczenia R (maksimum 3,5) i słabe wysortowanie oraz obecność wapieni skandynawskich w tych osadach wskazują, że reprezentują one utwory rzeki fluwioglacjalnej.

Te wartości uzyskane z badań litologiczno-petrograficznych równie dobrze mogą zdaniem autorki opracowanego arkusza charakteryzować dolne cykle osadów rzecznych doliny Pilicy z interglacjału mazowieckiego.

Z dotychczasowego rozpoznania i podziału osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego na cykle dokonano przez S. Z. Różyc-kiego (1961a) oraz szeregu analogicznych badań litologiczno-petrograficznych przeprowadzonych przez autorkę (Z. Sarnacka, 1978, 1980b; Z. Sarnacka, M. Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974) w licznych profilach osadów rzecznych doliny Wisły na sąsiednich arkuszach, że osady dolnych dwóch cykli wykazują również słabe wysortowanie, wysoki współczynnik obtoczenia (R), a także obecność wapieni skandynawskich. Obecność tych ostatnich pochodzi stąd że Pilica w początkowym okresie tworzenia swej doliny w czasie interglacjału mazowieckiego erodowała utwory lodowcowe i znany jest fakt, że osady dwóch dolnych cykli stanowią utwory piaszczysto-żwirowe o niedużej miąższości, słabo wysortowane i słabo obtoczone z uwagi na krótki ich transport i krótki okres ich akumulacji.

Poza profilem z Lechanic (otw. 28) osady drugiego cyklu sedymentacyjnego utworów rzecznych interglacjału mazowieckiego zbadano z doliny prawobrzeżnego dopływu Pilicy w profilu Boże z głębokości 46,0-49,0 m (otw. 39). W wyniku badań litologiczno-petrograficznych K. Rywocka-Kenig określiła je w spągu jako piaski średnioziarniste ze znacznym udziałem frakcji gruboziarnistej i żwirowej. Wysortowanie tych osadów jest słabe i krzywa uziarnienia charakteryzuje się dość wyraźną kulminacją. Na diagramie R. Passegi jak podaje K. Rywocka-Kenig leżą one w pobliżu pola frakcji korytowej i mają współczynnik obtoczenia  $R = 0,8$  co sugeruje że mogą one reprezentować osad wód fluwioglacjalnych. Ku górze utwory te przechodzą w piaski różnoziarniste bez udziału już frakcji żwirowych, a z domieszką frakcji iłowej z tym, że wysortowanie w stropie ich jest nadal słabe, ale jest więcej w nich ziarn

obtoczonych ( $R = 0,72$ ). Wapnistość ich jest niewielka (2,1%). K. Rywocka-Kenig podaje, że sedymentacja tych osadów wskazuje również na transport wód fluwioglacjalnych przy znacznej odległości od czoła lądolodu. Ze stratygraficznego położenia tych osadów (przekrój geologiczny A-B) wynika, że występowanie w tym miejscu osadów wodnolodowcowych trudne jest do przyjęcia.

Badania palinologiczne występujących w ich stropie (na głębokości 47,5 m) mułków kończących omówiony wcześniej drugi cykl sedymentacyjny osadów rzecznych z profilu otworu wiertniczego 39 w Bożu, wykonane przez Z. Janczyk-Kopikową określają ich wiek, na interglacjał mazowiecki (wielki) zgodnie z tym jak zakwalifikowała je wcześniej autorka opracowanego arkusza. Z. Janczyk-Kopikowa stwierdziła w nich liczne pyłki, przy tym ziarna pyłku wykazywały dobry stan zachowania. Spektrum pyłkowe w procentach przedstawia się następująco: AP-97,50; Pinus - 11,0; Picea - 2,0; Abies - 13,0; Betula - 2,0; Alnus - 53,0; Quercus - 3,0; Ulmus - 1,0; Tilia - 0,5; Corylus - 2,5; Carpinus - 9,0; Fraxinus - 0,5. W spektrum zdecydowanie przeważa olsza (Alnus) - 53,0%. Liczna jest jodła (Abies) - 13,0% i znaczący jest udział graba (Carpinus) - 9,0%. Inne drzewa poza wymienionymi wyżej występują nielicznie - do 3,0%. Przy niskim udziale roślinności zielnej (NAP) - 2,5% otrzymane spektrum pyłkowe dowodzi, że ówczasie panowały zwarte lasy, właściwe dla klimatu umiarkowanego. Na terenach niżej położonych, wilgotnych panowała olsza (Alnus), w innych siedliskach grab (Carpinus) i jodła (Abies). Zdaniem Z. Janczyk-Kopikowej uzyskane spektrum pyłkowe może reprezentować III okres (według W. Szafera) interglacjału mazowieckiego (wielkiego) to jest w ogólnym pojęciu optimum klimatyczne interglacjału mazowieckiego (wielkiego).

Do osadów rzecznych należą również osady piaszczysto-żwirowe stwierdzone w Gołębiowie na głębokości 30,6-41,8 m zachowane tylko w dwóch cyklach o łącznej miąższości 11,2 m. W spągowej części dolnego cyklu występują żwiry z otoczkami do 6,0 cm średnicy, reprezentowane przez granity szare i różowe, kwarcyty oraz wapienie. Przechodzą one ku górze w piaski różnoziarniste i średnioziarniste z domieszką żwirów i otoczek do 4 cm średnicy (głównie granitów i piaskowców), a w stropie z pojedynczymi żwirami. Serię kończą mułki pyłowate o miąższości 0,5 m. Osady wyżej leżącego cyklu wykształcone są w dolnej części w postaci piasków różnoziarnistych z drobnymi żwirami (granity, kwarcy, piaskowce) i przechodzą ku górze w piaski średnioziarniste i drobnoziarniste

z domieszką żwirów o średnicy 0,2-0,5 cm. Miąższość ich wynosi 3,9 m. K. Rywocka-Kenig na podstawie przeprowadzonych badań litologiczno-petrograficznych podaje, że reprezentują one fację korytową utworów rzecznych. W składzie mineralnym frakcji lekkiej wyraźny jest udział skaleni, a także obecne są ziarna wapieni skandynawskich. Obtoczenie ziarn kwarcu jest złe. Współczynnik obtoczenia (R) ma wartość powyżej 1. Wartości te wskazują, że najprawdopodobniej osady te reprezentują dwa dolne cykle osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego (wielkiego) złożone w ówczesnej dolinie rzeki Czarnej. Spąg leży na wysokości 91,2 m n.p.m.

#### Zlodowacenie środkowopolskie

Utwory zlodowacenia środkowopolskiego na obszarze arkusza Warka reprezentowane są przez osady glacialne trzech stadiałów: przedmaksymalnego, maksymalnego i mazowiecko-podlaskiego (Warty) oraz przez osady zastoiskowe i wodnolodowcowe z transgresji lądolodu dwóch stadiałów. Poziomem przewodnim w ustalaniu stratygrafii utworów zlodowacenia środkowopolskiego jest glina zwałowa stadiału maksymalnego oraz występujące pod nią utwory rzeczne interglacjału mazowieckiego.

#### Stadiał maksymalny

I ł y w a r w o w e -  $\frac{b}{i} \frac{O}{p} 13$ : Utwory te stwierdzono wyłącznie w krawędzi wysoczyzny w Biejkowie, w południowo-zachodniej części arkusza Warka. O występowaniu w tym miejscu iłów warwowych podawał już wcześniej T. Minkiewicz-Wysoczański (1966). Są to iły warwowe związane tłuste, silnie wapniste. Miąższość ich stwierdzona wynosi około 3 m. Leżą one na wysokości 115,0 m n.p.m.

P i a s k i z e ż w i r a m i w o d n o l o d o w c o w e -  $\frac{f}{p} \frac{g}{z} \frac{O}{p} 13$ . Osady te na obszarze arkusza Warka występują na rozległym obszarze w rejonie Nowej Wsi koło Bożego. (otw. 44) następnie w Nowej Woli (otw. 37), Grabowie nad Pilicą (otw. 32) i Warce (otw. 8, 12, 14, 16, 18, 25) oraz od Dębówki do Gołębiowa (otw. 1, 3, 5, 26). Są to piaski średnioziarniste i drobnoziarniste z niewielką domieszką żwirów, jasnożółte o miąższości od 1,5 (Dębówka otw. 26) do 9,0 m (Gołębiów - otw. 1 i Boże - otw. 39). Spąg ich leży w południowej części arkusza na wysokości 105,0-106,0 m n.p.m., a na północy na 104,0 m n.p.m. Jak wykazały badania litologiczno-petrograficzne wykonane przez K. Rywocką-Kenig (1984) z profilu Gołębiowa (otw. 1), utwory te są źle wysortowane. W ich

składzie mineralnym występują oprócz dominującego kwarcu (74,0 - 77,0%) ziarna skaleni i skał krystalicznych (10,0-15,0%) oraz w mniejszej ilości ziarna wapieni skandynawskich. Skład mineralny i słabe obtoczenie ziarn kwarcu ( $R = 0,89$ ) sugerują jak podaje K. Kenig fluwioglacjalne pochodzenie tych osadów.

Gliny zwałowe -  $\frac{g_0^1}{g_p^3}$ : na piaskach ze żwirami wodnolodowcowych (g/pż). Są to gliny zwałowe związane z głazami, wapniste, reprezentujące osady glacialne stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego. Ich zwarty poziom można obserwować na całej długości krawędzi wysoczyzny po lewej i prawej stronie Pilicy. Liczne odkrywki tego poziomu glin zwałowych znajdują się w stromej krawędzi wysoczyzny po lewej stronie Pilicy od Biejkowa po Warkę oraz w Grabowie nad Pilicą, Boskiej Woli i Bożu. W tych trzech ostatnich miejscowościach gliny zwałowe zajmują rozległe powierzchnie na łagodnym zboczu wysoczyzny a poza tym widoczne są na powierzchni w Duckiej Woli i Wyborowie. Występują również na piaskach ze żwirami wodnolodowcowych (g/pż). Nawiercono je w profilach otworów wiertniczych w Gołębiowie (otw. 1), Nowej Wsi (otw. 5), Dębówce (otw. 26), Bożu (otw. 29) i Nowej Wsi koło Bożego (otw. 44), a także w Laszkach (otw. 8), Warce (otw. 9, 12, 14, 16, 18, 25), Grabowie nad Pilicą (otw. 32, 35), Nowej Woli (otw. 37) i Budach Augustowskich (otw. 45). Miąższość ich wynosi od kilku do 15,8 m (Warka, otw. 9).

Badania litologiczno-petrograficzne tego poziomu gliny zwałowej przeprowadziła K. Kenig z profilu w Gołębiowie (otw. 1), Dębówce (otw. 26) i Bożym (otw. 39). W trzech profilach otworów autorka ta stwierdziła, że są to gliny ilasto-piaszczyste o heterogenicznym rozkładzie uziarnienia z dominatą we frakcji drobnoilowej. Odznaczają się one słabym wysortowaniem a krzywą uziarnienia mają płaską. W składzie petrograficznym glin zwałowych z Gołębiowa i Dębówki wapienie skandynawskie przeważają nad krystalicznymi. W profilu w Bożym z uwagi że badana była tylko stropowa część gliny zwałowej tego poziomu do 9 m, która była silnie zwietrzała i odwapniona nie stwierdzono w niej ani wapieni skandynawskich ani lokalnych. Wskaźniki petrograficzne dla omawianego poziomu gliny zwałowej z Dębówki wynoszą O/K - 1,44, K/W - 0,72, AB - 1,30, a z Gołębiowa O/K - 170, K/W - 0,61, AB - 145. K. Kenig podaje, że poziomy gliny zwałowej z Dębówki (głęb. 11,7-17,0) i

Gołębiowa (głęb. 12,3-17,3) można korelować z poziomami glin zwałowych stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego. Badania termoluminescencji potwierdziły wiek omawianych poziomów glin zwałowych z profilu Gołębiowa, Dębówki oraz z Bożego, datując je następująco: w Gołębiowie na 230,2 tys. lat (głębokość 13,0 m, Wa-8/83), w Dębówce na 230,3 tys. lat (głębokość 14,0 m, Wa-5/83) i w Bożym na 228,4-278,7 tys. lat (głębokość 1,2 m, sonda IV, Wa-5/84; głębokość 1,8 m, sonda I, Wa-1/84; głębokość 1,9 m, sonda II, Wa-3/84; głębokość 4,0 m, Wa-1/83; głębokość 9,4 m, Wa-2/83). Wiek glin zwałowych tego poziomu, odsłaniających się w zboczu wysoczyzny w Boskiej Woli, został określony na 275,2 tys. lat (sonda V, Wa-6/84).

#### Interstadiał pilicki

P i a s k i z e ż w i r a m i r z e c z n e -  $f_{p}^{Q_1^3}$ . Utwory te złożone zostały w dolinie, która uformowała się w okolicy Gołębiowa (otw. 3). Są to piaski ze żwirami o miąższości 5,5 m. Najprawdopodobniej reprezentują one osady kopalnej doliny rzeki Czarnej.

#### Stadiał mazowiecko-podlaski (Warty)

L e s s y -  $l_{p}^{Q_2^3}$ . Utwory te zaobserwowano w wąwozach stromej krawędzi wysoczyzny w Starej Warce po północnej stronie Piliicy i pod Grzegorzewicami. Odkrył i opisał je szczegółowo W. Karaszewski (1952a), stwierdzając w nich typową, dość liczną faunę mięczaków: Succinea oblonga, Pupilla muscorum i Vallonia tenuilabris. Są one piaszczyste, charakteryzują się obecnością węglanów, mają barwę płową i pionową łupliwość. W zboczu wąwozu w Starej Warce miąższość tych lessów wynosi około 2 m i pokrywa je cienka warstwa piasków a na nich leży górna glina zwałowa zazwyczaj od 0,5 do 1 m miąższości.

W lessach występujących pod Grzegorzewicami W. Karaszewski (1952a) znalazł tylko jeden okaz Succinea oblonga. Charakteryzują się one tu również barwą płową, pionową łupliwością i obecnością węglanów, a ich miąższość wynosi od 0,5 do 2,0 m, występują tu miejscami między górnym i dolnym poziomem gliny zwałowej w większości ponad nimi leżą piaski wodnolodowcowe, które oddzielają je od górnej gliny zwałowej.

I ł y w a r w o w e o r a z m u ł k i i p i a s k i z a s t o i s k o w e -  $b_{i p}^{Q_2^3}$ : n a g l i n a c h z w a ł o -

w y c h s t a d i a ł u m a k s y m a l n e g o (i/g). Są to iły warwowe zwięzłe; tłuste z wyraźnymi warwami, czekoladowe i szare z licznymi warstewkami mułków i piasków pyłowatych. Utwory te występują w licznych odsłonięciach stromej krawędzi po północnej stronie Pilicy oraz w łagodnych zboczach wysoczyzny ograniczającej dolinę Pilicy od południa. Nawiercono je w licznych profilach otworów (otw. 1, 3, 5, 9, 14, 16, 25, 26, 35, 44). Miąższość ich wynosi od 0,5 do kilku metrów. W Gołębiowie (otw. 1), Dębówce (otw. 26) oraz w Bożym (odsłonięcie) są one datowane metodą termoluminescencji (W. Stańska-Prószyńska i M. Prószyński 1984).

W Gołębiowie wiek omawianego poziomu iłów i mułków warwowych zbadany ze stropowej części z głębokości 6,4 (Wa-7/83) - został określony przez W. Stańską-Prószyńską i M. Prószyńskiego (1984) na 183,6 tys. lat a z głębokości 6,9 m (Wa-8/84) na 184,5 tys. lat, a więc dwukrotne badania wykazały identyczny wiek tych iłów potwierdzając zakwalifikowanie przez autorkę tego poziomu iłów do okresu stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) zlodowacenia środkowopolskiego.

Zbliżyły do nich wiek mają gliny zwałowe, które w profilu Gołębiowa (głębokość 2,0-2,3 m) przykrywają opisane wcześniej iły i mułki (otw. 1), datowane przez W. Stańską-Prószyńską i M. Prószyńskiego (1984) na 182,6 tys. lat (Wa-6/83), pochodzące ze stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty).

Badania termoluminescencji wykazały jednocześnie, że iły warwowe omawianego poziomu zbadane z jego spągowej partii na przykładzie profilu z Dębówki (otw. 26) z głębokości 11,5-11,7 m mają 185,4 tys. lat (Wa-4/86), a więc są one starsze tylko o 3 tys. lat od mułków warwowych z Gołębiowa (otw. 1) reprezentujących ich strop. Identyczny prawie wiek jak mułki warwowe z Gołębiowa reprezentujące w Gołębiowie stropową część serii omawianego poziomu mają mułki i iły warwowe występujące bezpośrednio pod glebą na zboczu wysoczyzny w Bożym, datowane przez W. Stańską-Prószyńską i M. Prószyńskiego (1984) na 186,2 tys. lat (Wa-4/84).

