

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ANDRZEJ ROMANEK

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

Koordynator regionu świętokrzyskiego – Z. KOWALCZEWSKI

OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI

1:50 000

Arkusz Tarnobrzeg (888)

(z 9 fig., 8 tab. i 6 tabl.)

W A R S Z A W A 1988

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

Redaktor mgr Danuta KOBYLŃSKA – Państwowy Instytut Geologiczny

Akceptował do druku dnia 11 XII 1984 r.
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
Prof. dr hab. Waław RYKA

Druk Wydawnictwa Geologiczne. Zlec. 367/85, nakład 200 + 50 egz. K-26

S P I S T R E Ś C I

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	12
A. Geomorfologia	12
B. Hydrografia	19
III. Budowa geologiczna	20
A. Stratygrafia	20
1. Kambr	20
a. Kambr dolny	20
Poziom holmiowy	20
Poziom holmiowy dolny	20
Poziom holmiowy środkowy	23
Poziom holmiowy górny	24
b. Kambr środkowy /?/	25
2. Trzeciorzęd	27
a. Neogen	27
Miocen	27
Baden	27
Sarmat	36
3. Czwartorzęd	38
a. Plejstocen	38
Preplejstocen	38
Zlodowacenie południowopolskie	41
Interglacjał mazowiecki /wielki/	43
Zlodowacenie środkowopolskie	44
Interglacjał eemski	48
Zlodowacenie północnopolskie	48
b. Czwartorzęd nie rozdzielony	50
c. Holocen	52
B. Tektonika	57
C. Rozwój budowy geologicznej	59

IV. Charakterystyka surowców mineralnych - A. Kasprzyk ..	64
V. Charakterystyka hydrogeologiczna - G. Kowalczevska, D. Markiewicz	82
VI. Charakterystyka geologiczno-inżynierska - E. Wróblewska	88
VII. Podsumowanie	91
L i t e r a t u r a	93

I. WSTĘP

Na podstawie decyzji Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 25 lutego 1981 r /KOPBG 015/2310/81/ zatwierdzającej projekt badań geologicznych, powołany w Oddziale Świętokrzyskim Instytutu Geologicznego zespół autorski opracował arkusz Tarnobrzeg Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Prace nad arkuszem trwały cztery lata /1981-1984/ i objęły badania terenowe - kartograficzne i dokumentacyjne, prace laboratoryjne i kameralne. Zakres rzeczowy projektowanych badań został w zasadzie w pełni zrealizowany, choć pod wpływem bieżących potrzeb następowały modyfikacje pierwotnych założeń. W ten sposób zrezygnowano np. z wykonania sond płytkich na obszarze arkusza położonym na wschód od Wisły, gdzie ilość wiertniczego materiału geologicznego okazała się w pełni wystarczająca. W zamian odwiercono kilkadziesiąt sond głębokich na obszarze Wyżyny Sandomierskiej, gdzie ilość danych geologicznych była ograniczona. Z uwagi na szczupłość kadry zmniejszyć musiano zakres badań stratygraficznych kambriu w tym zwłaszcza akritarchów, rozszerzono natomiast skalę badań petrochemicznych, których wyniki wykorzystano przy tworzeniu schematu litostratygraficznego utworów kambryjskich. Wykonano więcej analiz litologiczno-petrograficznych skał czwartorzędowych, głównie piasków i żwirów, a nie jak projektowano glin, ponieważ ilość wychodni tych ostatnich okazała się znacznie mniejsza od przewidywanej. W sumie jednak po koniecznych modyfikacjach zaprojektowany zakres prac okazał się wystarczający, a ilość zebranego materiału pozwoliła uzyskać odpowiedni do skali badań obraz budowy geologicznej arkusza.

Obszar arkusza Tarnobrzeg położony jest między $50^{\circ}30'$ i $50^{\circ}40'$ szerokości geograficznej północnej oraz $21^{\circ}30'$ i $21^{\circ}45'$ długości geograficznej wschodniej. Leży on na pograniczu Wyżyny Sandomier-

skiej i Niecki Staszowskiej oraz oddzielonej od nich doliną Wisły, Kotliny Sandomierskiej. Pod względem strukturalnym badany obszar obejmuje wschodnią część antyklinorium klimontowskiego, strefę brzezną utworów miocenkich zwaną także kenozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich /np. A. Bugajska-Pająk, 1974/ oraz fragment zapadliska przedkarpackiego.

Jeszcze trzydzieści lat temu badany obszar należał w całości do terenów pod każdym względem zacofanych, o rozdrobnionej gospodarce rolnej. Na skutek olbrzymich inwestycji związanych z wydobyciem odkrytych przez Zespół prof. Stanisława Pawłowskiego z Instytutu Geologicznego złóż siarki rodzimej, obszar ten zrobił karierę przemysłową i cywilizacyjną i w tej chwili znajduje się w jej apogeum. Na obszarze arkusza funkcjonuje jeden duży kombinat przemysłowy pod nazwą Kopalnie i Zakłady Przetwórcze Siarki "Siar-kopol" złożony z dużej kopalni odkrywkowej "Machów" i chemicznych zakładów przetwórczych oraz całej infrastruktury przedsiębiorstw kooperacyjnych i obsługujących działanie tego kombinatu. Dla jego potrzeb zbudowano też niemal od podstaw miasto Tarnobrzeg. Wymierzony przez inwestycje przemysłowe postęp cywilizacyjny dotarł także na wieś tarnobrzeską i sandomierską. Zwłaszcza w tym ostatnim przypadku, w połączeniu z dobrymi glebami lessowymi wyżyny sandomierskiej i madami doliny Wisły, spowodowało to znaczny wzrost towarowości rolnictwa tego obszaru. Wschodnia i południowo-wschodnia część arkusza z wyjątkiem doliny Mokrzyszówki - - Trześniówki ma gleby piaszczyste i posiada rolnictwo słabo wydajne.