P i a s k i w o d n o l o d o w c o w e -  $\frac{fg_{O_2}}{p_{P_3}}$ : na i ł a c h w a r w o w y c h, m u ł k a c h i p i a s k a c h z a s t o i s k o w y c h (p/i), n a g l i n a c h z w a ł o w y c h s t a d i a ł u m a k s y m a l n e g o (p/g). Są to piaski drobnodziarniste i średniodziarniste z domieszką żwirów o

Wyniki badań termoluminescencyjnych  
W. Stańska-Prószyńska,

Nr katalogowy analizy	Miejscowość, nr wiercenia lub sondy*	Rodzaj osadu	Głębokość pobrania próbki (m)	Roczna dawka kosmiczna (cGy/a)	Badana frakcja gruntu (mikrom.)
1	2	3	4	5	6
Wa-4/84	Boże - sonda III	ił	1,00	0,0161	10-8 30-11
Wa-1/83	Boże - otw. 39	glina zwałowa	4,00	0,0095	50-31 30-11
Wa-2/84	Boże - otw. 39	glina zwałowa	9,40	0,0036	10-8
Wa-1/84	Boże - sonda I	glina zwałowa	1,80	0,014	30-11
Wa-2/84	Boże - sonda I	mułki	2,90	0,0115	30-11
Wa-3/84	Boże - sonda II	glina zwałowa	1,9	0,0137	30-11
Wa-5/84	Boże - sonda II	glina zwałowa	1,2	0,0156	30-11
Wa-6/84	Boska Wola - sonda V	glina zwałowa	1,0	0,0161	30-11
Wa-7/84	Boska Wola - sonda VI	piasek	1,4	0,0150	70-51
Wa-3/83	Dębówka - otw. 26	piasek	3,0	0,0113	50-11 10-8
Wa-46/86	Dębówka - otw. 26	mułki	11,5 11,7	0,0026	10-8
Wa-5/83	Dębówka - otw. 26	morena	14	0,0018	50-11 10-8
Wa-11/83	Ducka Wola - odkrywka	piasek	1,2	0,0154	80-51 50-31

T a b e l a 2

osadów z obszaru arkusza Warka  
M. Prószyński, 1983-1984

Ekwiwalent dawki geologicznej (cGy)	Izotopy K ogółem (% próbki)	Rodzina 238 U (ppm)	Rodzina 232 Th (ppm)	Dawka bezwodna (bez prom. kosm.) (cGy/a)	Przyjęta zawartość wody (%)	Dawka roczna w gruncie wilgotnym (cGy/a)	Wskaźnik wieku (lata B.P.)
7	8	9	10	11	12	13	14
84800	2,167	2,881	10,914	0,5603	18,5	0,4556	186200
64700	1,534	1,796	5,759	0,3532	19	0,2828	228800
76000	1,351	2,240	4,886	0,3437	18	0,2732	278200
77100	1,587	2,318	4,434	0,3668	10	0,3376	228400
73500	1,323	2,969	5,051	0,3825	16,5	0,3178	231300
84000	1,431	1,505	5,805	0,3270	10	0,3014	278700
87000	1,468	1,838	4,525	0,3293	8	0,3126	278300
73500	1,34	1,136	4,470	0,2766	8	0,2671	275200
1600	0,513	0,15	0	0,0641	3	0,0768	20800
4000	1,265	1,554	4,778	0,2687	7	0,2550	15700
65000	1,795	2,468	6,984	0,4369	17	0,3505	185400
76000	1,512	2,756	4,729	0,3868	12,5	0,3300	230300
35400	0,754	1,747	3,365	0,1873	5	0,1914	184900

1	2	3	4	5	6
Wa-10/83	Rytomoczydła - odkrywka	mułek	3,0 3,2	0,0109	10-8
Wa-6/83	Gołębiów - otw. 1	glina zwałowa	2,0 2,3	0,0135	70-51 10-8
Wa-7/83	Gołębiów - otw. 1	ił	6,4	0,0062	10-8
Wa-8/84	Gołębiów - otw. 1	mułek	6,9	0,0056	30-11 10-8
Wa-8/83	Gołębiów - otw. 1	glina zwałowa	13	0,0020	50-31
Wa-8/83	Gołębiów - otw. 1	glina zwałowa	29,5	0,0007	50-11
Wa-9/84	Gołębiów - otw. 1	mułek	49	0,0003	30-11 10-8
Wa-10/84	Gołębiów - otw. 1	glina zwałowa	59,8	0,0002	30-11

\*Numeracja sond jest zgodna z mapą dokumentacyjną znajdującą się  
Warsz

Termoluminescencyjne wskaźniki wieku geologicznego osadów czwar preparatów odpowiednio naświetlonych są zgodne z chronologią ru nie przekraczają paru (najwyżej kilku) tysięcy lat. Przyjmujemy, próbek na ogół nie wykracza poza  $\pm$  5000 lat, ale mniej pewne są kowopolskiego; w tym przypadku błąd mo

średnicy 0,5-1,0 cm. Występują one w szeregu profilach otworów między innymi w Nowej Wsi (otw. 44), Dębówce (otw. 26), Budach Augustowskich (otw. 45), Grabowie nad Pilicą (otw. 32, 35), Warce (otw. 9, 12, 14, 16, 18, 25). Odsłaniają się one na rozległych powierzchniach zbczy wysoczyzny po północnej, jak i południowej stronie Pilicy między innymi w Starej Wsi, Duckiej Woli, Bożym, Boskiej Woli, Grabowie nad Pilicą, następnie w Biejkowie, Michałowie, Ignacówce, Bończy, Woli Palczewskiej, Palczewie i w wysokiej stromej krawędzi wysoczyzny od Lechanic po Starą Warkę. Miąższość ich wynosi od 1,0 do 11,0 m (Budy Augustowskie otw. 45). Spąg ich leży w południowej części terenu na wysokości 120,0-128,0 m n. p.m., a w północnej na 110,0 m n.p.m. (Warka, otw. 25).

T a b e l a 2 (c.d.)

7	8	9	10	11	12	13	14
67800	1,793	3,156	8,574	0,4983	24	0,3663	185000
72400	1,906	2,421	8,077	0,4633	14,4	0,3965	182600
72480	2,185	3,737	7,672	0,5585	26	0,3948	183600
67500	1,943	3,446	6,840	0,5036	24	0,3658	184500
61730	1,496	1,758	4,458	0,3270	16	0,2681	230200
77700	1,375	2,270	5,373	0,3555	18	0,2794	278100
103500	1,27	3,97	5,133	0,4320	20	0,3283	315300
97700	1,546	2,784	6,363	0,4171	22,5	0,3060	319500

w Centralnym Archiwum Geologicznym Instytutu Geologicznego w awie

torzędowych otrzymane metodą odtwarzania naturalnego jarzenia chów Ziemi na orbicie. Odchylenia dat glacjałów prawdopodobnie że margines błędu uśrednionych oznaczeń wieku poszczególnych daty termoluminescencyjne osadów starszych od zlodowacenia śred- że wynieść nawet kilkanaście tysięcy lat

Miejscami w spągu piasków wodnolodowcowych (do 2 m głębokości) stwierdzono iły warwowe, mułki i piaski zastoiskowe (p/i) lub gliny zwałowe stadiału maksymalnego (p/g).

Gliny zwałowe -  $g_0^{23}$ <sub>p</sub>: na piaskach wodnolodowcowych (g/p), na łąkach warwowych, mułkach i piaskach zastoiskowych (g/i). Poziomy glin zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego zachowały się na znacznej powierzchni terenu zwłaszcza w rejonie Bud Augustowskich, Bończy, Palczewa, Wrociszewa, Lechanic, Opoźdżewa, Wichradza, Warki, Winiar, Woli Boglewskiej, Międzychowa Nowego i Gołębiowa. Miąższość ich wynosi od 0,5 do 5,0 m (Gołębiów, otw. 1). Odsłonięcia tego poziomu gliny zwałowej wi-

doczne są w krawędzi wysoczyzny po północnej, jak i po południowej stronie Pilicy jak np. w rejonie Warki i w Grabowie nad Pilicą. Są to gliny zwałowe piaszczyste w stropowych partiach zwietrzałe, barwy brązowej i rdzawobrązowej. Oznaczenia składu petrograficznego i uzyskanie wskaźników z tego poziomu glin zwałowych nastęrczało trudności ze względu na cienkie warstewki i duże zwietrzenie. Badania litologiczno-petrograficzne gliny zwałowej stadiału mazowiecko-podlaskiego przeprowadzone z 5 metrowego profilu w Gołębiowie wykazały, że jest ona dość niejednorodna, zwietrzała, bezwapienna. We frakcji lekkiej wzbogacona w agregaty wapnisto-żelaziste do 7,7%.

Przynależność tego poziomu glin zwałowych (głębokość 2,0 - 2,3 m) do stadiału mazowiecko-podlaskiego zostało potwierdzone również badaniami termoluminescencyjnymi (W. Stańska-Prószyńska i M. Prószyński, 1984) określającymi ich wiek na 182,6 tys. lat (Wa-6/83).

W miejscach gdzie glina zwałowa omawianego poziomu osiąga małą miąższość stwierdzono jej spąg na piaskach wodnolodowcowych lub na iłach warwowych, mułkach i piaskach zastoiiskowych (g/imp).

Piaski ze żwirami i głazami moren martwego lodu - <sup>gm</sup><sub>p2p</sub> 23: na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g). Z utworów tych zbudowane są wzgórza moren martwego lodu występujące na obszarze wysoczyzny na południe od Lasek oraz w Ignacówce, w sąsiedztwie pagórków akumulacji szczelinowej. Na utwory te składają się piaski różnoziarniste z licznymi żwirami i głazami, warstwowane poziomo, ukośnie i przekątnie. Często w morenach martwego lodu występują pakiety przemieszanego materiału żwirowo-głazowego. Miejscami w spągu utworów piaszczysto-żwirowych stwierdza się gliny zwałowe stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g).

Piaski ze żwirami i głazami moren czołowych - <sup>gc</sup><sub>p2p</sub> 23: na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g). Z utworów tych zbudowane są wzgórza moren czołowych stosunkowo płaskie, o wysokości względnej do 5 m, tworzące w okolicach Starej Warki wał występujący w bliskim sąsiedztwie wysokiej krawędzi wysoczyzny.

Na utwory te składają się piaski różnoziarniste, miejscami z przewagą gruboziarnistych, warstwowane poziomo, ukośnie i przekątnie, z licznymi żwirami i głazami skupionymi bezładnie lub występującymi w licznych warstwach i soczewach. W stropowych partiach utwory te są z reguły zaglinione, zawierają liczne agregaty żelaziste i manganowe, oraz dużą ilość żwirów i głazów tworzących miejscami bruk. Miejscami utwory te leżą na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g).

P i a s k i i ż w i r y a k u m u l a c j i s z c z e l i n o w e j -  $\text{pż}^{\text{g}}_{\text{p}}^{\text{23}}$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g). Z utworów tych zbudowane są liczne pagórki akumulacji szczelinowej występujące wzdłuż współczesnych dolin. Są to piaski różnoziarniste ze żwirami, warstwowane poziomo, ukośnie i przekątnie, dobrze przemyte i przesegregowane. Największą ich miąższość (ponad 10 m) stwierdzono w Niemojewicach, gdzie utwory te występują również na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g).

Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej przykryte są często w stropie cienkimi pakietami żwirowo-głazowymi, bądź silnie piaszczystymi glinami zwałowymi pochodzenia subglacjalnego.

P i a s k i i ż w i r y o z ó w -  $\text{pż}^{\text{g}}_{\text{p}}^{\text{23}}$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g). Na utwory te składają się piaski różnoziarniste z licznymi warstwami żwirów i pojedynczych głazików, dobrze przemyte, warstwowane poziomo, ukośnie oraz przekątnie. Z utworów tych zbudowany jest oz w Zastoczu. Na zboczach ozu, pod piaskami i żwirami pojawiają się gliny zwałowe stadiału mazowiecko-podlaskiego (pż/g).

P i a s k i i m u ł k i k e m ó w -  $\text{pm}^{\text{g}}_{\text{p}}^{\text{23}}$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g); żwiry kemów (ż). Są to piaski drobnoziarniste, pyłowate z licznymi warstwami mułków, bezwapienne, jasnobrązowe. Tworzą serię osadów bardzo zmienną. W spągowej części serii zazwyczaj są to mułki ilaste przekawicone warstwami piasków pyłowatych, ku górze przechodzą one w mułki piaszczyste z liczniejszymi warstwami piasków pyłowatych. Wyżej leżą na nich piaski bardzo drobnoziarniste, a w stropie kemów występują przeważnie piaski drobnoziarniste z dużą ilością manganu, z licznymi warstwami piasków średnioziarnistych, zorsztynizowanych.

Często pokrywają kemy żwiry (ż), niekiedy z pojedynczymi gładzika-  
mi, występujące na niewielkiej powierzchni na wierzchołkach kemów.  
Z tych utworów zbudowane są liczne kemy uformowane tu w najprze-  
różniejszych formach w wyjątkowo dużej ilości na rozległych po-  
wierzchniach plateau kemowego i tarasów kemowych zarówno po pół-  
nocnej, jak i po południowej stronie doliny Pilicy. Piaski i muł-  
ki kemów występują miejscami na glinach zwałowych stadiału mazo-  
wiecko-podlaskiego (pm/g).

Badania termoluminescencyjne osadów znanego kemu w Rytomoczyd-  
le (K. Grzybowski 1970) i kemu po południowej stronie doliny Pi-  
licy w Duckiej Woli (W. Stańska-Prószyńska i M. Prószyński, 1984)  
wykazały identyczny wiek 184,9 tys. lat (Ducka Wola, Wa-11/83) i  
185,0 tys. lat (Rytomoczydła, Wa-10/83). Wyniki te dowodzą, że ke-  
my i inne formy lodowcowe zarówno po północnej, jak i po połud-  
niowej stronie doliny Pilicy utworzyły się w tym samym okresie. Do-  
wodzą one niezbicie, że łądolód stadiału mazowiecko-podlaskiego  
(Warty) wbrew istniejącym poglądom (S. Z. Różycki, 1972) przekro-  
czył obecną dolinę Pilicy sięgając na południe poza obszar arku-  
sza Warka, a występujące na tym obszarze liczne formy lodowcowe  
zaznaczają strefę jego deglacjacji w okresie stadiału mazowiecko-  
podlaskiego (Warty) zlodowacenia środkowopolskiego.

Występowanie kemów na obszarze arkusza Warka zwane było do-  
tychczas wyłącznie po północnej stronie doliny Pilicy (K. Grzybow-  
ski 1966, 1970; K. Rywocka-Kenię, 1966). Podaje o tym H. Rusz-  
czyńska-Szenajch (1966a, b) i A. Makowska (1968). Sedymentacja  
osadów kemowych z obszaru arkusza Warka zajmował się szczególnie  
K. Grzybowski (1970) oraz H. Ruszczyńska-Szenajch referując to  
zagadnienie na sympozjum zorganizowanym w 1983 r. na temat "Gene-  
zy i klasyfikacji osadów lodowcowych i wodnolodowcowych". Podczas  
tego sympozjum na jednej z wycieczek prezentowany był kem w Ryto-  
moczydłach.

P i a s k i i m u ł k i p l a t e a u k e m o w e g o -  
- <sup>pk</sup> <sub>pm</sub> <sup>2</sup> <sub>p</sub> 3: n a g l i n a c h z w a ł o w y c h s t a d i a ł u  
m a z o w i e c k o - p o d l a s k i e g o (p m / g ) . S ą t o p i a s k i  
bardzo drobnociarniste i pyłowate, z licznymi cienkimi warstewka-  
mi mułków piaszczystych i ilastych oraz piasków drobnociarnistych  
jasnożółtych, bezwapiennych w stropie serii. Miąższość ich wynosi  
od 1,0 m do kilkunastu metrów (Nowa Wola - otw. 32). Utwory te  
budują rozległą powierzchnię plateau kemowego na południe od Pi-

licy w okolicach Bud Augustowskich i Nowej Woli oraz po północnej stronie Pilicy całą niemal powierzchnię wysoczyzny z wyłączeniem zboczy wysoczyzny wzdłuż współczesnych dolin. Można je zaobserwować w odsłonięciach w Brankowie, Bończy i innych. Miejscami leżą one na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g).

P i a s k i i m u ł k i t a r a s ó w k e m o w y c h w y ż s z y c h -  $\text{tk1}_{\text{pm}^p}^{2_3}$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g). Z utworów tych zbudowany jest wyższy taras kemowy, którego położenie udało się wyznaczyć, jedynie w południowo-wschodniej części obszaru arkusza Warka, a mianowicie w okolicy Nowej Wsi, Bud Augustowskich, Strzyżyny i Nowej Woli. Są to piaski bardzo drobnoziarniste i pyłowate z warstwami mułków, bezwapienne, o miąższości od 0,5 do kilku metrów. Miejscami w ich spągu (do głębokości 2,0 m) ukazują się gliny zwałowe stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g).

P i a s k i i m u ł k i t a r a s ó w k e m o w y c h n i ż s z y c h -  $\text{tk2}_{\text{pm}^p}^{2_3}$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g). Budują one niższy taras kemowy, który wytworzył się poniżej wyższego tarasu kemowego w Małym Bożu, Budach Augustowskich, Strzyżynie, Nowej Woli, Dąbrówce, Duckiej Woli i Stanisławowie. Są to piaski drobnoziarniste i pyłowate z liczniejszymi i bardziej miąższymi warstwami mułków niż to miało miejsce w plateau i wyższym tarasie kemowym. Miąższość ich wynosi od 1,0 do kilku metrów. W nielicznych miejscach leżą one na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (pm/g).

#### Interglacjał eemski

Okres interglacjału eemskiego zaznaczył się erozją i akumulacją osadów w dolinach.

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i r z e c z n e (a, b - c y k l e s e d y m e n t a c y j n e) -  $\text{f}_{\text{p}^z}^{\text{Q}_3-4}$ . Utwory te na obszarze arkusza Warka występują w dolinie Pilicy. Zaliczono do nich utwory piaszczysto-żwirowe o analogicznym składzie jak w dolinie Wisły, gdzie ich skład litologiczny i petrograficzny został szczegółowo zbadany (Z. Sarnacka, 1978). Pilica w okresie interglacjału eemskiego rozcięła wysoczyznę polodowcową na przestrzeni 5 km do głębokości 30-35 m i w niej złożyła (po-

dobnie jak Wisła) osady rzeczne wykształcone w dwóch cyklach o łącznej miąższości od 10,0 m (Czerwonka, otw. 29) do 15,1 m (Krzemień, otw. 36). Osady pierwszego cyklu wykształciły się w dolinie o szerokości 3 km na odcinku od Białej Góry do Lechanic (otw. 31, 28). Składają się na ten cykl w spągu piaski różnoziarniste z licznymi żwirami i głazami do 15 cm średnicy o miąższości od 2,4 m (Lechanice, otw. 28) do 5,0 m (Biała Góra, otw. 31), z 10 cm warstwą mułków w stropie (Lechanice). Drugi cykl osadów charakteryzuje się piaskami różnoziarnistymi z dużą ilością żwirów i głazów do 15 cm średnicy reprezentowanych przez skały krystaliczne, wapienie i piaskowce. Miąższość osadów drugiego cyklu wynosi od 8,0 m w Lechanicach (otw. 28) do 15,1 m w Krzemieniu (otw. 36). Spąg osadów eemskich w przekroju doliny od Krzemienia do Lechanic położony jest na wysokościach: 86,0 m n.p.m. (Biała Góra), 91,0 m n.p.m. (Lechanice), 86,0 m n.p.m. (Czerwonka).

#### Złodowacenie północnopolskie

W okresie złodowacenia północnopolskiego na badanym obszarze osadzają się w dolinie Pilicy i jej dopływach utwory rzeczne i na wykształconych w tych osadach tarasach rzecznych formują się wydmy.

#### Stadiał główny

P i a s k i r z e c z n e t a r a s ó w n a d z a l e w o w y c h 3,0 - 5,0 m n.p. r z e k i -  $f_{0,2}^{(t)}$ <sub>pp</sub>. Są to piaski różnoziarniste z pojedynczymi żwirami o średnicy 0,5-2,0 cm, głównie skał krystalicznych, piaskowców i kwarców. Osiągają one w przekroju doliny Pilicy pod Białą Górą miąższość od 8,0 m do 11,0 m (Krzemień, otw. 36) i w Czerwonce 12 m (otw. 29). Spąg ich znajduje się pod Białą Górą na wysokości 100,0-105,0 m n.p.m., a w Czerwonce na wysokości 96,0 m n.p.m.

Z utworów tych zbudowany jest najwyższy taras nadzalewowy odpowiadający wiekiem tarasowi otwockiemu Wisły (IIc), który zajmuje rozległą powierzchnię po prawej stronie Pilicy, gdzie można ją prześledzić od Pokrzywnej na południu po Grabów Zalesny, Wymysłów i Cychry Stare. Po lewej stronie zachowały się w nielicznych miejscach bardzo wąskie jego powierzchnie, stąd na opracowanej mapie geologicznej nie zostały zaznaczone niewielkie obszary w okolicach Michałowa i Biskupic. Z osadów tego tarasu zbudowane są wyższe powierzchnie poziomego tarasu zalewowego w Lechanicach i Niemojewicach zachowane w postaci ostańców.

Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0 m n. p. rzeki -  $f_{pP}^{2Q} \text{ (CII)}$ . Osady tych tarasów zostały wyróżnione w Zakrzewiu i Wymysławie, gdzie zachowały się na wąskiej powierzchni w strefie przykrawędziowej tarasu najwyższego. Są one reprezentowane przez piaski różnoziarniste z niewielką domieszką żwirów drobnych o średnicy 0,5-1,0 cm. Miąższość ich wynosi około 8 m. Wiekowo odpowiadają one tarasowi falniczkemu Wisły.

Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 2,5 - 3,0 m n. p. rzeki -  $f_{pP}^{2Q} \text{ (CIII)}$ . Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych niższych reprezentowane są przez piaski średnioziarniste i drobnoziarniste z pojedynczymi żwirami o średnicy 0,5-1,0 cm. Miąższość ich wynosi do kilku metrów. Osady tych tarasów stwierdzono wyłącznie po prawej stronie Pilicy fragmentarycznie na niewielkich powierzchniach wzdłuż krawędzi tarasów nadzalewowych najwyższych w Brześciach, Budach Michałowskich, w Białej Górze, Budach Grzegorzeczkich, Kępie Niemojewskiej oraz jako ostańce tarasu na tarasie zalewowym Pilicy.

#### b. Cz w a r t o r z e d n i e r o z d z i e l o n y

Piaski deluwialne -  $d_{pP}^Q$ . Utwory te występują na zboczu wąwozów, w suchych dolinkach i u podnóża krawędzi wysoczyzny po lewej stronie Pilicy. Są to piaski drobnoziarniste i średnioziarniste z dużą ilością pyłów, bezstrukturalne, miejscami zawierające wkładki mułków, w których można było zaobserwować struktury spływowe. Miąższość ich wynosi od 0,5 do 1,0 m.

Występują one w suchych dolinkach w Bukowie, Michałowie, następnie w Grzegorzewicach, Niemojewicach i Warce.

Eluwia piaszczyste glin zwałowych -  $z_{pP}^Q$ : na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/g), na piaskach wodnolodowcowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/g), na łąkach warwowych, mułkach i piaskach zastoiskowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/i). W okolicach Grabowa nad Pilicą i Jeleniowa eluwia piaszczyste występują na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/g), a w niektórych miejscach również na łąkach warwowych, mułkach i piaskach zastoiskowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/i).

W wielu miejscach ze względu na znikomą miąższość i małą powierzchnię eluwia nie zostały umieszczone na mapie geologicznej.

Piaski eoliczne -<sup>e</sup><sub>p</sub>Q: na piaskach i mułkach tarasów kemowych wyższych (p/pm), na piaskach i mułkach kemów (p/pm), na piaskach i żwirach akumulacji szczelinowej (p/pż), na glinach zwałowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/g), na łąkach warwowych, mułkach i piaskach zastoiskowych stadiału mazowiecko-podlaskiego (p/i). Są to piaski drobno- i średnioziarniste. Występują one na obszarze arkusza Warka na utworach najwyższego tarasu nadzalewowego. Ich miąższość rzadko przekracza 1 m. Zajmują również rozległe powierzchnie na obszarze wysoczyzny po prawej stronie Pilicy, gdzie bardzo często piaski eoliczne nadbudowują formy lodowcowe jak kemy (p/pm), tarasy kemowe wyższe (p/pm) i pagórki akumulacji szczelinowej (p/pż) co zaobserwowano między innymi w Ignacówce koło Nowej Wsi w południowej części arkusza oraz w Augustówce, Podlesiu i Nowej Woli. Piaski eoliczne występują również na glinach zwałowych (p/g) i na osadach zastoiskowych (p/i) stadiału mazowiecko-podlaskiego.

Tworzyły się one w okresie starszego i młodszego Dryasu pod wpływem wiatrów wiejących z NW na SE. Wywiewany był wówczas materiał piaszczysty z rozległego poziomu najwyższego tarasu nadzalewowego Pilicy i osadzony tylko na obszarze wysoczyzny po południowej stronie Pilicy.

Piaski eoliczne w wydmach - <sup>W</sup>Q. Piaski eoliczne w wydmach stwierdzono głównie na rozległej powierzchni tarasów nadzalewowych, gdzie tworzą formy paraboliczne i wały. Na wysoczyźnie, na N od doliny Pilicy, brak jest zupełnie wydm. Niezbyt wysokie, nieliczne wydmy utworzyły się również na wyższych poziomach ostańców najwyższych tarasów nadzalewowych zachowanych w dolinie Pilicy w Lechanicach i Niemojewicach.

### c. H o l o c e n

Mułki piaszczysto-ilaste (mady) i piaski rzeczne tarasów zalewowych 2,0 - 2,5 m n. p. rzeki - <sup>f(t)</sup><sub>map<sup>n</sup></sub>. Są to naprzemianległe cienkie warstwy mad pyłowatych i ilasto-piaszczystych, zazębiają-

ce się z warstwami piasków drobno- i średnioziarnistych. Łączna ich miąższość wynosi kilka metrów. Z osadów tych zbudowane są wyższe tarasy zalewowe Pilicy.

P i a s k i i m u ł k i p i a s z c z y s t e (m a d y) t a r a s ó w z a l e w o w y c h 1,0 - 2,0 m n. p. r z e k i -  $f_{pma}^{(t)2} Q_h$ . Tarasy te wytworzyły się w dolinie Pilicy tylko we fragmentach wzdłuż współczesnego koryta Pilicy. Zbudowane są one z licznych drobnych warstw mad piaszczystych przewarstwionych piaskami drobnoziarnistymi. Miąższość piasków wynosi do 2,0 m. Te same osady budują kępy śródkorytowe Pilicy. Utwory te można obserwować w krawędzi współczesnego łóżyska rzeki.

P i a s k i h u m u s o w e i n a m u ł y p i a s z c z y s t e d e n d o l i n n y c h, s t a r o r z e c z y i z a g ł ę b i e ń b e z o d p ł y w o w y c h -  $ph^{Q_h}$ : n a i ł a c h w a r w o w y c h, m u ł k a c h i p i a s k a c h z a s t o i s k o w y c h s t a d i a ł u m a z o w i e c k o - p o d l a s k i e g o ( $ph/i$ ). Są to piaski średnio- i różnoziarniste z domieszką części organicznych, przewarstwione namułami piaszczystymi. Reprezentują utwory rzeczne i występują na rozległych powierzchniach w dolinie Pilicy i jej dopływach. Analogiczne osady występują w licznych zagłębieniach bezodpływowych na wysoczyźnie o charakterze wytopisk. Miąższość ich w dolinach jest niewielka, gdzie w ich spągu do głębokości 2,0 m zalegają ilły warwowe, mułki i piaski zastoiskowe stadiału mazowiecko-podlaskiego ( $ph/i$ ). W zagłębieniach wytopiskowych miąższość ich wynosi do 5 m.

G y t i e -  $gy^{Q_h}$ . Utwór ten został stwierdzony w zagłębieniu doliny rzecznej w Boglewskiej Woli o miąższości 0,7 m, w spągu którego do głębokości 2,0 m występowały namuły piaszczyste.

T o r f y -  $t^{Q_h}$ : n a p i a s k a c h i m u ł k a c h p i a s z c z y s t o - i l a s t y c h (m a d a c h) r z e c z n y c h t a r a s ó w z a l e w o w y c h 2,0 - 2,5 m n. p. r z e k i ( $t/map$ ), n a p i a s k a c h r z e c z n y c h t a r a s ó w n a d z a l e w o w y c h 3,0 - 5,0 m n. p. r z e k i ( $t/p$ ). W granicach badanego arkusza torfy (ze względu na bardzo małą miąższość - do 2 m) wydzielono wyłącznie na piaskach rzecznych tarasów nadzalewowych 3,0-5,0 m n.p. rzeki ( $t/p$ ) oraz na piaskach i mułkach piaszczysto-ilastych rzecznych tarasów zalewowych Pilicy ( $t/map$ ).

Najrozleglejszą powierzchnię zajmują torfy w obszarze na północ od Duckiej Woli (S. Sikorski, 1958). Profil ich jest następujący: do 0,35 m torf trzcinowy, 0,75 m - torf drzewno-trzcinowy, 1,0 m - torf trzcinowy, poniżej 1,0 m piasek. Maksymalna miąższość torfów na tym obszarze wynosi 1,75 m.

Torfy występują w licznych złożach (od "A" do "O" w obrębie doliny rzeki Pilicy (A. Zaruszczyk 1962). Maksymalną miąższość torfu - 1,25 m, stwierdzono w złożu A (pole V). Profil torfów jest tu następujący: do 0,25 m - torf wełniankowo-sfagnowy, 0,5 m - torf wełniankowy, 0,75 m - torf mszysty, 1,00 m - torf turzycowo-mszysty, 1,25 m - torf turzycowy. Wszystkie torfowiska od "A" do "O" są niskie.

Poza tym torfowisko utworzyło się w dolinie Pilicy pod "Górami" w złożu A, B, C (M. Moidawski, 1971). Miąższość torfu wynosi od 0,4 do 0,8 m. Wszystkie złoża pod "Górami" wykazują typ torfowisk niskich. Profil geologiczny torfów w złożu C jest następujący: do 0,3 m - mułki piaszczyste, do 1,1 m - torf drzewno-turzycowy, poniżej 1,1 m piaski.

## B. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Warunki paleogeograficzne okolic Warki do okresu kredy nie mogą być rozważane, gdyż jeden tylko otwór wiertniczy sięgnął do utworów zalegających poniżej. Otwór ten wykonano w Michałowie (otw. 34), w którym nawiercono utwory syluru.

Strop osadów kredy górnej (tab. 3) stanowią utwory górnego mastrychtu położone w południowej części obszaru arkusza na wysokości od 3,0 m p.p.m. do 28,3 m n.p.m. Obniża się on z zachodu ku wschodowi (otw. 41, 42, 43, 44, 45), a także z południa ku północy, na co wskazują otwory wiertnicze: w Białej Górze (otw. 31), gdzie strop kredy znajduje się poniżej poziomu morza na wysokości 19,0 m i w Warce (otw. 9) na wysokości 86,0 m p.p.m. Na osadach kredowych odbywała się sedymentacja utworów trzeciorzędowych, które wyściełają dno niecki Mazowieckiej. Zachodzące w paleogenie zalewy morskie doprowadziły do sedymentacji utworów eocenu w postaci mułków piaszczystych z dużą ilością glaukonitu, w okolicach Białej Góry i Lechanic, gdzie je stwierdzono. Strop tych osadów położony jest na wysokości kilkanaście metrów poniżej poziomu morza. I. Grabowska stwierdziła w tych osadach dużą ilość planktonu oraz liczne sporomorfy zespołu środkowoeoceńskiego.

TABELA LITOLOGICZNO-STRATYGRAFICZNA  
(z uwzględnieniem zagadnień surowcowych, hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich)

Stratygrafia				Utory (opis litologiczny)	Procesy geologiczne	Charakterystyka surowcowa	Charakterystyka hydrogeologiczna	Charakterystyka geologiczno-inżynierska			
Sys-tem	Od-dział	Pod-odział	Piętro								
C N W A R K A	H O L O C E N		H O L O C E N	Torfy - t <sub>0h</sub> Gytie - gy <sub>0h</sub> Piaski humusowe i namuły piaszczyste den dolinnych, starorzeczy i zagłębief bezodpływowych - ph <sub>0h</sub> Piaski i mułki piaszczyste (mady) tarasów zalewowych 1,0-2,0 m n.p. rzeki - f <sub>0h</sub> (t <sub>2</sub> ) - pma <sup>h</sup> Mułki piaszczysto-ilaste (mady) i piaski rzeczne tarasów zalewowych 2,0-2,5 m n.p. rzeki - f <sub>0h</sub> (t <sub>1</sub> ) - map <sup>0h</sup>	Akumulacja organiczna  Akumulacja rzeczna	Torfy - surowiec perspektywiczny	Wody porowe, zwierciadło na głębokości 0-2 m. Wahańia roczne około 0,5 m. Infiltracja z wód powierzchniowych. Wody zanieczyszczone substancją organiczną, z dużą zawartością żelaza	Torfy, namuły i piaski humusowe nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Warunki budowlane niekorzystne również ze względu na płytkie występowanie wód gruntowych			
				Piaski eoliczne w wydmach - Q <sup>0</sup> Piaski eoliczne - e <sub>0</sub> Eluwia piaszczyste glin zwałowych - z <sub>0</sub> Piaski deluwialne - d <sub>0</sub>	Akumulacja eoliczna  Przemywanie przez wsiąkanie i wietrzenie	Piaski budowlane drobno- i średnioziarniste eksploatowane systemem gospodarczym	Wody porowe, zwierciadło na głębokości 2-5 i 2-10 m. Infiltracja znaczna	Piaski słaboza-gęszczane. Warunki budowlane dobre na płaskich terenach			
				Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 2,5-3,0 m n.p. rzeki - f <sub>0</sub> 4(t <sub>III</sub> ) - p <sub>0</sub> 4 Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0 m n.p. rzeki - f <sub>0</sub> 24(t <sub>II</sub> ) - p <sub>0</sub> 24 Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 3,0-3,5 m n.p. rzeki - f <sub>0</sub> 2(t <sub>I</sub> ) - p <sub>0</sub> 2	Akumulacja rzeczna	Piaski budowlane średnio- i różnoziarniste z pojedynczymi żwirami	Wody porowe, zwierciadło na głębokości 0-2 m i 2-5 m. Infiltracja znaczna w tym również i z wód powierzchniowych. Łatwość zanieczyszczeń	Warunki budowlane dobre, utrudnione płytkim występowaniem wód gruntowych			
				Inter-glacjał eemski	Piaski ze żwirami i gładzami rzeczne (a,b - cykle sedimentacyjne) - p <sub>0</sub> 3-4	Akumulacja rzeczna	Piaski i żwiry budowlane	Wody porowe, zwierciadło na głębokości 5-10 i 10-15 m. Wody zanieczyszczone związkami żelaza			
				P L E J S T O C E N	P L E J S T O C E N	Złodowacenie północnopolskie	Stadiał górny	Piaski i mułki tarasów kemowych niższych - tk <sub>0</sub> 2,3 - pm <sup>0</sup> 2,3 Piaski i mułki tarasów kemowych wyższych - tk <sub>0</sub> 2,3 - pm <sup>0</sup> 2,3 Piaski i mułki plateau kemowego - pk <sub>0</sub> 2,3 - pm <sup>0</sup> 2,3 Piaski i mułki kemów - k <sub>0</sub> 2,3 - pm <sup>0</sup> 2,3 Piaski i żwiry ozów - o <sub>0</sub> 2,3 - p <sub>0</sub> 2,3 Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej - gs <sub>0</sub> 2,3 - p <sub>0</sub> 2,3 Piaski ze żwirami i gładzami moren czołowych - g <sub>0</sub> 2,3 - p <sub>0</sub> 2,3 Piaski ze żwirami i gładzami moren martwego lodu - gm <sub>0</sub> 2,3 - p <sub>0</sub> 2,3 Gliny zwałowe - g <sub>0</sub> 2,3 - p <sup>0</sup> 2,3 Piaski wodnolodowcowe - fg <sub>0</sub> 2,3 - p <sup>0</sup> 2,3 Iły warwowe oraz mułki i piaski zastois-kowe - i <sub>0</sub> 2,3 - p <sup>0</sup> 2,3 Lessy - l <sub>0</sub> 2,3 - p <sup>0</sup> 2,3	Akumulacja wód roztopowych w czasie deglacjacji aerolnej lądolodu  Akumulacja wód roztopowych wokół kemów  Akumulacja w przetainach lądolodu  Akumulacja lodowcowa w szczelinach lądolodu  Akumulacja lodowcowa w strefie marginalnej lądolodu  Akumulacja strumieni lodowcowych	Piaski i żwiry budowlane	Warunki budowlane dobre
							Stadiał mazowiecko-podlaski (Warty)	Piaski ze żwirami i gładzami rzeczne (a,b - cykle sedimentacyjne) - p <sub>0</sub> 3-4	Akumulacja rzeczna	Piaski i żwiry budowlane	Wody porowe, zwierciadło na głębokości 2-5 i 5-10 m zanieczyszczone wodami powierzchniowymi. Wodoność różna
							Inter-stadiał pilicki	Piaski ze żwirami rzeczne - p <sub>0</sub> 1,3 <sup>2</sup>	Akumulacja rzeczna	Piaski i żwiry budowlane	
							Stadiał maksymalny	Gliny zwałowe - g <sub>0</sub> 1,3 - p <sup>0</sup> 1,3 Piaski ze żwirami wodnolodowcowe - f <sub>0</sub> 2,3 - p <sup>0</sup> 2,3 Iły warwowe - b <sub>0</sub> 1,3 <sup>3</sup> - i <sup>0</sup> 1,3 <sup>3</sup>	Akumulacja lodowcowa  Akumulacja strumieni lodowcowych  Akumulacja zastois-kowa	Gliny dla potrzeb ceramiki budowlanej  Piaski budowlane  Iły dla potrzeb ceramiki budowlanej	
								Stadiał przed-maksymalny	Gliny zwałowe - g <sub>0</sub> 0,3 - p <sup>0</sup> 0,3	Akumulacja lodowcowa	Gliny dla potrzeb ceramiki budowlanej
								Inter-glacjał mazowiecki (wielki)	Piaski ze żwirami i mułki, rzeczne (a,b, c, d - cykle sedimentacyjne) - p <sub>0</sub> 2-3	Akumulacja rzeczna	Piaski średnio- i różnoziarniste, budowlane
Złodowacenie południowopolskie	Stadiał górny	Gliny zwałowe - g <sub>0</sub> 2 - p <sup>0</sup> 2 Iły i mułki warwowe oraz piaski zastois-kowe - b <sub>0</sub> 2 - i <sup>0</sup> 2	Akumulacja lodowcowa  Akumulacja zastois-kowa				Gliny i iły dla potrzeb ceramiki budowlanej	Wody zawieszono			
	Stadiał dolny	Gliny zwałowe - g <sub>0</sub> 1,2 - p <sup>0</sup> 1,2	Akumulacja lodowcowa								
	Inter-glacjał kromerski	Piaski ze żwirami, rzeczne - p <sub>0</sub> 1-2	Akumulacja rzeczna				Piaski średnio- i różnoziarniste budowlane	Zwierciadło wody na głębokości 40-50 m, wydajności duże			
Preplejstocen (preglacjał)							Mułki (m) oraz piaski i piaski ze żwirami, rzeczne (ppz) - m <sup>0</sup> pp	Akumulacja rzeczna			
E N E O C E N O G E N E N	Neogen	Pliocen	Iły i piaski - ip <sup>1</sup>	Akumulacja w zbiorniku śródlądowym	Piaski budowlane, węgiel brunatny	Brak wody					
		Miocen	Piaski, iły i węgiel brunatny - M			Wody porowe, wydajność bardzo duża					
	Paleogen	Oligocen	Piaski, żwiry i mułki piaszczyste - p <sup>0</sup> 1	Akumulacja morska	Piaski budowlane	Wody porowe, wydajność nieograniczona					
		Eocen	Mułki i piaski pyłowate - mppy <sup>E</sup>								
K R E D A	Kreda górna		Mułowce, piaskowce, gezy, margle i wapie-nie - mc <sup>Cr</sup> 3	Akumulacja morska	Wapienie, margle, gezy i opoki	Wody zmineralizowane typu chlor-kowo-magnezowe-go					
	Kreda dolna		Wapienie, margle, piaskowce, mułowce i piaski - Cr <sub>1</sub>								
	Jura	Portland Kimeryd + oksford	Wapienie i margle - J <sub>0+km</sub>	Akumulacja morska	Wapienie i margle	Wody słabo zmi-neralizowane					
T R I A S	Jura środkowa		Wapienie, iłowce i zlepieńce z syderytami - J <sub>2</sub>								
	Jura dolna (lias)		Iłowce i mułowce - J <sub>1</sub>		Iłowce i mułowce						
	Trias górny	Retyk	Iłowce, mułowce i piaskowce - T <sub>re</sub>								
		Kajper	Piaskowce i iłowce - T <sub>k</sub>								
Trias środkowy (wapień muszlowy)		Wapienie, margle i mułowce - T <sub>2</sub>	Akumulacja morska, wysładzanie morza		Solanka						
Trias dolny (piaskowiec pstry)		Piaskowiec pstry dolny	Iłowce, piaskowce, mułowce i zlepieńce - T <sub>1</sub>								
E S T R A C Y J A	Cechsztyń		Dolomity i anhydryty - P <sub>3</sub>	Akumulacja w przybrzeżnych morzach	Anhydryty						
	Czerwonny spągowiec					Brak wody					
K A R B O N	Karbon górny	Stefan									
		Westfal									
		Namur	Iłowce, mułowce, piaskowce, wapienie i margle - C <sub>wi3+n</sub>	Akumulacja morska i przybrzeżna		Wody słone, chlor-kowo-wapniowe, o zapachu siarkowodoru					
	Karbon dolny	Wizen	Wizen górny Wizen dolny								
Turnej		Turnej górny Turnej dolny									
Sylur	Sylur górny	Podlasie	Iłowce - S <sub>p</sub>	Akumulacja morska							