Dotychczasową działalność geologiczną na obszarze opracowywanego arkusza podzielić można na dwa okresy. Pierwszy z nich zapoczątkowany w ubiegłym stuleciu kończy się z chwilą odkrycia złóż siarki, a drugi rozpoczynając się w tym momencie trwa do dziś.

Śród opracowań kartograficznych pierwszymi znaczącymi były arkusze: Tarnobrzeg, Rozwadów i Mielec Atlasu Geologicznego Galicji /M. Łomnicki, 1903/. Niektóre zawarte w nich poglądy np. dotyczące rozwoju rzeźby dolin rzecznych, tarasów itp. do dziś pozostały aktualne, bądź podległy niewielkim jedynie modyfikacjom. Jednak dopiero mapy geologiczne wykonywane w latach 1928-1931 przez J. Samsonowicza w skali 1:20 000 można uznać za podstawę geologicznych badań kartograficznych. Obejmują one obszary wysoczyznowe arkusza Tarnobrzeg znajdujące się po zachodniej stronie doliny Wisły. Obraz budowy geologicznej prezentowany w omawianym

opracowaniu został w czasie obecnych prac kartograficznych jedynie uszczegółowiony, Zasadnicze rysy budowy geologicznej okolic Koprzywnicy, Chobrzan i Gorzyczan zostały rozpoznane i zinterpretowane przez J. Samsonowicza /1928-1931/. Z kartowaniem łączył J. Samsonowicz badania litologiczne, a przede wszystkim stratygraficzno-paleontologiczne uwieńczone takimi sukcesami jak paleontologiczne udokumentowanie kambru holmiowego w Gieraszwicach /J. Samsonowicz, 1918/, opracowanie profilu utworów czwartorzędowych z okolic Sandomierza /J. Samsonowicz, 1934/, badania morskiego trzeciorzędu. Utwory miocenske to jednak domena badań K. Kowalewskiego, którego wieloletnia na badanym obszarze działalność znalazła odbicie w wielu publikacjach /K. Kowalewski, 1918, 1929, 1930, 1950/. Została w nich opisana i stratygraficznie zinterpretowana fauna z odsłoneń i wielu otworów wiertniczych badanego obszaru. Wykształceniem i stratygrafią miocenu zajmował się również J. Czarnocki /1935/, J. Czarnocki i K. Kowalewski /1931/.

Drugi powojenny etap badań geologicznych obszaru arkusza Tarnobrzeg otwierają prace S. Pawłowskiego uwieńczone odkryciem złóż siarki rodzimej /S. Pawłowski, 1955/ oraz monograficznym opracowaniem kartograficznym w skali 1:50 000 całego obszaru arkusza Tarnobrzeg /S. Pawłowski, 1957/. W opracowaniu tym zinterpretowano kilkaset profili otworów wiertniczych odwierconych na wschód i południowy-wschód od Wyżyny Sandomierskiej, a uzyskane interpretacje zestawiono w postaci kompletu map strukturalnych obejmujących występowanie miąższości i geometrię litosomów poszczególnych ogniw miocenu oraz jego kambryjskiego podłoża. Pracom tym towarzyszyły badania stratygraficzne miocenu prowadzone przez K. Kowalewskiego /1950, 1957, 1958/. Analogiczne badania skał kambryjskich zakończone kompleksowym opracowaniem litologiczno-stratygraficznym z mapą występowania poszczególnych ogniw kambryjskich, listą fauny i miejscami jej występowania prowadził J. Samsonowicz /1959 a, b, c, 1960/. Duża ilość materiału wiertniczego zwłaszcza z utworów miocenu, ubogich w makroskamieniałości stworzyła potrzebę sięgnięcia dla ustalenia ich stratygrafii po metody mikropaleontologiczne. Dla opracowywanego obszaru stratygrafię opartą o otwornice przedstawiły E. Łuczowska /1964/ i E. Odrzywolska-Bienkowska /1965/. Wypracowany wtedy schemat stratygraficzny jest wykorzystywany do dzisiaj. Ukoronowaniem prac Zespołu prof. Pawłowskiego nad wykształceniem litologicznym i stratygrafią miocenu okolic Tarnobrzegu jest przewodnik XXXVIII Zjazdu Polskiego Towar-

rzystwa Geologicznego w Tarnobrzegu, w którym przedstawiono główne rysy budowy geologicznej podłoża miocenu /S. Pawłowski, 1965/, schemat jego litostratygrafii /K. Pawłowska, 1965/, niektóre szczegółowo opracowane profile /S. Pawłowski, 1965; S. Pawłowski, K. Pawłowska, B. Kubica, 1965/ oraz zagadnienia hydrogeologiczne /S. Turek, 1965; W. Rupieta, 1965/ i geologiczno-inżynierskie /M. Babiarez, 1965/ i inne. Prace dotyczące miocenu po 1965 roku zmieniły swój charakter, dominujące dotychczas rozważania litologiczno-stratygraficzne ustąpiły miejsca analizom stratygraficzno-ekologiczno-sedymentologicznym /A. Radwański, 1973; J. Rutkowski, 1976/ Zaprezentowano w nich koncepcje rozwoju mioceńskiego basenu sedymentacyjnego.