Następne zalewy morskie w okresie oligocenu doprowadziły do sedymentacji materiału detrytycznego i ilastego. Osady te złożone zostały w południowej części terenu do wysokości kilkudziesięciu metrów powyżej poziomu morza, a w północnej znajdują się na wysokości kilkudziesięciu metrów poniżej poziomu morza.

Później warunki zmieniają się. Morze wycofuje się i w miocenie ma miejsce sedymentacja osadów detrytycznych wyłącznie w zbiornikach śródlądowych (M. Nosek, 1961, 1968). Panował ciepły i wilgotny klimat co sprzyjało rozwojowi szaty roślinnej. Istniały dogodne warunki do sedymentacji szczątków flory w postaci węgla brunatnych grubości od kilku do 8 m. W końcu tego okresu tworzy się rozległy, jednolity zbiornik śródlądowy, plioceński. Przez cały okres pliocenu znoszony jest do zbiornika bardzo drobny materiał pyłowaty oraz tylko niewielkie ilości piasku drobnoziarnistego. Ogólnie sedymentacja osadów plioceńskich jest bardzo monotonna. Obszar arkusza Warka położony jest w zachodniej części zbiornika plioceńskiego, przy jego południowym obrzeżeniu, gdzie miąższość osadów plioceńskich maleje do kilku lub kilkunastu metrów. W środku arkusza osady te osiągają około 50 m miąższości.

Po zakończeniu sedymentacji w zbiorniku śródlądowym, plioceńskim, zachodzą poważne zmiany klimatyczne zapowiadające okres lodowcowy. W związku z tym rzeki płynące z południa transportowały i akumulowały bezpośrednio na utworach zbiornika plioceńskiego w postaci stożków napływowych utwory piaszczysto-żwirowe preglacjalne w kilku cyklach sedymentacyjnych. W poszczególnych cyklach sedymentacja kończyła się utworami drobnoziarnistymi, pyłowatymi lub mułkami zawierającymi często detrytus roślinny i drewno. Osady te reprezentują serię Łekawicy szczegółowo rozpoznaną na obszarze arkusza Magnuszew. Osady te w późniejszym okresie zostały na znacznym obszarze arkusza Warka zerodowane podczas kolejnych okresów interglacjalnych w miejscach formowania przez rzeki dolin zarówno przez Pilicę jak i jej dopływy.

Z okresu najstarszego zlodowacenia nie stwierdzono dotychczas żadnych osadów. Podczas interglacjału kromerskiego na obszarze arkusza Warka rzeki uformowały dwie doliny. Jedną z nich jest kopalna dolina Pilicy przebiegająca równolegle do współczesnego biegu Pilicy, zaznaczająca się w Lechanicach, a druga kopalna dolina - najprawdopodobniej rzeki Czarnej - znajduje się w okolicy Gołębiowa. Pra-Pilica tworząc swą dolinę w Lechanicach rozcięła utwory plioceńskie oraz miocieńskie i sięgnęła do utworów oligo-

ceńskich. Dno jej położone jest na wysokości kilka metrów poniżej poziomu morza. W tej wąskiej i stosunkowo głębokiej dolinie Pilica zaakumulowała osady rzeczne o miąższości do 71 m. W kopalnej dolinie rzeki Czarnej w Gołębiowie nie stwierdzono utworów rzecznych z tego okresu. Jest to dolina znacznie płytsza w porównaniu z doliną w Lechanicach, a jej dno sięgnęło do utworów pliocenu.

W okresie zlodowacenia południowopolskiego łądolód pokrył omawiany teren dwukrotnie - podczas stadiału dolnego i górnego. Z okresu stadiału dolnego zachował się poziom glin zwałowych o niewielkiej miąższości (0,5-1,8 m) w Lechanicach, Gołębiowie i w okolicy Hornig (arkusz Magnuszew). Natomiast z okresu stadiału górnego zachowały się tylko w Gołębiowie osady zastoiskowe zaakumulowane w zbiorniku utworzonym na przedpolu łądolodu podczas jego transgresji.

Utwory zlodowacenia południowopolskiego w znacznym stopniu zostały zerodowane przez Pilicę i jej dopływy podczas formowania przez nie dolin w czasie interglacjału mazowieckiego (wielkiego). Pilica utworzyła wówczas dolinę do 5 km szerokości. Uchodził do niej wówczas w okolicy Warki jeden z prawobrzeżnych dopływów odprowadzających wody z pod Nowej Wsi. W dolinie z okresu interglacjału mazowieckiego Pilica osadziła utwory rzeczne w czterech cyklach sedymentacyjnych o łącznej miąższości 42 m.

Zlodowacenie środkowopolskie wywarło znaczny wpływ na budowę i rzeźbę omawianego obszaru. Wczesny okres nasunięcia się łądolodu zlodowacenia środkowopolskiego zaznaczył się akumulacją glin zwałowych podczas stadiału przedmaksymalnego, co zostało stwierdzone tylko w okolicy Gołębiowa. Przed ponownym nasunięciem się łądolodu stadiału maksymalnego w okolicy Biejkowa i Brankowa utworzyło się zastoisko zwane "zastoiskiem dolnej Pilicy". Na tych osadach zastoiskowych i osadach rzecznych interglacjału mazowieckiego, wypływające z łądolodu strumienie akumulowały na niemal całym terenie arkusza piaski wodnolodowcowe o miąższości do kilkunastu metrów. Wreszcie łądolód stadiału maksymalnego objął swym zasięgiem cały obszar arkusza pozostawiając miąższy pokład glin zwałowych, który zachował się na otaczającej dziś dolinę Pilicy wysoczyźnie. W okresie interstadiału pilickiego rozwijała się głównie denudacja z wyjątkiem obszaru Gołębiowa, gdzie wykształciła się w tym okresie dolina rzeczna. Najprawdopodobniej jest to kopalna dolina rzeki Czarnej.

Transgresja lądolodu następnego stadiału spowodowała utworzenie na jego przedpolu zastoiska stosunkowo rozległego albo niezbyt głębokiego. Świadczą o tym złożone w nim utwory zastoiskowe o miąższości zaledwie kilku metrów. Podczas nasunięcia lądolodu stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) obszar arkusza Warka po raz ostatni został pokryty lądolodem, a osady z tego okresu świadczą o tym, że czoło lądolodu przekroczyło obecną dolinę Pilicy sięgając znacznie dalej na południe co stwierdziła również znacznie wcześniej A. Makowska (1969) w przeciwieństwie do dotychczas przyjmowanych poglądów (S. Z. Różycki 1961a; J. E. Mojski, E. Rühle, 1965). Dowodem są liczne formy lodowcowe występujące po obu stronach Pilicy, a ich układ i przebieg wskazuje na jedną rozległą strefę marginalną lądolodu stadiału mazowiecko-podlaskiego, którą rozciąga Pilica w okresie interglacjału eemskiego. Jak daleko sięga ta strefa poza dolinę Pilicy mogą rozstrzygnąć badania geologiczne prowadzone na obszarze sąsiedniego arkusza, na południe od omawianego terenu.

Strefę tę zaznaczają moreny czołowe i moreny martwego lodu reprezentujące najprawdopodobniej jeden z wyraźniejszych ciągów recesyjnych oscylacji lądolodu stadiału mazowiecko-podlaskiego. Strefa ta jest silnie rozczłonkowana przez liczne doliny o założeniach rynnowych z zachowanymi jeziorami reliktowymi, wzdłuż których wykształciły się na ich zboczach i w osi dolin liczne pagórki akumulacji szczelinowej. Po południowej stronie Pilicy z łatwością można prześledzić dalszy przebieg tych samych dolin rynnowych, mających ten sam kierunek z NW na SE. Po północnej stronie Pilicy na zapleczu tej strefy utworzyło się rozległe plateau kemowe z niespotykaną dotąd na innych terenach dużą ilością kemów, tworzących miejscami całe zespoły. Reprezentują one formy o klasycznych kształtach, a ich wysokości względne w stosunku do plateau są rzędu 10-15 m, a nawet dochodzą do 20 m. Zaznaczają one strefę deglacjacji arealnej. Występujące za doliną Pilicy kemy utworzyły się również na wyrównanych powierzchniach plateau i tarasach kemowych.

Podczas rozpadu lądolodu na bryły zaczął kształtować się istniejącymi dolinami rynnowymi system odpływu wód najpierw wodnolodowcowych, a później rzecznych i ten układ dolin, którymi płyną obecnie strumienie odwadniające ten teren zachował się do dziś.

Po całkowitym ustąpieniu lądolodu z tego obszaru Pilica w okresie interglacjału eemskiego zaczęła formować swą dolinę roz-

cinając wysoczyznę polodowcową do głębokości 30-40 m. W tej wyerodowanej przez Pilicę dolinie zbliżonej w głównych zarysach do dzisiejszej jej doliny, Pilica zaakumulowała w okresie interglacjału eemskiego osady rzeczne w dwóch cyklach sedymentacyjnych, o miąższości do kilkunastu metrów. Na nich bezpośrednio osadzone były przez Pilicę podczas zlodowacenia północnopolskiego utwory rzeczne trzech tarasów nadzalewowych. Geneza i wiek oraz ich położenie wiążą się ściśle z tarasami Wisły. W okresie starszego Dryasu na wyższych tarasach nadzalewowych uformowały się wydmy.

Na początku holocenu Pilica rozpoczęła rozcinanie niższego tarasu nadzalewowego, praskiego wcinając się pod taras zalewowy wyższy. W okresie subborealnym Pilica wcięła się pod taras zalewowy niższy formując dolinę zalewową zachowaną do dziś w tych zarysach. Podczas burzliwych wezbrań Pilica osadzała piaski i mady powodziowe na wyższym tarasie zalewowym.

#### IV. CHARAKTERYSTYKA SUROWCÓW MINERALNYCH

W granicach obszaru arkusza Warka z surowców występujących na powierzchni wyróżniono surowce energetyczne takie jak torfy, węgiel brunatny oraz surowce skalne w skład których wchodzi osady piaszczyste i ilaste (tabl. VI). Z surowców piaszczystych największe znaczenie mają piaski, a z ilastych łączy warwowe, mułki i gliny zwałowe.

**Surowce energetyczne. Węgiel brunatny (wbr).** W profilu osadów miocenijskich na obszarze arkusza Warka występuje w postaci wkładek oraz jednego lub dwóch pokładów nieciągłych stwierdzonych w stropie, o miąższości od 2,4 (otw. 41) do 8,0 m (otw. 9), a w spagu od 2,0 (otw. 14) do 2,6 m (otw. 42). Pokłady węgla zawierają lokalnie cienkie warstewki piasków lub łączy.

**Torfy (t)** uformowały się w starorzeczach Pilicy. Starorzeczce o największej powierzchni wypełnione torfami zachowało się u podnóża krawędzi wysoczyzny w Duckiej Woli. Inne mniejszych rozmiarów znajdują się w licznych miejscach w granicach tarasu zalewowego Pilicy zgrupowane na odcinku od Warki po Michałów Dolny oraz pojedyncze w Kępie Niemojewskiej, Budach Grzegorzeczkich i Budach Michałowskich.

W obiekcie pierwszym "Dolina rzeki Pilicy" (tab. 4) Polskie Towarzystwo Gleboznawcze w Warszawie udokumentowało (A. Zaruszcak 1962) 16 łączy torfów oznaczonych symbolami od "A" do "O". Wszyst-

kie one reprezentują torfowiska niskie. We wszystkich złożach dominuje w stropie torf wełniankowo-sfagnowy, niżej mszysty i turzycowo-mszysty, a najniżej torf turzycowy lub sfagnowy. Charakterystykę poszczególnych złóż przedstawiono w tabeli 5.

Wszystkie złoża są pozabilansowe i nadają się jedynie do lokalnego wykorzystania.

W obiekcie drugim "Góra" Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodnych i Melioracji w Warszawie udokumentowało (M. Mołdawski, 1971) 3 złoża torfów: "A", "B" i "C" - reprezentujących typ torfowisk niskich. Złoża "A" i "B" buduje w całości torf drzewny, a złożo "C" - torf drzewno-turzycowy. Charakterystykę tych 3 złóż zamieszczono w tabeli 6.

W obiekcie trzecim "Ducka Wola" Przedsiębiorstwo Poszukiwań i Badań torfu "Geotorf" (S. Sikorski, 1958) udokumentowało 2 złoża: "A" i "B". Złożo torfu "A" zajmuje powierzchnię 335 ha. Są to torfy trzcinowe, drewnotrzcinowe o średniej miąższości 0,7 m maksymalnej 1,75 m. Reprezentują one typ torfowiska niskiego. Ich średni stopień rozkładu określa się na 29%, a średnia popielność złoża wynosi 15,8%. Zasoby złoża "A" wynoszą 1700 tys. m<sup>3</sup>, w tym bilansowe oceniono na 488 tys. m<sup>3</sup>, a pozabilansowe na 1212 tys. m<sup>3</sup>.

Złożo torfu "B" o typie torfowiska niskiego zajmujące powierzchnię 3 ha reprezentowane jest przez torfy trzcinowe. Złożo to jest pozabilansowe.

Surowce skalne. W a p i e n i e (w), o p o k i (o) i m a r g l e (me). Są to utwory morskie kredy górnej nawiercone w otworze wiertniczym 34 na głębokości 150 m. Stwierdzono je ponadto w otworach wiertniczych 9 i 14, gdzie występują na głębokości 195 m.

Utwory te reprezentują stropowe warstwy kredy górnej, na które składają się wapienie twarde przechodzące w margliste. Na nich leżą margle piaszczyste, następnie gezy i opoki. Te typy skał nawzajem się przewarstwiają i zazębiają.

G l i n y z w a ł o w e (gzw). Stwierdzono je na znacznej powierzchni terenu: w okolicach Warki, w Wichradzu - Piasecznie oraz w Miedzachowie Nowym, Kolonii Boglewska Wola, Maryninie, Biskupicach, Lechanicach, Niemojewicach, Palczewie, w Grabowie nad Pilicą, Podlesiu, Boskiej Woli, Bożym, Budach Augustowskich i Duckiej Woli. Odsłaniają się one w krawędzi wysoczyzny na całej długości po lewej stronie Pilicy od Starej Warki po Biejków oraz po

T a b e l a 4

## Wykaz złóż udokumentowanych i zarejestrowanych

NR wg tabl. VI	Nazwa złoża i położenie na arkuszu	Rodzaj surowca	Wiek surowca	Kategoria zasobów	Zasoby w tys. m <sup>3</sup>	Zastosowanie	Kopaliny towarzyszące	Miejsce przechowywania dokumentacji Rok jej wydania
1A (I-V)	Złoże "Dolina rzeki Pilicy" na odcinku Warka - Michałów Dolny	Torfy	Q	C <sub>2</sub> (d)455	178			
1B					54			
1C					17			
1D					32			
1E					5			
1F					23			
1G					21			
1H		Torfy	Q		27	Surowiec opałowy		Instytut Melioracji i Użytków Zielonych Warszawa-Falenty, 1962
1I					13			
1J					39			
1K					128			
1L					41			
1Ł					90			
1M					39			
1N					46			
1O					55			
2A	Złoże "Góra"	Torfy	Q	C <sub>2</sub> (g)171	113	Surowiec rolniczy		Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Warszawa-Falenty, 1971
2B					18			
2C					79			

3A	Złoże "Ducka Wola"	Torfy	Q	C <sub>2</sub> (d) 108	1700	Surowiec opałowy	Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Warszawa-Falenty, 1958
3B					13		
4	Złoże "Gański"	Iły warwowe	Q			Kruszywo glinopopry- towe i ke- ramzytowe	Przedsiębiorstwo Geo- logiczne w Warszawie i Centr. Arch. Geol. Inst. Geol., Warszawa 1970
5	Złoże "Warka"	Iły warwowe i gliny zwałcowe	Q	C <sub>2</sub>	bilanso- we - 639350 pozabi- lansowe - 507960	Cegła pełna Dziurawka, pustaki ce- ramiczne	Wojewódzki Zarząd Ministerstwa Prze- mysłu Drobniego i Centr. Arch. Geol. Inst. Geol., Warsza- wa, 1957
6	Złoże "Biała Góra"	Piaski	Q			Piaski budowlane	Przedsiębiorstwo Geo- logiczne w Kielcach i Centr. Arch. Geol. Inst. Geol., Warszawa 1967
7	Złoże "Małe Boże"	Piaski	Q			Piaski budowlane	Przedsiębiorstwo Geo- logiczne w Kielcach i Centr. Arch. Geol. Inst. Geol., Warszawa 1967

Tabela 5

## Charakterystyka złoża torfów "Dolina rzeki Pilicy"

Nr złoża wg tabl. VI	Powierzchnia torfu w ha	Srednia miazszosc torfow w m	Maksymalna miazszosc torfow w m	Zasoby w tys.m <sup>3</sup>	Srednia popielnosc zloza w %	Sredni stopien rozkladu w %
1A (I-V)	24,1	0,74	1,35	178	27,4	37,6
1B	9,2	0,59	0,70	54	> 25,0	35,0
1C	2,8	0,61	0,70	17	25,0	30,0
1D	2,6	1,22	1,55	3,2	25,0	35,0
1E	2,1	0,23	0,30	5	25,0	35,0
1F	11,3	0,20	0,30	23	25,0	40,0
1G	5,2	0,38	0,50	21	25,0	30,0
1H	8,9	0,30	0,40	27	25,0	30,0
1I	5,6	0,23	0,30	13	25,0	30,0
1J	14,9	0,26	0,40	39	25,0	30,0
1K	18,8	0,68	0,80	128	25,0	30,0
1L	16,3	0,25	0,40	41	25,0	35,0
1Ł	20,7	0,87	1,05	90	29,8	35,0
1M	8,1	0,48	0,60	39	25,0	30,0
1N	5,8	0,80	0,90	46	25,0	35,0
1O	7,4	0,75	0,90	55	25,0	30,0

prawej stronie od Grabowa nad Pilicą po Niedabył. Są to gliny piaszczyste z gładzami, do głębokości 1,5 m odwapnione. Reprezentują one tu osady lodowcowe dwóch stadiów zlodowacenia środkowopolskiego. Największą miąższość wynoszącą do 10 m osiągają gliny zwałowe stadiału maksymalnego. Stanowią one surowiec do produkcji cegieł, z tym, że są one wapniste i zawierają liczne gładziki. Z braku innych surowców są miejscami eksploatowane przez ludność miejscową na potrzeby lokalne.

T a b e l a 6

## Charakterystyka złoża torfów "Góra"

Nr złoża wg tabl. VI	Powierzchnia torfu w ha	Średnia miąższość torfów w m	Maksymalna miąższość torfu w m	Zasoby w tys. m <sup>3</sup>	Średnia popielność złoża w %	Stopień rozkładu w %
2A	21,0	0,54	0,80	113	37,6	45-50
2B	4,5	0,41	0,60	18	35,0	45-50
2C	13,0	0,61	0,80	50	30,4-35,1	50

I ł y w a r w o w e (iw) i i ł y (i). Iły warwowe występują na niewielkiej powierzchni w Warce. Zostały zakwalifikowane i udokumentowane przez Ministerstwo Przemysłu Drobniego i Rzemiosła (J. Karski, 1957) jako surowce ilaste ceramiki budowlanej (złozę "Warka").

Na podstawie wyników badań makroskopowych, chemicznych, technologicznych i wskaźnikowych wykonanych przez Zakład Gleboznawstwa Politechniki Warszawskiej stwierdzono, że opisywane iły warwowe są surowcem nadającym się do produkcji cegły pełnej, dziurawki i pustaków ceramicznych. Iły te zawierają przeciętnie ca 17% CaCO<sub>3</sub>, jednak występuje on w dość dużym rozdrobnieniu. Stosunkowo rzadko widoczny jest CaCO<sub>3</sub> w postaci kongrecji. Omawiane iły warwowe posiadają dużą plastyczność i muszą być uzupełnione materiałem schudzającym w postaci piasku luźnego w ilości od 20 do 35%. Nie stwierdzono w nich szkodliwych domieszek w postaci FeS<sub>2</sub> i MgS<sub>2</sub>. Wskazany jest wypał w temperaturze 950°C. W stropie iłów występują miejscami piaski pyłowate. Niektóre z nich przy małej zawartości CaCO<sub>3</sub> mogą być używane jako materiał schudzający. Oszacowano zasoby bilansowe surowca na 639 350 m<sup>3</sup> i pozabilansowe na 507 960 m<sup>3</sup>. Łącznie zasoby surowca ilastego wynoszą 1 147 310 m<sup>3</sup>.

Iły warwowe w okolicach Gąsek (złoże "Gąski") udokumentowało Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie (Z. Domańska, 1970) w ramach poszukiwań złóż surowców ilastych do produkcji kruszyw lekkich - keramzytu. Miąższość warstwy surowca waha się w granicach od 0,9 - 2,8 m w południowo-wschodniej części obszaru do 3,8 - 5,2 m w północnej i północno-zachodniej jego części. Zmienny jest również nadkład i wynosi 0,9-1,8 m.

Z uzyskanych danych wynika, że złoże bilansowe znajduje się w zachodniej i północnej części obszaru badań, a więc wykracza poza granice obszaru arkusza Warka. W zachodniej części badanego terenu występuje surowiec bardziej plastyczny o przewadze frakcji łożej. We wschodniej natomiast surowiec jest bardziej mułkowaty.

Obszar Gąsek należy uznać za perspektywiczny pod względem występowania surowca do produkcji kruszywa glinoporytowego, a być może i keramzytowego.

Iły (i) pochodzą z utworów trzeciorzędowych - pliocenkich. Są to tłuste, bezwapienne iły, nie mające tutaj dużej miąższości, gdyż wypełniają południową część niecki mazowieckiej gdzie w wielu miejscach zostały częściowo lub całkowicie wyerodowane przez Pilicę i jej dopływy w okresie interglacjału mazowieckiego i eemskiego. Miąższość ich wynosi zaledwie od kilku do kilkunastu metrów. Używane są do wyrobu keramzytu.

M u ł o w c e (mc), p i a s k o w c e (pc) i g e z y (ge). Utwory te reprezentują strop osadów kredy górnej. Stwierdzono je w południowej części obszaru arkusza Warka, w otworach wiertniczych 41, 44 i 45, na głębokości od 80,0 do 140,0 m.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e (pż-f). Źródłem tych utworów na obszarze arkusza Warka są moreny czołowe, moreny martwego lodu, ozy i pagórki akumulacji szczelinowej. Moreny czołowe występują w okolicach Starej Warki, gdzie tworzą rozległy wał o długości kilku km, składający się z kilku pagórków. Utwory piaszczysto-żwirowe są już w większości miejsc wyeksploatowane. Formy moren martwego lodu występują między innymi na południe od Lasek oraz w Ignacówce. Składają się na nie piaski różnoziarniste z przewagą gruboziarnistych, z licznymi żwirami i gładkami, występującymi w licznych warstwach i soczewkach. W stropie piaski i żwiry są zaglinione, z licznymi agregatami żelazistymi i manganowymi, najczęściej tworzące bruk lub pakiety zwałowego materiału gładkowo-żwirowego. Miejscami przykryte są glinami zwałowymi ablacyjnymi.

W ozach i pagórkach akumulacji szczelinowej występuje materiał piaszczysto-żwirowy znacznie lepiej przemyty i przesegregowany. Największą miąższość (ponad 10 m) stwierdzono w ozie w Zastoczcu oraz w pagórkach akumulacji szczelinowej w Niemojewicach, Strzyżynie i Ignacówce. Piaszki i żwiry są w tych miejscach eksploatowane przez ludność miejscową.

Piaszki drobnoziarniste: eoliczne (pd-e) i wodnolodowcowe (pd-fg); piaszki różnoziarniste rzeczne (pr-f). Z piasków drobnoziarnistych eolicznych (pd-e) zbudowane są liczne wydmy uformowane wyłącznie po południowej stronie Pilicy na jej tarasach nadzalewowych oraz na wysoczyźnie, gdzie zostały nawiane z tarasów Pilicy przez wiatry północno-zachodnie. Miąższość ich w wysokich wydmach wynosi do 10 m. Wydmy utworzyły się także w wielu miejscach u podnóża form lodowcowych. Miejscami piaszki wydmore zostały nawiane na wierzchołki form lodowcowych wyraźnie je nadbudowując.

Piaszki drobnoziarniste wodnolodowcowe (pd-fg). Występują głównie w krawędziach wysoczyzny lodowcowej po obu stronach Pilicy. Miąższość ich jest rzędu kilku metrów. Są to piaszki drobnoziarniste z niewielką domieszką żwirów drobnych. Z uwagi na fakt, że zazwyczaj odsłaniają się one w zboczach wysoczyzny są trudne do eksploatacji.

Piaszki różnoziarniste rzeczne (pr-f). Źródłem tych utworów są tarasy nadzalewowe Pilicy. Na osady te składają się piaszki różnoziarniste z przewagą drobnoziarnistych, z domieszką drobnych żwirów; ich miąższość wynosi kilkanaście metrów. Miejscami są one eksploatowane przez ludność miejscową na potrzeby gospodarskie i do budowy dróg. Eksploatację ich utrudnia stosunkowo wysokie położenie poziomu wód gruntowych utrzymującego się na tarasach Pilicy średnio na głębokości 2 m od powierzchni terenu i jest związane z lustrem wody Pilicy.

Surowcem nadającym się do eksploatacji są również piaszki z dna Pilicy. Nie były one dotąd wydobywane ani też nie mają opracowanej dokumentacji.

Szczegółową dokumentację piasków rzecznych tarasów nadzalewowych Pilicy opracowało Przedsiębiorstwo Geologiczne w Kielcach (B. Kwapisz, W. Skórski, 1967), na zlecenie Wydziału Geologii Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Kielcach. Prace poszukiwawcze

proawodono w Białej Górze celem udokumentowania piasków do betonów komórkowych (złóże "Biała Góra"). Odwiercono 8 otworów w granicach od 2,0 do 5,5 m głębokości. Stwierdzono, że seria piaszczysta w stropie jest żwirzasta i wtórnie wzbogacona we frakcję gruboziarnistą. Stropowa część kompleksu piaszczystego posiada poza tym charakterystyczną strefę orsztylizacji widoczną w płytłych odkrywkach. Orsztylizacja występuje do głębokości 1 m. Głębiej występują piaski drobnoziarniste z domieszką kilku procent frakcji powyżej 2 mm. Piaski te są warstwowane przekątnie i posiadają soczewkowate wkładki piasków gruboziarnistych lub drobnych żwirów.

Stosunki hydrogeologiczne omawianego obszaru są bardzo niekorzystne z punktu widzenia przydatności piasków do produkcji betonów komórkowych. Zwierciadło wody gruntowej występuje w nich od głębokości 1,0 m do 4,5 m. Z uwagi na zawodnienie i małą miąższość serii piaszczystej złóże to nie odpowiada kryterium bilansowości.

Obiektem poszukiwań piasków do betonów komórkowych był również obszar położony w Małym Bożu (B. Kwapisz, W. Skórski, 1967 - złóże "Małe Boże"). Wykonano w tym celu na tym obszarze 12 otworów od 3 do 6,5 m głębokości. Okazało się, że złóże w Małym Bożu podobnie jak w Białej Górze nie odpowiada kryterium bilansowości.

P i a s k i p y ł o w a t e z i ł a m i i m u ł k a m i, w o d n o l o d o w c o w e (ppim-fg); p i a s k i p y ł o w a t e z m u ł k a m i, w o d n o l o d o w c o w e (ppm-fg). Utwory te budują tarasy kemowe i plateau kemowe. Zajmują rozległe powierzchnie i są najczęstszym surowcem występującym w granicach obszaru arkusza Warka. Miąższość ich wynosi od kilku do kilkadziesiątu metrów. Eksploatowane są w licznych odkrywkach na tarasach kemowych i plateau kemowym na potrzeby budownictwa. Obszary występowania tych osadów są obszarami perspektywicznymi do poszukiwań piasków pyłowatych i mułków.

#### V. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

Na obszarze arkusza Warka występują dość liczne ciek i spływaające z wysoczyzny oraz p o d m o k ł o ś c i zachowane na tarasach nadzalewowych i zalewowych Pilicy oraz u podnóża wysoczyzny lodowcowej po południowej stronie Pilicy. Równie liczne są w y s i ę k i zwłaszcza w stromej krawędzi wysoczyzny po północnej stronie Pilicy.

Wyniki uzyskane z pomiarów wód w studniach gospodarczych w 1983 roku oraz obserwacje wód w sondach pozwalają wydzielić na arkuszu Warka następujące obszary występowania pierwszego zwierciadła wody na różnych głębokościach (tabl. VII).

**Wody podziemne.** Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody: 0-2 m. Wody na tej głębokości występują na całym obszarze zalewowej doliny Pilicy i w dolinach jej dopływów, następnie na znacznym obszarze w obniżeniach najwyższego tarasu nadzalewowego Pilicy u podnóża krawędzi wysoczyzny lodowcowej, po południowej stronie Pilicy.

Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody: 2-5 m. Obszary z występowaniem pierwszego zwierciadła wody na tej głębokości to przede wszystkim rozległe powierzchnie najwyższego tarasu nadzalewowego Pilicy oraz obszary wysoczyzn po obu stronach Pilicy.

Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody: 5-10 m. Wody na tej głębokości występują na wysoczyźnie po obu stronach Pilicy, zwłaszcza na dużej powierzchni plateau kemowego po północnej stronie Pilicy, gdzie poziom wodonośny utrzymuje się w osadach wodnolodowcowych.

Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody: 10-20 m. Występowanie wód na tej głębokości stwierdzono na obszarze najwyższej wzniesionej n.p. m. plateau kemowego na północ od doliny Pilicy w rejonie Rudawicy i Piaseczna. Jest to poziom wodonośny utrzymujący się w osadach wodnolodowcowych.

Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody: > 20 m. Wody na tej głębokości zarejestrowano wyłącznie we wschodniej części wysoczyzny po północnej stronie Pilicy w okolicy Ostrołęki. Reprezentują one swobodny poziom wodonośny występujący w utworach rzecznych interglacjału mazowieckiego (wielkiego). Jest to poziom zasobny, o dobrej jakości wody.

Ponadto na wysoczyźnie spotyka się obszary występowania wód zawieszonych w glinach żwawych.

Na omawianym obszarze istnieje szereg ujęć wodnych.

Wody poziomu trzeciorzędowego (oligocenijskie) nawiercono w 3 otworach wiertniczych: na terenie Zakładów Piwowarskich w Warce (otw. 9), na stacji Warka (otw. 14) i w Michałowie (otw. 34).

Szczegółowe dane o poziomie wód podziemnych z oligocenu znane są wyłącznie z otworu wiertniczego nr 9 odwierconego w ostatnich latach (1979) do głębokości 3160 m, na terenie Zakładów Piwowarskich w Warce (J. Stepek, 1979). Wodę poziomu oligocenijskiego nawiercono w tym otworze na głębokości 160,0 m od powierzchni, a zwierciadło wody ustabilizowało się na 15,5 m poniżej powierzchni terenu. Ciśnienie może więc osiągać wartość 144,5 m. Jest to poziom wodonośny należący do regionu wód oligocenijskich Niecki Mazowieckiej. Wydajność tego poziomu została określona na 26,5 m<sup>3</sup>/godz przy depresji 53,0 m (J. Stepek, 1979). Analiza fizyko-chemiczna wody wykazała, że poziom ten charakteryzuje się słaboalkalicznym odczynem i średnią twardością wyłącznie węglanową. Związki żelaza przekraczają normę i wynoszą 2,3 mg/l. Mangan stwierdzono wyłącznie w ilościach śladowych. Z uwagi na ponad normatywną zawartość żelaza woda z tego otworu wymaga uzdatnienia. Pod względem bakteriologicznym woda poziomu oligocenijskiego w tym otworze nie budzi zastrzeżeń.