Utworki czwartorzędowe przez długi czas nie cieszyły się popularnością wśród geologów. Stagnacja ta przełamana została dopiero w latach sześćdziesiątych, kiedy na opracowanym obszarze rozpoczęła prace E. Mycielska-Dowgiałło koncentrując swoją uwagę na rozwoju rzeźby i osadów u schyłku trzeciorzędu i w czwartorzędzie /E. Mycielska-Dowgiałło, 1960, 1965 a, b, 1966, 1967, 1972/ i wykorzystując dla tych celów szeroki wachlarz metod sedymentologicznych /E. Mycielska-Dowgiałło, 1963, 1969, 1978; E. Mycielska-Dowgiałło, R. Krzywobłocka-Laurow, 1975/, oznaczenie wieku bezwzględnego /A. Krauss, E. Mycielska-Dowgiałło, K. Szczepanek, 1965/. Badaniom E. Mycielskiej-Dowgiałło towarzyszyły prace nad rozwojem rzeźby południowo-wschodniej części arkusza wykonane przez J. Buraczynskiego i J. Wojtanowicza /1967-1968/ oraz W. Laszkowskiej-Wysoczańskiej /1971/. W wyniku tych prac powstał schemat rozwoju facji i rzeźby czwartorzędu.

W sumie w momencie projektowania arkusza zasadnicze rysy budowy geologicznej i rozwoju facjalnego utworów kambru, trzeciorzędu i czwartorzędu zostały opisane, co nie oznacza, że obraz budowy geologicznej był pełny, a stopień poznania równomierny i przede wszystkim, że bogactwo faktów rozpoznanych w poszczególnych profilach i publikacjach znalazło swoje odbicie w postaci kartograficznej. Do zasadniczych problemów w dziedzinie badań podstawowych na arkuszu Tarnobrzeg, zaliczyć trzeba było:

- opracowanie litologii i litostratygrafii oraz kartograficznego obrazu utworów dolnokambryjskich; ich kontaktu ze skałami kambru środkowego,
- przeprowadzenie analizy brzeżnych facji miocenu głównie w północno-zachodniej części arkusza w dolinie Koprzywianki i Gorzyczanki,

- rozpoznanie rzeźby i profilu utworów czwartorzędowych pod lesami Wyżyny Sandomierskiej,
- analiza tektoniki utworów kambru i trzeciorzędu.

Rozwiązanie przedstawionych wyżej zagadnień wymagało zastosowania zróżnicowanego i szerokiego wachlarza metod badawczych obejmującego badania geofizyczne, wiertnicze i laboratoryjne. Szczególną uwagę przywiązywano do prac związanych ze skałami kambryjskimi w obrębie antyklinorium klimontowskiego. Z uwagi na znaczny stopień przykrycia miocenem i czwartorzędem oraz mało zróżnicowaną litologię stwarzały one najwięcej problemów badawczych. Dla ich skartowania zastosowano powierzchniowe badania geoelektryczne, które ujawniły strefy o generalnie zróżnicowanych opornościach pozornych /A. Pawłowska, 1983/. Jednak zanotowane kontrasty opornościowe były na tyle niewielkie, że musiano wykonać wszystkie obserwacje z odsłoneń i materiał wiertniczy, aby otrzymane z badań geofizycznych wyniki właściwie zinterpretować.

Badania geofizyczne, prowadzone przez A. Pawłowską z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach, w odniesieniu do skał kambryjskich były poparte i sprawdzone wierceniami. Odwiercono 4 otwory: nr 1 /Ossolin IG-1/^{1/} - 250 m, w którym uzyskano kontakt utworów kambru środkowego i dolnego; nr 15 /Skwirzowa IG-1/ - 250 m, w którym uzyskano profil warstw bazowskich oraz płytkie otwory - nr 9 /Gnieszowice IG-1/ - 50 m i nr 8 /Niedźwice IG-1/ - 50 m, którymi sprawdzono i skorelowano strefy opornościowe uzyskane metodami geofizycznymi. W ten sposób udało się w zasadniczych zarysach uzyskać podział utworów górnej części kambru dolnego i wykartować ich przebieg. Badania laboratoryjne pozwoliły opracować badane profile i uzyskać szczegółowy opis litostratygraficzny.

Na mapie geologicznej arkusza Tarnobrzeg umieszczono 52 otwory wiertnicze, ich zestawienie podano poniżej.

^{1/}W nawiasach w całym tekście Objasnień dodatkowo podano lokalne, robocze nazwy otworów.