Przedmiotem obserwacji i badań był również poziom wód podziemnych z otworu wiertniczego nr 34 odwierconego kilkanaście km na południowy zachód od Warki, w Michałowie, zakończony na głębokości 3145,2 m w osadach syluru. Nawiercono w tym otworze kilka poziomów wód podziemnych. Poziom I nawiercono na głębokości 1170,2 - 1192,0 m, na pograniczu osadów kredy i jury. Zwierciadło ustalone tego poziomu stanowi samowypływ do wysokości 30 m ponad powierzchnię terenu. Woda tego poziomu ma twardość ogólną 4,73 mv. Zawartość ogólna żelaza wynosi 5,54 mg/l, magnezu 6,5 mg/l, a wapń występuje w ilości 71,8 mg/l.

Poziomy od II do V to poziomy wód zmineralizowanych - poziom II z głębokości 1700,7 m - jura dolna, poziom III z 1943,0 m - trias-kajper, poziom IV z głębokości 2251,8 m - trias-pstry piaskowiec, poziom V z głębokości 2402,6 m - perm-cechsztyń.

Ujęcia wód z utworów czwartorzędowych dokonano: w Piasecznie (otw. 2, B. Cydzik 1973), w Nowej Wsi (otw. 5) dla Technikum Ogrodniczo-sadowniczego (B. Płaczkowska, 1967), w Laskach (otw. 8)

na terenie Stacji Hodowli Roślin (E. Szcześniak, 1965), w Warce dla Zakładów Piwowarskich (otw. 10, T. Jarmużyńska 1970), w Fabryce Urządzeń Mechanicznych (otw. 18, B. Wierzchowska 1969), w Wytwórni Win (otw. 20), na terenie Oczyszczalni Ścieków (otw. 21, K. Czarkowska, 1973), w Wodociągach Miejskich (otw. 25, J. Gronostajska 1966), w Michałowie (otw. 33, J. Wiśniewska, 1971), w Nowej Woli (otw. 37, T. Toszek 1979) i w Niedabyłu (otw. 43, G. Słowiak 1979).

Wymienione ujęcia czerpią wodę z osadów rzecznych interglacjału mazowieckiego. Wydajność poziomu wody podziemnej waha się w nich średnio w granicach od kilkunastu do  $50,0 \text{ m}^3/\text{godz.}$  Woda czerpana z tych osadów jest lekko mętna (wskutek wytrącania się związków żelaza obecnych w mniejszej lub większej ilości), posiada też podwyższoną zawartość związków manganu. Pod względem chemicznym poza żelazem i manganem nie budzi zastrzeżeń. Badania bakteriologiczne wody wykazały pewien stopień zanieczyszczenia lub silne zanieczyszczenie. Jest to woda o średniej twardości wyłącznie węglanowej.

Użycie wody do celów pitnych wymaga uzdatnienia w zakresie odżelazienia i odmanganienia.

## VI. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Warunki geologiczno-inżynierskie dla szeroko pojętego budownictwa i przestrzennego zagospodarowania terenu uzależnione są od budowy geologicznej i ukształtowania powierzchni badanego obszaru oraz od warunków hydrogeologicznych. Wszystkie te elementy uwzględniono przy charakterystyce poszczególnych obszarów przedstawionych na szkicu (tabl. VIII). Szczegółowe dane o geomorfologii i warunkach hydrogeologicznych tych obszarów uzupełniają odpowiednie szkice (tabl. I, VII).

Zastrzec należy, że okolice Warki szczególnie położone po północnej stronie doliny Pilicy to obszary ogrodnicze i rolnicze i ze względu na korzystne warunki dla gospodarki rolnej powinny pozostać w takim użytkowaniu.

**Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich korzystnych dla budownictwa.** Obszary gruntów spoiwistych, zwartych, półzwartych i twardoplastycznych oraz gruntów sypkich średniozagęszczonych na których nie wy-

stępują zjawiska geodynamiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m. Większość obszarów na arkuszu Warka posiada korzystne warunki geologiczno-inżynierskie. Należą do nich równinne obszary wysoczyzn polodowcowych zbudowane z glin zwałowych lub piasków wodnolodowcowych. Gliny zwałowe stanowią grunty zwarte, półzwalte i twaroplastyczne. Osady wodnolodowcowe występujące tu na rozległych powierzchniach to grunty średniozagęszczone. Poza niewielkimi płytkimi lokalnymi zagłębieniami nie ma na tych obszarach płytkich wód podziemnych. Zawieszane wody gruntowe w soczewkach piaszczystych glin zwałowych nie mają większego znaczenia.

**Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo.** Obszary gruntów słabonośnych (grunty organiczne). Do obszarów tych zaliczono grunty organiczne reprezentowane na omawianym obszarze przez torfy. Występują one w dolinie zalewowej Pilicy w strefie przykrawędziowej wysoczyzny polodowcowej i przykrawędziowych strefach tarasów nadzalewowych. Wody gruntowe występują w nich płytko pod powierzchnią i powodują powstawanie obszarów podmokłych. Grunty organiczne są gruntami nienośnymi i nie nadają się do bezpośredniego posadowienia.

Obszary płytkiego występowania wód gruntowych (0 - 2 m). Graniczą one z obszarami gruntów organicznych. W większości obszary płytkiego występowania wód gruntowych spotyka się na tarasach zalewowych zarówno w dolinie Pilicy jak w dolinach jej dopływów oraz w zagłębieniach bezodpływowych na wysoczyźnie. Na tych obszarach brak jest warunków sprzyjających dla budownictwa.

Obszary zalewane w czasie powodzi. Są to rozległe powierzchnie tarasów zalewowych Pilicy i jej dopływów, które rokrocznie są zalewane przez rzeki. Nie nadają się one pod zabudowę.

Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych. Obszary te występują w strefie wysokiej stromej krawędzi wysoczyzny polodowcowej w okolicach Warki. Obserwuje się tutaj osuwiska, obrywy i spejzywanie. Spejzywanie zachodzi w miejscach występowania ilów zasto-

iskowych szczególnie w miejscach licznych wysięków wody. Zjawiska obrywów i osuwisk notuje się tu w krawędzi stromej wysoczyzny w okolicach Warki, oraz w Starej Warce, gdzie krawędź wysoczyzny jest współcześnie podmywana przez Pilicę.

**Zjawiska geodynamiczne.** Krawędzie i skarpy. Obszary o dużych spadkach (powyżej 12%) obejmują wysoką stromą krawędź wysoczyzny polodowcowej po północnej stronie Pilicy na odcinku od Niemojewic do Starej Warki. Wysokie spadki notowane są poza tym w obrębie wzgórz kemów, ozów i pagórków akumulacji szczelinowej oraz moren czołowych i martwego lodu. Spadki duże (4-12%) utrudniają budownictwo. Posadowienie nad skarpią lub na wzniesieniach form polodowcowych ma jednak poważny walor krajobrazowy.

**Zjawiska hydrogeologiczne.** Ze zjawisk hydrogeologicznych dominują na omawianym obszarze wysięki, które występują w krawędzi wysoczyzny, po lewej stronie Pilicy, między innymi w Niemojewicach i Szwabach oraz źródło zaobserwowane w Michałowie Górnym.

x

x

x

Piaskownie, żwirownie i glinianki są wynikiem działalności człowieka i lokalnie mogą ograniczać korzystne warunki do budownictwa. Wzdłuż wyrobisk zachodzą intensywne procesy geodynamiczne, a dna odkrywek zamieniają się często w płytkie zbiorniki wód stojących. Tereny przyległe do wyrobisk nie nadają się zwykle do posadowienia budowli trwałych.

## VII. PODSUMOWANIE

W wyniku szczegółowego kartowania geologicznego na obszarze arkusza Warka uzyskano bardziej szczegółowy obraz mapy geologicznej w skali 1:50 000 w stosunku do istniejących map geologicznych przeglądowych między innymi opracowanych w skali 1:300 000 i 1:200 000, jak również magisterskich opracowań kartograficznych wykonywanych po północnej stronie Pilicy pod kierunkiem H. Ruszczyńskiej.

Nowe opracowanie mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ukazuje szczegółowej granice wydzieleni oraz wprowadza większą ilość wydzieleni stratygraficznych i facjalnych oraz wykazuje liczne dotąd nie znane formy lodowcowe zwłaszcza po południowej

stronie Pilicy. Przede wszystkim zostały wyróżnione duże ilości kemów położone na obszarze plateau kemowego bądź na poszczególnych tarasach kemowych oraz liczne pagórki akumulacji szczelinowej i ozy. Udowodniono ponadto, że doliny o założeniach rynnowych występujące w południowej części obszaru kontynuują się w tym samym kierunku po północnej stronie Pilicy co dowodzi, że obecna dolina Pilicy jest stosunkowo młoda i powstała znacznie później; uformowała ją Pilica rozcinając w okresie interglacjału eemskiego strefę marginalną i strefę deglacjacji arealnej lądolodu stadiau mazowiecko-podlaskiego zlodowacenia środkowopolskiego.

Przy niniejszym opracowaniu sporządzono na podstawie istniejących otworów wiertniczych szkic podłoża osadów czwartorzędu (tabl. III) ukazując kopalne doliny z okresu interglacjału kromerskiego.

W zakresie stratygrafii stwierdzono występowanie na tym terenie dotychczas nieznanymi osadów eocenu, wyróżnionych na podstawie badań palinologicznych.

Wyróżniono dalsze stanowiska osadów preglacjalnych (preplejstoczeńskich), następnie osady trzech interglacjałów (kromerskiego, mazowieckiego i eemskiego) oraz trzech zlodowaceń (południowopolskiego, środkowopolskiego i północnopolskiego).

Metodą termoluminescencji uzyskano wiek glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego i południowopolskiego. Określenie wieku glin zwałowych tą metodą jest zgodne z wynikami uzyskanymi z badań petrograficznych glin zwałowych przeprowadzonych przez Zakład Petrografii i Mineralogii Instytutu Geologicznego.

W wyniku zestawienia całości materiałów geologicznych uzyskano ocenę występowania osadów o znaczeniu surowcowym. Osady ozów, pagórków akumulacji szczelinowej, moren czołowych i martwego lodu są od dawna eksploatowane i mają duże znaczenie w lokalnym zaopatrzeniu w piaski i piaski ze żwirami. Z form tych wybierane są najlepsze fragmenty złóż. Złoża te nie były dotąd dokumentowane. W następstwie pozostaje teren zdewastowany i nie rekultywowany. Należałoby zalecać eksploatację pełnej serii występujących osadów w tych formach i użytkowanie wszystkich frakcji żwirowych i piaszczystych i pozostawienie terenu w stanie nadającym się pod uprawę.

Prace zwiadowcze w poszukiwaniu piasków do betonów komórkowych w miejscowości Biała Góra ze względu na płytkie występowanie zwierciadła wody dało wynik negatywny. Przerwano prace badawcze nad dokumentacją złóż surowców ilastych do produkcji kruszywa lekkiego

w miejscowości Gąski-Gośniewice ze względu na występowanie w tym rejonie bardzo dobrych gruntów podlegających ochronie. Przeprowadzono prace badawcze w poszukiwaniu piasków w okolicy Niedabyła i w Małym Bożu. Obecnie zarzucono eksploatację udokumentowanego złoża iłów warwowych w Warce.

Z pośród surowców ilastych w dużej ilości występują gliny zwalowe i mułki ilaste, jednak przeznaczenie ich do celów surowcowych nie jest zalecane, gdyż trzeba uwzględnić problem niszczenia stosunkowo dobrych obszarów ogrodniczo-rolniczych.

Na podstawie istniejących materiałów określono warunki hydrogeologiczne. Za wyjątkiem obszaru doliny Pilicy obszar omawiany należy do terenów stosunkowo suchych. Istnieją rozległe obszary o występowaniu pierwszego poziomu zwierciadła wody na głębokości 2-5 m i od 5 do 10 m. Następnie występuje sieć drobnych dolinek z licznymi jeziorami oraz zagłębienia bezodpływowe z podmokłościami.

Warunki geologiczno-inżynierskie na większości obszaru są dobre dla budownictwa. Jednak nie może być przeznaczony pod budownictwo obszar żyznych gleb utworzonych na iłach i mułkach warwowych oraz mułkach wodnolodowcowych zajętych w większości przez olbrzymie połacie osadów.

Niekorzystne warunki geologiczno-inżynierskie istnieją w strefie wysokiej krawędzi wysoczyzny podcinanej obecnie w kilku miejscach przez Pilicę. Obserwuje się w niej liczne wysięki wody. Mogą w tej strefie w określonych warunkach wodnych powstawać osuwiska oraz obrywy gruntów.

Na obszarze arkusza Warka istnieje możliwość stworzenia większej ilości od istniejących w Warce i Białej Górze ośrodków wypoczynku i rekreacji. Dogodne tereny do rekreacji znajdują się w okolicach Starej Warki oraz na rozległych powierzchniach tarasu nadzalewowego Pilicy zwłaszcza po jej południowej stronie.

Warszawa, 1985 r.

Zakład Zdjęć i Map  
Geologicznych  
Instytutu Geologicznego

## L I T E R A T U R A

- B a r a n i e c k a M. D., 1975 - Znaczenie profilu z Ponurzycy dla badań genezy i wieku preglacjału Mazowsza. Kwart. Geol. T. 19, nr 3. Warszawa.
- B a r a n i e c k a M. D., 1980 - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 ark. Grójec. Inst. Geol. Warszawa.
- B a r a n i e c k a M. D., M a k o w s k a A., M o j s k i J. E., N o w a k J., S a r n a c k a Z., S k o m p s k i S., 1978 - Stratygrafia osadów czwartorzędowych Niziny Mazowieckiej oraz jej południowego i zachodniego obrzeżenia. Biul. Inst. Geol. 306. Warszawa.
- D o m a ń s k a Z., 1970 - Orzeczenie o występowaniu surowca ilastego do produkcji kruszywa lekkiego w rejonie miejscowości Gąski. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- G a l o n R., 1937 - Sprawozdanie z badań nad stratygrafią dyluwium wzdłuż Wisły pomiędzy Warszawą a Dęblinem. Spraw. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, nr 30. Poznań.
- C i u k E., R ů h l e E., 1952 - Dwa przekroje przez dolinę Pilicy pod Białoobrzegami. Biul. Państw. Inst. Geol. nr 68. Warszawa.
- C y d z i k B., 1973 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w Piasecznie. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- C z a r k o w s k a K., 1973 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych na terenie oczyszczalni ścieków w Warce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- G i e l M. D., 1971 - Stratygrafia podłoża podoligoczeńskiego na obszarze Białoobrzegi-Jedlińsk-Głowaczów. Kwart. Geol. T. 15, z. 2. Warszawa.
- G r o n o s t a j s k a J., 1966 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych na terenie wodociągów miejskich w Warce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- G r z y b o w s k i K., 1966 - Recesja stadiału Warty (złodowacenie środkowopolskie) w okolicach Warki nad Pilicą. Acta Geol. Pol., v. 16, nr 3. Warszawa.
- G r z y b o w s k i K., 1970 - Uwagi o środowisku sedymentacji niektórych osadów kemowych. Acta Geol. Pol., v. 20, nr 4. Warszawa.

- J a r m Ź y ń s k a T., 1972 - Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych dla browaru w Warce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- K a r a s z e w s k i W., 1952a - Stratygrafia utworów czwartorzędowych i występowanie lessów podmorenowych w rejonie Warki nad dolną Pilicą. Biul. Państw. Inst. Geol., nr 66. Warszawa.
- K a r a s z e w s k i W., 1952b - Okolice Góry Kalwarii i Warki. W: Przewodnik wycieczkowy XXV Zjazdu Państw. Inst. Geol. w Warszawie. Warszawa.
- K a r s k i J., 1957 - Uproszczona dokumentacja geologiczna złóż minerałów ilastych ceramiki budowlanej. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- K o s m o w s k a - C e r a n o w i c z B., 1966 - Osady preglacjalne dorzecza środkowej Wisły. Pr. Muzeum Ziemi, nr 9. Warszawa.
- K w a p i s z B., S k ó r s k i W., 1967 - Sprawozdanie z geologicznych prac zwiadowczych za piaskami do betonów komórkowych w miejscowości Biała Góra. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- L i c h n o w s k a Z., 1967 - Sprawozdanie geologiczne z badań zwiadowczych za piaskami do betonów komórkowych w rejonie miejscowości Małe Boże-Kielce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- M a k o w s k a A., 1968 - Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, wyd. B, arkusz Radom. Inst. Geol. Warszawa.
- M a k o w s k a A., 1969 - Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, wyd. A, arkusz Radom. Inst. Geol. Warszawa.
- M a k o w s k a A., M o j s k i J. E., R z e c h ǒ w s k i J., 1968 - Boundary between Tertiary and Quaternary in the Light of the Research of Eoplejstocene Deposits in the Foreland of the Middle Polish Uplands. Inter Geol. Congr. Report of the Twenty-Third Session. Acad. Prague.
- M a k o w s k a A., 1976 - Staroplejstocieńskie osady organogeniczne w Ceteniu i ich związek z serią preglacjalną południowego Mazowsza. Kwart. Geol. T. 20, nr 3. Warszawa.
- M a r e k S., 1980 - Profile stratygraficzne otworów wiertniczych niecki warszawskiej (płockiej). Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- M a r e k S., 1983 - Budowa geologiczna niecki warszawskiej (płockiej) i jej podłoża. Pr. Inst. Geol. CIII. Warszawa.

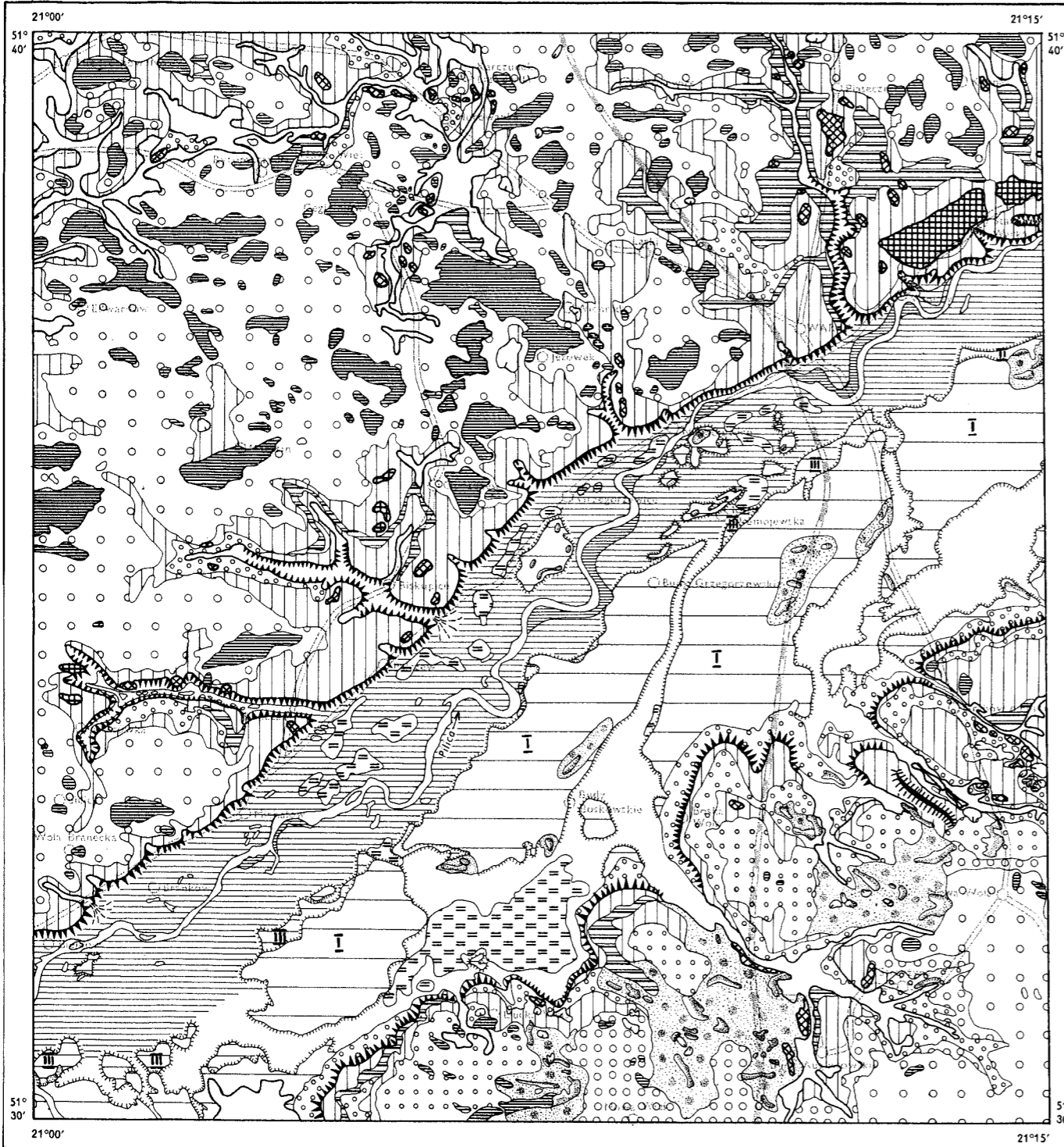
- M o j s k i J. E., R ũ h l e E., 1965 - Atlas geologiczny Polski 1:3 000 000. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne, z. 12. Czwartorzęd. Inst. Geol. Warszawa.
- M o ł d a k o w s k i M., 1971 - Torfowisko "Góra". Arch. Inst. Melior. i Użytk. Ziel. Warszawa - Falenty.
- N o s e k M., 1961 - Poszukiwanie złóż węgla brunatnego na południe od Głowaczowa. Kwart. Geol. T. 5, nr 4. Warszawa.
- N o s e k M., 1968 - Trzeciorzęd między Białobrzegami, Bukownem i Jedlińskiem. Biul. Inst. Geol. 208. Warszawa.
- P ł a c z k o w s k a B., 1967 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w Nowej Wsi koło Warki na terenie Technikum Ogrodniczo-sadowniczego w Warszawie. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- R o s ł a n i e c - C h o d n i k i e w i c z M., 1966 - Stratygrafia czwartorzędu okolic Starej Warki. Acta Geol. Pol., v.16, nr 3. Warszawa.
- R ó ż y c k i S. Z., 1961a - Stadiały wielkiego interglacjału. W: Prace o plejstocenie Polski środkowej. T. 1. Wyd. Geol. Warszawa.
- R ó ż y c k i S. Z., 1961b - Guide book et excursion from the Baltic to the Tatras. VI INQUA Congr. P. 2. Warszawa.
- R ó ż y c k i S. Z., 1964 - Klimatostratygraficzne jednostki podziału plejstocenu. W: Prace o plejstocenie Polski środkowej. T. 2. Wyd. Geol. Warszawa.
- R ó ż y c k i S. Z., 1972 - Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. Wyd. 2. PWN. Warszawa.
- R u s z c z y Ń s k a - S z e n a j c h H., 1966a - Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia w rejonie dolnej Pilicy. Studia Geol. Pol., V. 22. Warszawa.
- R u s z c z y Ń s k a - S z e n a j c h H., 1966b - Główne rysy budowy geologicznej i stratygrafii czwartorzędu lewobrzeżnej strefy dolnej Pilicy. Acta Geol. Pol., V. 16, nr 3. Warszawa.
- R ũ h l e E., 1946 - Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, wyd. B, arkusz Radom. Inst. Geol. Warszawa.
- R ũ h l e E., 1947 - Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski 1:300 000, wyd. A, arkusz Radom. Inst. Geol. Warszawa.
- R ũ h l e E., 1952 - Okolice Warki, Kozienic i Puław. W: Przewodnik wycieczkowy XXV Zjazdu Państw. Inst. Geol. w Warszawie. Warszawa.

- R y w o c k a - K e n i g K., 1966 - Kemy okolic Bończy nad Pilicą na tle budowy geologicznej tego obszaru. Acta Geol. Pol. v. 16, nr 3. Warszawa.
- R z e c h o w s k i J., 1975 - Studium porównawcze współczesnych kopalnych osadów rzecznych. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1966a - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria. Inst. Geol. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1966b - Profile geologiczne osadów czwartorzędowych w okolicach Góry Kalwarii. Prz. Geol. nr 6. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1978 - Plejstocen rejonu doliny Wisły między Magnuszewem i Górą Kalwarią. Biul. Inst. Geol. 300. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1980a - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000; arkusz Magnuszew. Inst. Geol. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1980b - Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Magnuszew. Inst. Geol. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., 1982 - Stratygrafia i charakterystyka litologiczna osadów czwartorzędowych rejonu doliny Wisły na południe od Warszawy. Biul. Inst. Geol. 337. Warszawa.
- S a r n a c k a Z., K r y s o w s k a - I w a s z k i e w i c z M., 1974 - Osady eoplejstoceniowe okolic Magnuszewa na południowym Mazowszu. Biul. Inst. Geol. 268. Warszawa.
- S i k o r s k i S., 1958 - Złoże torfu "Ducka Wola" Cz/d/108. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- S ł o w i a k Z., 1969 - Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w Grabowie nad Pilicą - Kielce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- S ł o w i a k G., 1979 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych dla fermy krów S. K.R. w Niedabyli-Kielce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- S t ę p e k J., 1979 - Dokumentacja hydrogeologiczna na ujęcie wód podziemnych z utworów trzeciorzędowych na terenie Zakładów Piwowarskich w Warce. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- S z c z e ś n i a k E., 1966 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w stacji Hodowli Roślin w Laskach. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- T a s z e k B., 1979 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej w Nowej Woli dla Bazy Hodowlanej S.K.R. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.

- Wiśniewska I., 1971 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w Michałowie koło Warki. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- Wierzcowska B., 1969 - Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej w Fabryce Urządzeń Mechanicznych w Warce. Arch. Dok. Źródł. I.G. Warszawa.
- Wysocka - Minkiewicz T., 1966 - Czwartorzęd okolic Promny nad Pilicą. Acta Geol. Pol. vol. XVI z. 3. Warszawa.
- Zarusczak A., 1962 - Torfowisko "Dolina rzeki Pilicy". Arch. Inst. Melior. i Użytk. Ziel. Warszawa-Falenty.
- Żelichowski A. M., 1972 - Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol. 263. Warszawa.
- Żelichowski A. M., 1974 - Obszar radomsko-lubelski. W: Budowa Geologiczna Polski T. 4. Tektonika, cz. 1. Niż Polski. Inst. Geol. Warszawa
- Żelichowski A. M., 1983 - Budowa geologiczna Niecki Brzeźnej w strefie granicznej obszaru warszawskiego i lubelskiego. Biul. Inst. Geol. 344. Warszawa.

**SZKIC GEOMORFOLOGICZNY**

Skala 1:100 000



**FORMY POCHODZENIA LODOWCOWEGO**

- Wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)
- Pagórki morenowe (wysokości względne 5–10 m, nachylenie różne)

**FORMY UTWORZONE W STREFIE MAŁTEGO LODU**

- Pagórki morenowe martwego lodu (wysokości względne 2–15 m, nachylenie różne)
- Zagłębienia powstałe po martwym lodzie

**FORMY POCHODZENIA WODNOLODOWCOWEGO (AKUMULACYJNE I EROZYJNE)**

- Równiny wodnolodowcowe w ogólności
- Równiny zastoiszkowe
- Ozy
- Pagórki akumulacji szczelinowej
- Kemy
- Plateau kemowe
- Tarasy kemowe niższe
- Tarasy kemowe wyższe
- Doliny rynnowe
- Krawędzie wysoczyzny: a. strome, b. łagodne

**FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO**

- Wydmy
- Równiny piasków przewianych
- Zagłębienia deflacyjne

**FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO**

- Dna dolin rzecznych
- Tarasy zalewowe niższe
- Tarasy zalewowe wyższe
- Tarasy nadzalewowe niższe (III)
- Tarasy nadzalewowe wyższe (II)
- Tarasy nadzalewowe najwyższe (I)
- Starorzecza
- Krawędzie tarasów

**FORMY POCHODZENIA DENUDACYJNEGO**

- Stożki napływowe
- Pokrywy zboczowe w strefie agradacji

**FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ**

- Równiny torfowe

Opracowała Z. SARNACKA



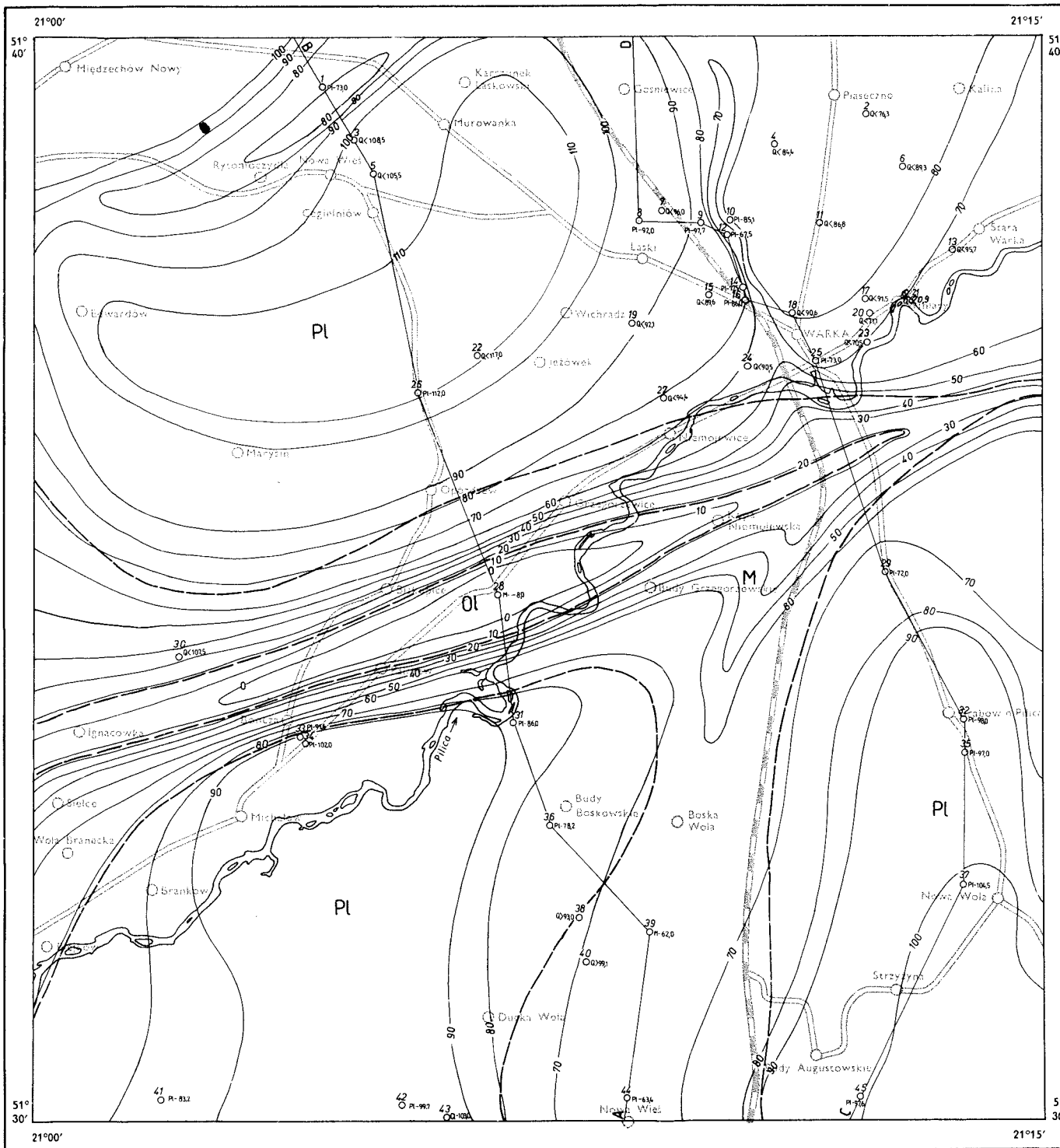
Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Warka (634)

### SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skala 1:100 000

- |             |        |              |  |          |
|-------------|--------|--------------|--|----------|
| TRZECIORZĘD | NEOGEN | PI           | Iły, mułki i piaski  | PLIOCEN  |
|             |        | M            | Piaski, iły i węgiel brunatny  | MIOCEN   |
|             |        | Ol           | Piaski, żwiry i mułki piaszczyste  | OLIGOCEN |
|             |        | ---          | Granice warstw geologicznych   |          |
|             |        | -10-         | Izohipsy powierzchni podzwartorzędowej w metrach   |          |
|             |        | 7<br>PI-72.0 | Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej (symbol oznacza wiek: Q - czwartorzęd, PI - pliocen, M - miocen, liczba wysokość stropu nawięzanych osadów w m n.p.m) |          |
|             |        | A-----B      | Linie przekrojów   |          |

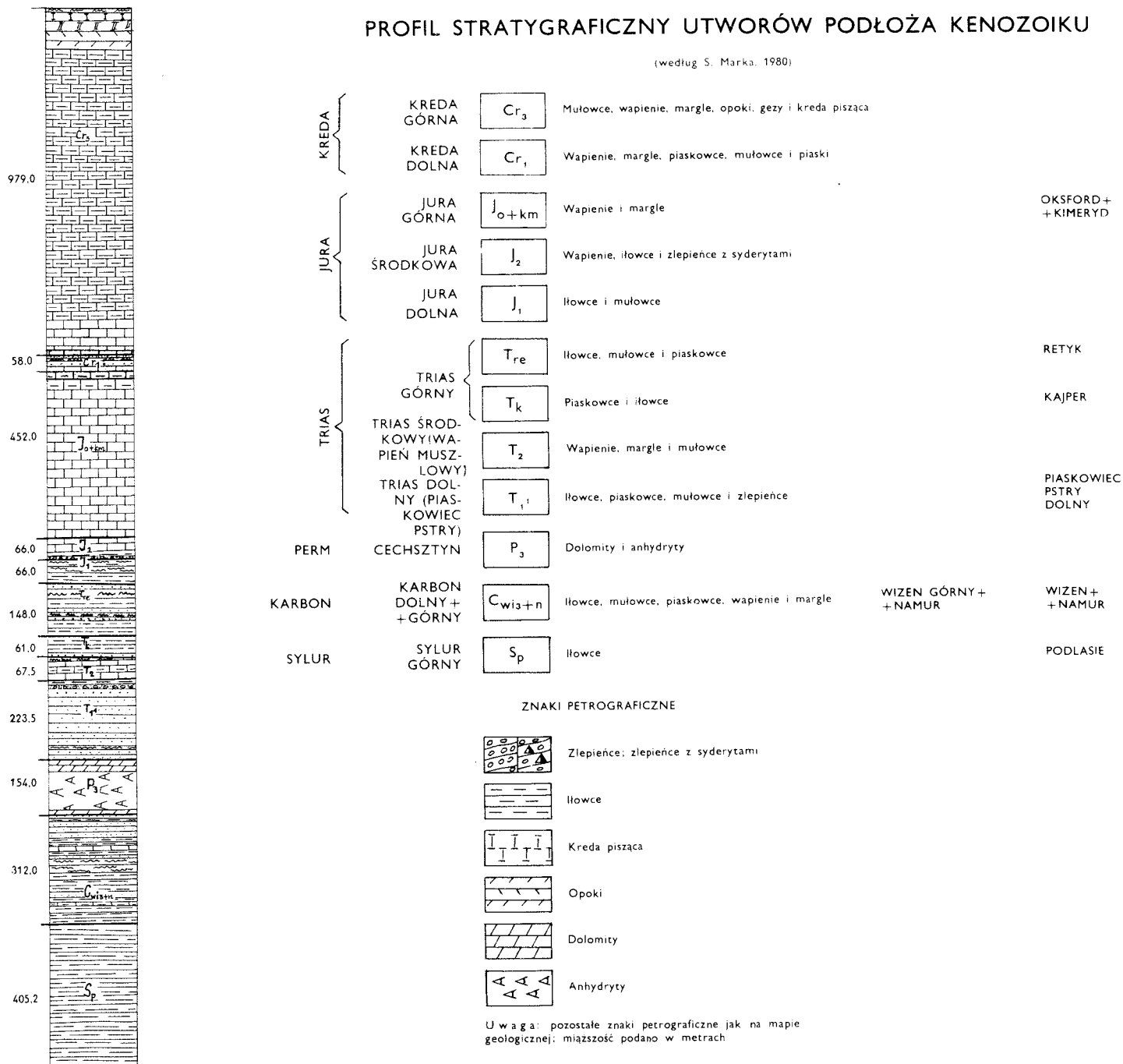
Opracowała Z. SARNACKA



Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE - 1990 r.