Nr otworu na mapie geol.	Nr otworu na mapie dokument. ^{2/}	Nr otworu na mapie geol.	Nr otworu na mapie dokument. ^{2/}
1	389	27	61
2	3	28	66
3	8	29	102
4	11	30	92
5	13	31	93
6	14	32	94
7	18	33	101
8	391	34	104
9	392	35	120
10	23	36	126
11	6	37	196
12	27	38	277
13	26	39	291
14	30	40	303
15	390	41	334
16	31	42	350
17	393	43	360
18	32	44	360
19	40	45	361
20	41	46	362
21	42	47	363
22	46	48	368
23	394	49	365
24	53	50	372
25	52	51	374
26	54	52	376

Analizę brzeźnych facji miocenu zamierzano także prowadzić przy użyciu metod geoelektrycznych popartych wierceniami. Niestety w odniesieniu do tych badań metody geofizyczne zawiodły, najprawdopodobniej z uwagi na niewielką miąższość i duże zróżnicowanie parametrów fizycznych utworów miocenu niekontrastujących ostro ani z kambryjskim podłożem ani z przykrywającym miocen czwartorzędem. To rozpoznanie trzeba więc było prowadzić wyłącznie klasycznymi metodami kartowania geologicznego.

^{2/} Mapa dokumentacyjna znajduje się w Oddziale Świętokrzyskim Instytutu Geologicznego w Kielcach.

W odniesieniu do skał czwartorzędowych leżących pod lessami na Wyżynie Sandomierskiej skuteczna okazała się metoda sondowań elektrooporowych, w wyniku których okonturowano /A. Pawłowska, 1983/, a następnie przewiercono osady kopalnej doliny Koprzywianki. Rozpoznano także zasięg utworów rzecznych i wodnolodowcowych w większości dolin Wyżyny Sandomierskiej.

Uzyskany materiał zarówno z odsłoneń jak i z otworów wiertniczych podlegał następnie obróbce laboratoryjnej, która w odniesieniu do skał podłoża obejmowała analizy chemiczne, petrograficzne i stratygraficzne, a w odniesieniu do utworów czwartorzędowych analizy litologiczno-petrograficzne. Wybrane wyniki prac laboratoryjnych znajdują się w tekście przy opisie poszczególnych wydzieleń i dlatego nie ma potrzeby przytaczania ich tutaj.

W dziedzinie badań surowcowych uznano, że utwory mioceńskie rozpoznane są w takim stopniu, że jakiegokolwiek nowe badania nie są potrzebne. Dość dokładnie w tej chwili wiadomo jakie są obszary występowania i możliwości surowcowe w odniesieniu do siarki, surowców ceramicznych i piasków szklarskich miocenu. W ramach prac nad arkuszem zajęto się dokładnie utworami kambryjskimi i czwartorzędowymi i ich surowcowymi perspektywami. W utworach kambryjskich przebadano surowcowo warstwy bazowskie i piaskowce kambru środkowego jako potencjalny surowiec na kruszywo. W wyniku tych badań zdyskwalifikowano ostatecznie utwory warstw bazowskich, natomiast dobre rezultaty uzyskano dla piaskowców środkowokambryjskich.

W utworach czwartorzędowych wskazano obszary występowania i perspektywy surowcowe dla złóż piaskowców, piasków i żwirów, surowców ceramicznych bez szczegółowych badań i analiz.

Problematyka hydrogeologiczna opracowana została w oparciu o pełną analizę materiałów hydrogeologicznych obszaru, w tym także z kopalni w Piasecznie i Machowie oraz o pomiary około 400 studni gospodarskich. W wyniku interpretacji tych materiałów powstał szkic, który może być wiarygodną podstawą dalszych bardziej szczegółowych badań do konkretnych potrzeb.

Zagadnienia geologiczno-inżynierskie badane były bezpośrednio podczas kartowania i opisu odsłoneń w terenie oraz na podstawie wyników analiz badań geologiczno-inżynierskich archiwalnych.

Rysunek poziomicowy podkładu arkusza Tarnobrzeg odzwierciedla różnice wysokościowe w poszczególnych fragmentach obszaru wynikające z kompilacji starych i sporządzanych różnymi metodami map

topograficznych. Na Garbie Tarnobrzeskim i na południowy wschód od niego wysokości podane na podkładzie do mapy są o około 10 m wyższe niż w rzeczywistości. Lokalnie różnice te wynoszą 5 m, a w przypadku niektórych otworów ich rzędna nie zgadza się z mapą aż o 20 m.

Autor niniejszego opracowania dziękuje mgr inż. S. Dźwigale i mgr M. Kasprowiczowi z Kopalni i Zakładów Przetwórczych Siarki "Siarkopol" za udostępnienie nie publikowanych materiałów archiwalnych, dyskusję problematyki litostratygraficznej skał miocenu oraz spraw związanych z jego siarkonośnością i hydrogeologią, mgr Marii Kulecie za opracowanie petrograficzne wszystkich płytek cienkich i interpretację krzywych dyfaktograficznych.