## PROFIL STRATYGRAFICZNY UTWORÓW PODŁOŻA KENOZOJIKU

(według S. Marka, 1980)

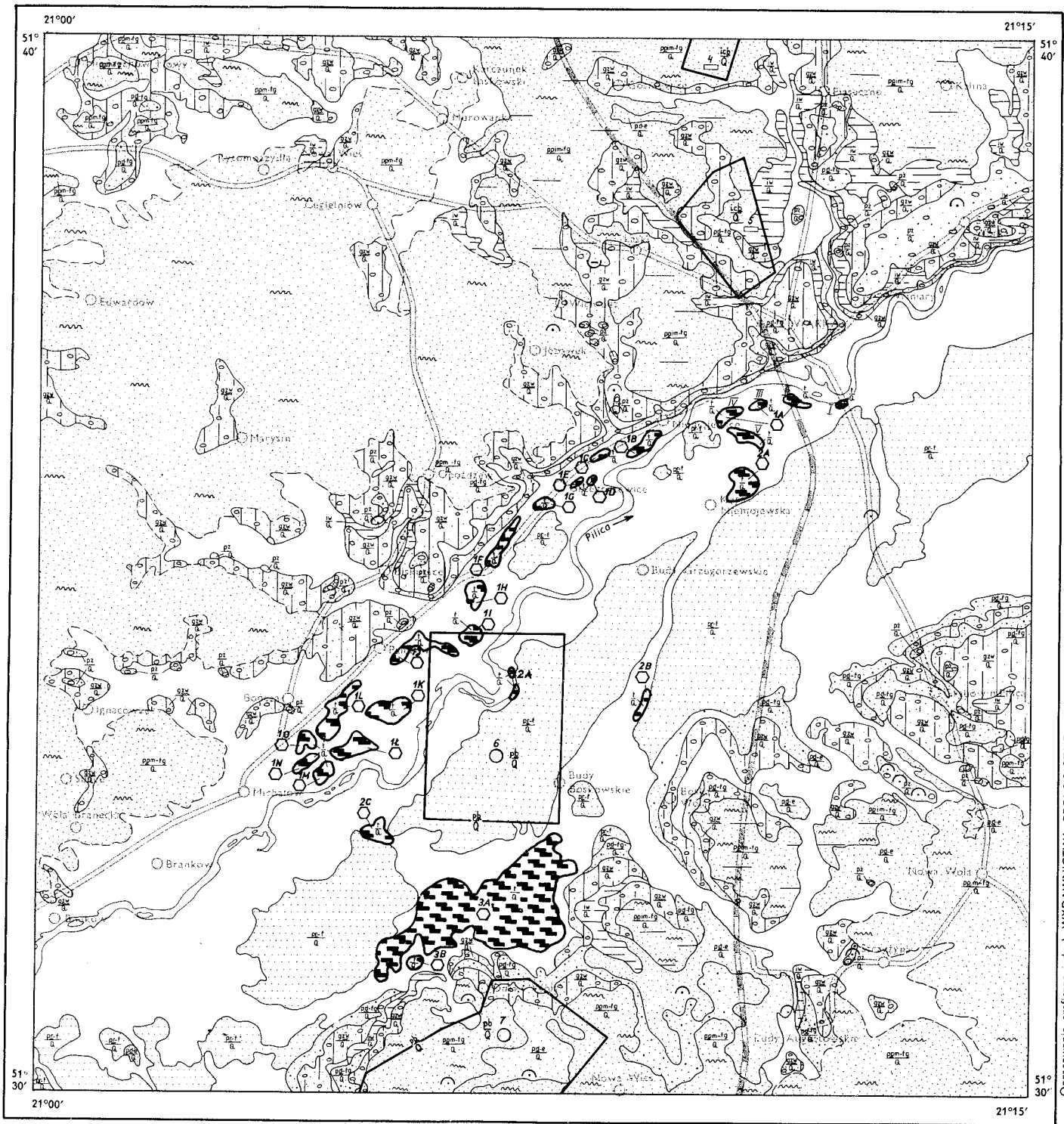
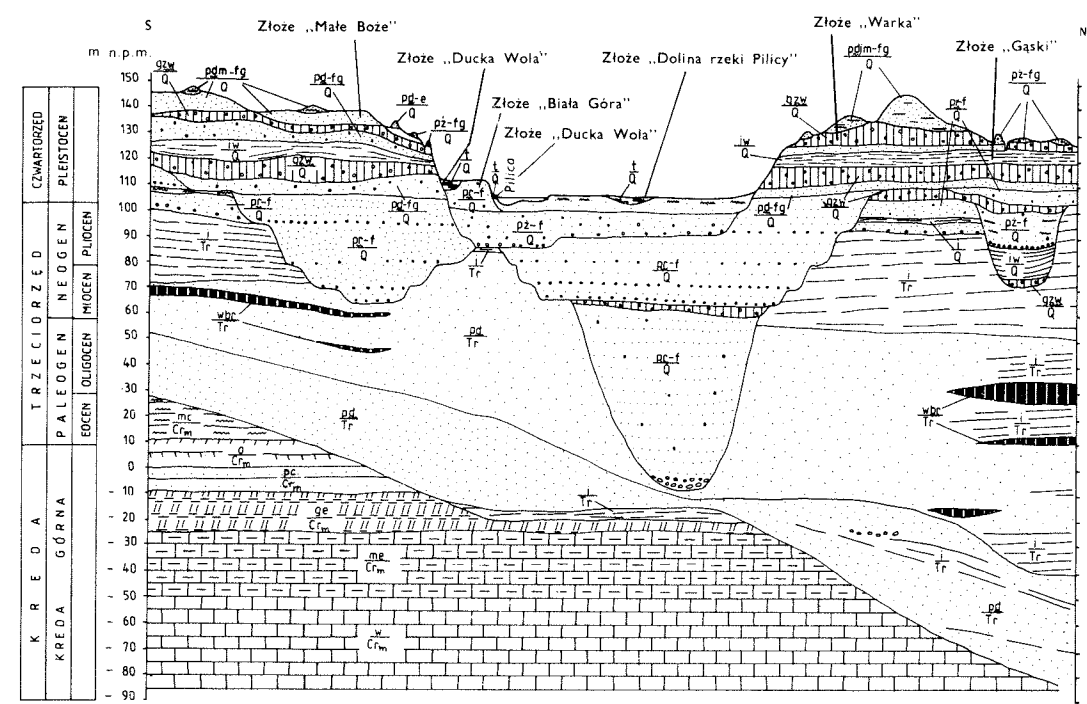




**SZKIC WYSTĘPOWANIA SUROWCÓW MINERALNYCH**

Skala 1:100 000

**PROFIL LITOLOGICZNO-SUROWCOWY**



**OZNACZENIA LITOLOGICZNO-SUROWCOWE**

**Surowce energetyczne**

- Węgiel brunatny (wbr)
- Torfy (t)

**Surowce skalne**

- Wapienie (w)
- Opoki (o)
- Margle (me)
- Gliny zwalowe (gzw)
- Iły warwowe (iw) i ropy (ii)
- Mułowce (mc)
- Piaskowce (pc)
- Gezy (ge)
- Piaski i żwiry rzeczne (pz-f)
- Piaski drobnoziarniste: eoliczne (pi-e) i wodnolodowcowe (pi-fg); piaski różnoziarniste rzeczne (pr-f)
- Piaski pyłowate z łożkami i mułkami, wodnolodowcowe (ppim-fg)
- Piaski pyłowate z mułkami, wodnolodowcowe (ppm-fg)

**OZNACZENIA ZŁÓŻ SUROWCÓW MINERALNYCH**

- Torfy (t)
- Surowce ilaste ceramiki budowlanej (ich)
- Kruszywo naturalne drobne: piaski budowlane (ph)

**OZNACZENIA STRATYGRAFICZNE**

- Q – Czwartorzęd
- Tr – Trzeciorzęd
- Cr<sub>m</sub> – Kreda-mastyrycht

**ZNAKI KONWENCJONALNE**

- Glinianki czynne
- Płaskowiny i żwirownie czynne
- Granice obszarów występowania surowca
- Granice obszarów perspektywicznych

**ZASADY PRZYJĘTE DO OZNACZEŃ SUROWCOWYCH NA SZKICU**

- Złóża udokumentowane i zarejestrowane
- Kontury złóż udokumentowanych
- Numer złoża (zgodnie z tab. 4)
- Znak umowy: złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej
- Oznaczenie surowca (rodzaj surowca)
- Oznaczenie stratygraficzne (wiek)

Opracowała Z. SARNACKA

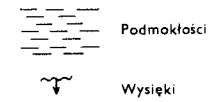
Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE – 1990 r.

Objaśnienie do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Warka (634)

## SZKIC HYDROGEOLOGICZNY

Skala 1:100 000

### WODY POWIERZCHNIOWE



### WODY PODZIEMNE

Głębokość występowania pierwszego zwierciadła wody w metrach

1	0-2
2	2-5
3	5-10
4	10-20
5	>20
6	Obszary występowania wód zawieszonych w glinach zwałowych

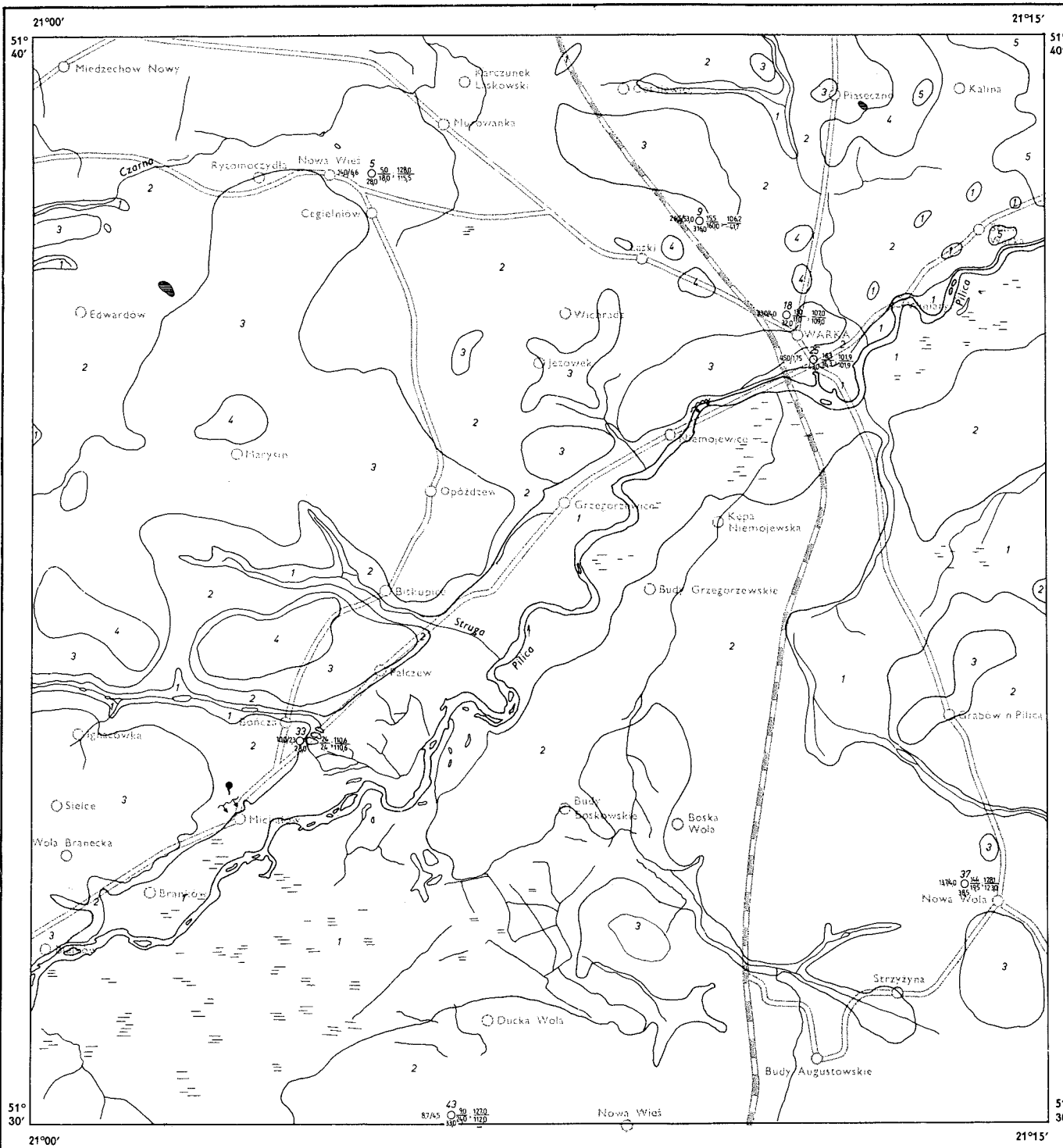
Żródła

Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej z przeprowadzonymi badaniami hydrogeologicznymi w utworach czwartorzędowych

9	155	106.2
26.5/53.0	160.0	41.7
316.0		

- 9 - Numer
- 26.5 - Wydajność w m<sup>3</sup>/h
- 53.0 - Depresja w metrach
- 15.5 - Głębokość ustalonego zwierciadła wody w metrach
- 160.0 - Głębokość nawierconego zwierciadła wody w metrach
- 106.2 - Wysokość ustalonego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 41.7 - Wysokość nawierconego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 316.0 - Głębokość otworu w metrach

Opracowała Z. SARNACKA



Opracowane graficznie i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE - 1990 r.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000  
Ark. Warka (634)

## SZKIC GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI

Skala 1:100 000

### REJONIZACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA


Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich korzystnych dla budownictwa

- 1 Obszary gruntów spoistych, zwartych, półzwartych i twar-doplastycznych oraz gruntów sypkich średniozagęszczonych na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m


Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo

- 2 Obszary gruntów słabonośnych (grunty organiczne)
- 3 Obszary płytkiego występowania wód gruntowych (0-2 m)
- 4 Obszary zalewane w czasie powodzi
- 5 Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

### ZJAWISKA GEODYNAMICZNE


 Krawędzie i skarpy


### ZJAWISKA HYDROGEOLOGICZNE

 Źródła

 Wsięki

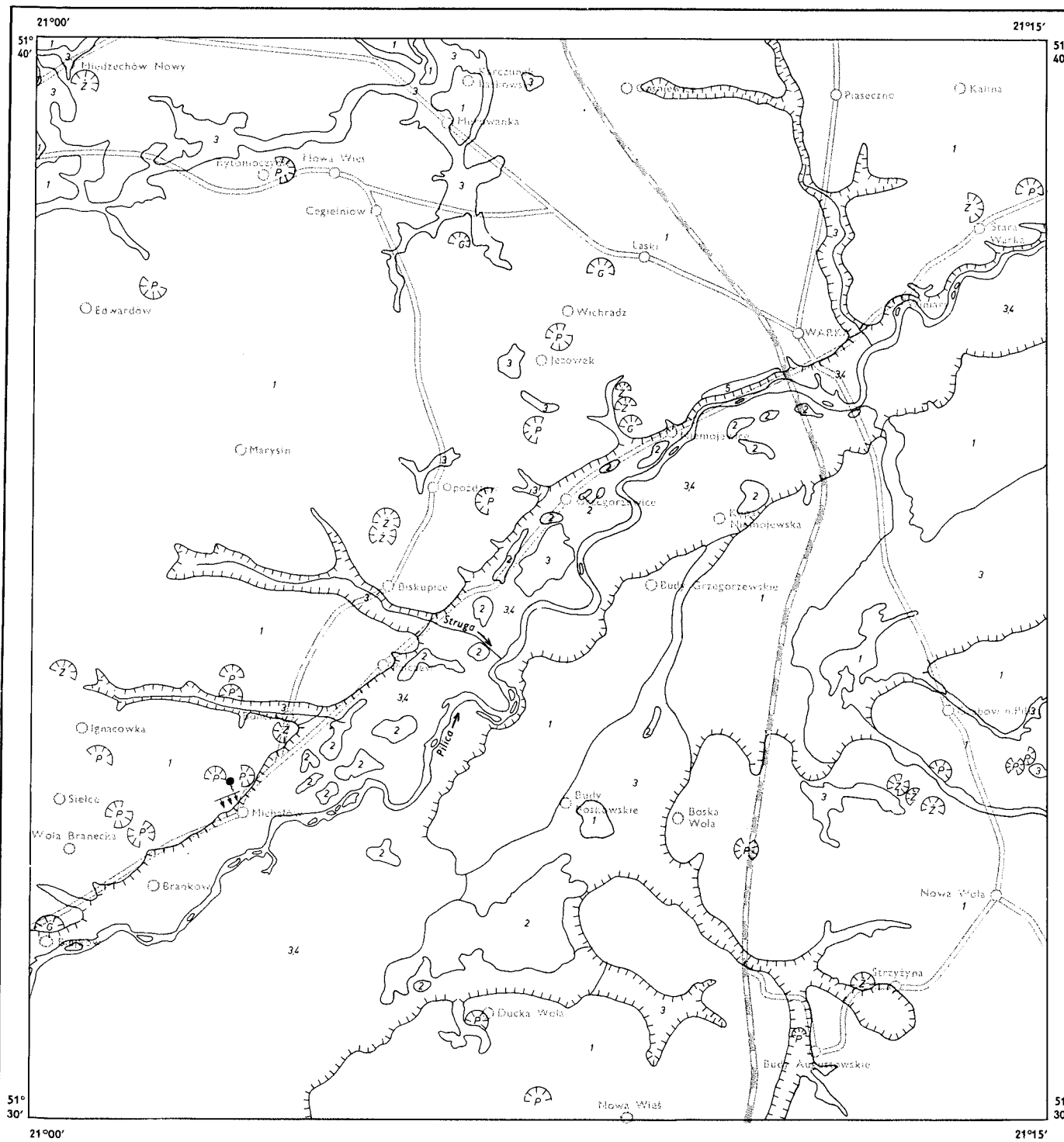
INNE

 Żwirownie

 Piaskownie

 Glinianki

Opracowała Z. SARNACKA



Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE — 1990 r.