Na arkuszu Tarnobrzeg problematykę 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 opiniował dr J. Rzechowski. Problemy tektoniki, litologii i stratygrafii opiniował doc. dr T. Osmólski.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

A. GEOMORFOLOGIA

Pod względem geomorfologicznym arkusz Tarnobrzeg zajmuje pozycję szczególną łącząc obszar Wyżyny Sandomierskiej z Kotliną Sandomierską. Wyżyna Sandomierska stanowiąca fragment Wyżyny Kieleckiej, sąsiaduje od południa z Wysoczyzną Połaniecką będącą fragmentem Niecki Staszowskiej należącej do Niecki Nidziańskiej /S. Gilewska, 1972/.

Wyżyna Sandomierska obejmuje północno-zachodnią część arkusza na zachód od doliny Wisły i na północ od doliny Gorzyczanki. Wyrównana, pokryta lessami powierzchnia Wyżyny sięgająca 190-200 m n.p.m. stromymi krawędziami, stokami, miejscami z obrywami i osuwiskami opada do głęboko leżących dolin. Najwyższym punktem omawianej Wyżyny, a zarazem całego arkusza jest wzniesienie osiągające 214 m n.p.m. położone nieco na południe od Węgrców Szlacheckich w północno-zachodnim narożu arkusza.

Wysoczyzna Połaniecka obejmuje słabo morfologicznie zróżnicowaną powierzchnię stopniowo opadającą ku południowi. Na obszarach np. lessowych w okolicach Sośniczan, Skrzypaczowic powierzchnia wysoczyzny sięga 180-195 m n.p.m. Tam gdzie nie ma lessów po-

wierzchnia Wysoczyzny Połanieckiej sięga około 170 m n.p.m.

Z południowego zachodu ku północnemu wschodowi niemal po przekątnej przecina obszar arkusza szeroka przeciętnie 5 km, a maksymalnie 7 km płaskodenna dolina Wisły.

Po prawej stronie Wisły rozpostiera się Kotlina Sandomierska, obejmując obszar o niewielkich związanych z wydmami deniwelacjach. W zachodniej części Kotliny Sandomierskiej do wysokości 180 m n.p.m. wznosi się erozyjny ostaniec zwany Garbem Tarnobrzeskim.

W obrębie wspomnianych jednostek geomorfologicznych wyższego rzędu wydzielono na szkicu bardziej szczegółowe elementy geomorfologiczne.

Formy pochodzenia lodowcowego. R ó w n i n y m o r e n y d e n n e j . Na tablicy I zaznaczono je w okolicach Byszowa i Świniar Nowych. Są to niewielkie obszary o niezróżnicowanej morfologii, gdzie deniwelacje nie przekraczają kilku metrów, położone na wysokości 190-195 m n.p.m. w okolicy Byszowa i 170 m n.p.m. w pobliżu Świniar Nowych. Równiny te wykazują znaczny stopień późniejszego przemodelowania i zniszczenia. Zaliczono je jednak do tego typu form ponieważ generalnie oddają one charakter wysoczyznowych pokryw morenowych zlodowacenia południowopolskiego.

Formy pochodzenia wodnolodowcowego. R ó w n i n y w o d n o l o d o w c o w e . W ścisłym związku z równinami moreny dennej pozostają nadbudowujące je równiny wodnolodowcowe. Zajmują one na obszarze arkusza znacznie większe przestrzenie. Sąsiadują od południa z opisanymi wyżej równinami moreny dennej w okolicach Byszowa i Świniar oraz występują w pobliżu Beszyc i Koprzywnicy i na Garbie Tarnobrzeskim w rejonie Tarnobrzegu, Machowa, Ocic i Siedleszczan. Równiny te tworzą rozległe, piaszczyste, płaskie obszary położone do 2-3 m wyżej niż równiny moreny dennej. Uległy one w wysokim stopniu zniszczeniu i przemodelowaniu w czasie interglacjału mazowieckiego/wielkiego/, zlodowacenia środkowopolskiego i interglacjału eemskiego. Mimo to stanowią wyraźny także geomorfologicznie ślad sedymentacji wodnolodowcowej zlodowacenia południowopolskiego.

Formy pochodzenia eolicznego. Zajmują one na arkuszu Tarnobrzeg /tabl. I/ znaczne przestrzenie. W mniejszym stopniu dotyczy to wydm i pól piasków przewianych na ogół sąsiadujących ze sobą i rozwiniętych na starszych osadach piaszczystych.

W y d m y . Zwykle tworzą one nieregularne wydłużone wzdłuż kierunku WNW-ESE wały wydmore o zróżnicowanych wysokościach od 1 m

/okolice Cygan/ do 10 m i długości około 2 km /np. między Beszycami i Koprzywnicą/. Tego typu formy pospolicie występują na zachód od Koprzywnicy, na południe od Łoniowa, w okolicach Cygan, Siedliska na SE od Tarnobrzegu. Innym typem form wydmowych są nieregularne wały wydłużone zgodnie z osią głównych dolin rzecznych SW-NE. Spotyka się je w dolinie Wisły między Krzczinem a Skrzypaczowicami, oraz między Sobowem a Mokrzyrzowem w dolinie Mokrzyrzówki-Trześniówki. Rzadsze na badanym obszarze są w przybliżeniu izometryczne wzgórza wydmore tworzące się głównie w cieniu wysoczyzny na obszarach tarasowych. Tego typu wzgórza obserwowano w Koprzywnicy, na wschód od Żurawicy w dolinie Wisły oraz na południe od Chmielowa i w północnej części Mokrzyrzowa w dolinie Mokrzyrzówki-Trześniówki. Najrzadziej spotyka się wydmy paraboliczne. Fragment takiego wału wydmorego wysokiego na kilkanaście metrów o długości około 3 km, znajduje się na północ od Jądachów /częściowo arkusz Baranów/.

P o l a p i a s k ó w p r z e w i a n y c h . Towarzyszą one prawie zawsze wydom. Charakter ich rzeźby jest bardziej uproszczony. Obejmują one znacznie większe przestrzenie niż wyraźnie zaznaczające się w morfologii wydmy. Opisane dotychczas wydmy i pola piasków przewianych rozwinięte są na wysoczyznach na równinach wodnolodowcowych, a w dolinach rzecznych głównie na tarasie z okresu zlodowacenia północnopolskiego. Tylko w pobliżu Kolonii Gnieszowice piaszczyste utwory przewiane cienką warstwą pokrywają utwory lessowe.

P o k r y w y l e s s o w e . Północno-zachodnia i zachodnia część arkusza niemal w całości /tabl. I/ pokryta jest pokrywami lessowymi o miąższościach 10-15 m, maksymalnie osiągają one 25 m miąższości. W partiach szczytowych tworzą powierzchnie o niewielkich kilkumetrowych deniwelacjach. Ostra młoda rzeźba manifestuje się w obszarach marginalnych pokryw lessowych. Występujące na północ od linii Zbigniewice-Koprzywnica lessy należą do rozległego pola lessowego obejmującego Wyżynę Opatowską i Sandomierską. Miąższość ich wzrasta w kierunku północnym. W okolicach Skrzypaczowic i Łoniowa pojawia się izolowany płat lessów zaczynający się na krawędzi doliny Wisły i kontynuujący ku zachodowi na obszar arkusza Klimontów. Powierzchnia pokryw lessowych niejako schodowo opada ku południowi sięgając 190-200 m n.p.m. na obszarze położonym na północ od Gorzyczanki i 180-190 m n.p.m. na obszarze między Gorzyczanką i Koprzywianką oraz w okolicach Łoniowa.

Formy pochodzenia rzecznego. Tworzą one najliczniejszą grupę spośród form geomorfologicznych na arkuszu Tarnobrzeg /tabl. I/.

D n a d o l i n r z e c z n y c h p ł a s k o d e n - n y c h . Są one charakterystyczne dla pomniejszych rzek spływających z Wyżyny Sandomierskiej - Koprzywianki, Gorzyczanki, Polanówki i ich dopływów. Płaskie dna tych dolin stanowią jednocześnie powierzchnię stropową tarasów, głównie akumulacyjnych rozwiniętych w dolinach tych rzek. Tarasy te słabo są jednak zróżnicowane morfologicznie i w związku z tym trudne do wydzielenia w obrębie wymienionych dolin. Starsze rozcięcia erozyjne lessów wypełnione deluwiami i łagodnie nachylone doliny przebiegające w obrębie równin moreny dennej i równin wodnolodowcowych mają charakter n i e c k o w a t y . /Janowice, Łonów-Trzebieszawice/, młodsze rozcięcia w lessach lub odcinki dolin w strefach krawędziowych pokryw lessowych mają charakter w c i o s o w y . W tym ostatnim przypadku jednak najczęściej dochodzi do tworzenia się w ą w o z ó w , w które obfituje strefa krawędziowa wysoczyzny lessowej. Zaznaczono je także w strefie krawędziowej doliny Wisły na Garbie Tarnobrzeskim /Machów/ oraz Wysoczyzny Połanieckiej /Zawidza/. Są to najczęściej głębokie do kilkunastu metrów, stromościenne formy będące efektem działalności procesów erozyjnych związanych z okresowymi potokami burzowymi. Zapewne większość z nich powstała w czasach historycznych na skutek wylesień spowodowanych działalnością gospodarczą człowieka.

T a r a s y a k u m u l a c y j n e z a l e w o w e w d o l i n a c h r z e c z n y c h . W obrębie doliny Wisły, Mokrzeszówki-Trzebińki oraz Garbu Tarnobrzeskiego wydzielono tarasy rzeczne /tabl. I/.

Taras m ł o d s z y /nr 2 na tabl. I/ występuje wzdłuż doliny Wisły praktycznie na obszarze ograniczonym obecnie wałami przeciwpowodziowymi. Taras ten o szerokości przeciętnie niecałego kilometra, wznosi się około 3 m ponad średni poziom wody w rzece. Jego powierzchnia stropowa sięga na południowym zachodzie w okolicach Długołęki 151,5 m i obniża się stopniowo w kierunku północno-wschodnim tak, że w pobliżu Koćmierzowa lokuje się na wysokości 144 m n.p.m. Powierzchnia tego tarasu jest niezwykle urozmaicona. Obfituje ona w wydłużone i wąskie, 1-2 m głębokie, obniżenia równoległe do biegu rzeki będące efektem przepływu strumieni powodziowych. Obniżenia te wypełnione są wodą i tworzą skomplikowane i trudny do przebycia system kanałów rozdzielonych wąskimi

obszarami suchymi na ogół porośniętymi roślinnością przystosowaną do bytowania w warunkach silnego zawodnienia. Miejscami rzadko poniżej tego tarasu tworzy się niższa listwa tarasowa wznosząca się około 1,0-1,5 m ponad średni poziom w rzece /np. w okolicy Kępy Nagnajewskiej/, jednak powierzchnie zajmowane przez ten taras są tak niewielkie, a szanse jego zachowania są na tyle nikłe, że nie uznano za potrzebne pokazywać go na szkicu. Każda większa powódź może bowiem zupełnie zmienić rozprzestrzenienie i występowanie tego tarasu.

Taras s t a r s z y /nr 1 na tabl. I/ zajmuje najrozleglejsze przestrzenie zarówno w dolinie Wisły, gdzie osiąga szerokość przeciętnie 5, a maksymalnie 7 km jak i w dolinie Mokrzeszówki-Trześniówki w której ma 1,5-2,0 km.

Tworzy on powierzchnię na ogół dosyć wyrównaną, urozmaiconą jedynie w dolinie Wisły płytkimi obniżeniami, z a w o d n i o - n y c h i s u c h y c h obecnie s t a r o r z e c z y będących relikdami meandrowego okresu historii rzeki. Powierzchnia tego tarasu wznosi się do wysokości 152-153 m n.p.m. w części południowo-zachodniej doliny Wisły, opadając w północno-wschodnim narożu arkusza do poziomu około 145 m n.p.m. W odniesieniu do doliny Mokrzeszówki-Trześniówki wartości te wynoszą 150 m n.p.m. na południu i około 146 m n.p.m. na północy. Wyższe tarasy mają charakter erozyjno-akumulacyjnych listew oddzielających dno doliny Wisły od obszarów wysoczyznowych. Listwy te nie są ciągłe, zachowały się jedynie lokalnie.

T a r a s y e r o z y j n o - a k u m u l a c y j n e n a d z a l e w o w e w d o l i n a c h r z e c z n y c h .

Taras m ł o d s z y /nr II na tabl. I/ związany ze zlodowaczeniem północnopolskim występuje w dolinie Wisły, Trześniówki-Mokrzeszówki oraz Koprzywnicy, choć w tym ostatnim przypadku pokryty jest w całości formami wydmowymi i polami piasków przewianych. Po zachodniej stronie doliny Wisły nie indywidualizują się one wyraźnie w morfologii terenu w stosunku do 1 tarasu akumulacyjnego. Różnice wysokości między powierzchniami tych tarasów w rejonie Koprzywnicy sięgają zaledwie 2 m. Tutaj opisywany taras zajmuje największą powierzchnię rozpościerając się od Świniań po Szewce i osiagając na wysokości Koprzywnicy około 2,5 km szerokości. Mniejsze, ale za to wyraźnie oddzielone morfologicznie od powierzchni 1 tarasu akumulacyjnego są listwy młodszego tarasu erozyjno-akumulacyjnego po wschodniej stronie Wisły występujące w okoli-

cach Suchorzowa, Zakrzowa. W obu przypadkach granica tego tarasu ma przynajmniej częściowo charakter krawędzi o wysokości 3-5 m ponad powierzchnię 1 tarasu akumulacyjnego. W stosunku do średniego poziomu rzeki powierzchnia młodszego tarasu erozyjno-akumulacyjnego znajduje się 7 m wyżej w okolicy Suchorzowa, 4 m wyżej w Zakrzowie i około 4-5 m wyżej w pobliżu Koprzywnicy. Zbliżone stosunki wysokościowe obserwuje się w odniesieniu do tej powierzchni tarasowej w dolinie Mokrzychówki-Trześniówki z tym, że deniwelacje są tam na ogół mniejsze i nie przekraczają 4-5 m ponad średni poziom rzeki. Na całym arkuszu powierzchnia opisywanego tarasu uległa zwydmieniu i obecnie pokrywają ją rozległe pola piasków przewianych i wały wydymowe.

Taras s t a r s z y /nr I na tabl. I/ związany ze zlodowaczeniem środkowopolskim jest dobrze czytelny na Garbie Tarnobrzeskim, gdzie wznosi się do wysokości około 170 m n.p.m. dzieląc obszar Garbu Tarnobrzeskiego na wysoczyznowe wzgórza ostańcowe. Powierzchnia tego tarasu jest najbardziej zniszczona - przetworzona została właściwie w obraz łagodnego stoku wschodniego Garbu Tarnobrzeskiego. W wielu miejscach spod tej powierzchni ukazują się utwory starsze co jednak trudno było zaznaczyć na szkicu przygotowanym do druku w skali 1:100 000 /tabl. I/.

T a r a s y e r o z y j n e . W północnej części Garbu Tarnobrzeskiego powierzchnia tarasowa ścina znaczne obszary ilów krakowieckich żwirów preplejstoczeńskich, glin i ich reziduów. Powierzchnię tę zaznaczono na tablicy I jako taras erozyjny. Sięga on od Tarnobrzegu na południe po Zakrzów na północy lokując się na wysokości 155-150 m n.p.m.

K r a w ę d z i e w y s o c z y z n y . Granice obszarów dolinnych i wysoczyznowych mają różny charakter. Wysoczyzny położone po zachodniej stronie dolny Wisły często nadbudowane pokrywami lessowymi tworzą krawędzie i stromo nachylone stoki.

K r a w ę d z i e t a r a s ó w . Występują w rejonie Miechocina i Zakrzowa w zachodniej części Garbu Tarnobrzeskiego.

Formy pochodzenia denudacyjnego. Fragmenty trzeciorderowych powierzchni denudacyjnych. Występują one w okolicy Świniar. Stanowią fragment powszechnie akceptowanej pliczeńskiej powierzchni zrównania ujawniający się na powierzchni.

O s t a ń c e e r o z y j n e . Spod form lodowcowych i wodnolodowcowych w północnej części Garbu Tarnobrzeskiego /tabl. I/ wyodrębnia się ostaniec erozyjnych utworów sarmackich. Jest to rozległe wzgórze przechodzące na sąsiedni arkusz Grębów w pobliżu Sobowa, wznoszące się około 10 m ponad poziom tarasu erozyjnego o łagodnie nachylonych stokach. Stanowi relikwyt zbudowanej ze skał sarmackich powierzchni młodotrzeciorzędowej, który oparł się erozyjnemu działaniu Wisły i Mokrzeszówki-Trześniówki po zlodowaceniu południowopolskim. Mniejszą tego typu formę zaznaczono w dolinie Mokrzeszówki-Trześniówki na południe od Sobowa - tam jednak stanowi ona erozyjnie odcięty fragment tarasu erozyjnego.

O s u w i s k a . Starsze krawędzie wysoczyzny lessowej w północno-zachodniej części arkusza oraz zachodnia strona Garbu Tarnobrzeskiego zbudowana z ilów krakowieckich wykazują słabą stabilność i skłonność do ruchów masowych. Na tablicy I zaznaczono dwa większe osuwiska w pobliżu Siedleszczan w ilach krakowieckich i w Samborcu w obrębie krawędzi wysoczyzny lessowej.

S t o ż k i n a p ł y w o w e . Młode rozcięcia erozyjne głównie w obrębie pokrywy lessowej, ale także w obrębie strefy krawędziowej wysoczyzny /Swiniały/ u swych wylotów tworzą bardzo często stożki napływowe. Są to najczęściej małe formy, które łącząc się ze sobą tworzą u podnóża krawędzi pas utworów deluwialnych. Większe stożki obserwowano w obszarach przyujściowych rzek i cieków. Zaobserwowano dwie takie formy. Jedną z nich jest stożek napływowy utworzony przez Koprzywiankę w obrębie młodszego tarasu erozyjno-akumulacyjnego w okolicach Koprzywnicy. Jest to rozległa półkolistą formą o promieniu sięgającym 1,5 km i wysokości około 3 m ponad powierzchnię wzmiankowanego tarasu. Mniejszą formę zaznaczono w dolinie Mokrzeszówki w pobliżu Jagodnika. Utworzył ją bezimienny lewy dopływ Mokrzeszówki w dolinie tej ostatniej. Forma ma kształt owalny o długości około 400-500 m, a powierzchnia stożka wznosi się około 1 m powyżej 1 tarasu akumulacyjnego doliny Mokrzeszówki-Trześniówki. Wobec niewielkich wychodni, w obrębie arkusza, skał krasowięjących /wapienie litotamniowe/ inwentarz form krasowych ogranicza się do zarejestrowania jednego ponoru położonego nieco na zachód od Koprzywnicy - Cegielni.

Formy krasowe i sufozyjne. Znaczne obszary pokryw lessowych powodują, że na obszarze omawianego arkusza na dużą skalę rozwinęły się zjawiska sufozyjne i krasowe.

Zagłębienia sufocyjne. Występują one w sposób szczególnie wyraźny na obszarze położonym między Jachimowicami - Gorzyczanami - Gnieszowicami jako liczne bezodpływowe obniżenia i zagłębienia.

Ponory. Tę formę podziemnego odpływu krasowego wód można zaobserwować koło Gnieszowic /tabl. I/.

Formy utworzone przez roślinność. Współcześnie nie odgrywają one większej roli.

Równiny torfowe. Występują one jedynie koło Skotników.

Formy antropogeniczne. W przeciwieństwie do wielu innych arkuszy obszar arkusza Tarnobrzeg jest terenem intensywnych inwestycji przemysłowych związanych z górnictwem oraz zabezpieczeniem przed powodzią. Obie te fazy działalności ludzkiej wpłynęły na krajobraz opisywanego terenu. W pobliżu większych rzek ciągną się wały przeciwpowodziowe, a działalność górnicza spowodowała i powoduje powstawanie rozległych kilkumetrowej długości i 100 m głębokości zagłębień w postaci odkrywkowych kopalń siarki /Machów/ i wzgórz hałd /h/ mających po 5 km długości i 60-70 m wysokości, oraz liczących po 1,5 km² obwałowanych 20 m wysokości nasypami osadnikowymi /o/ stopniowo wypełnianych płynnymi odpadami poflotacyjnymi.

Na tablicy I zaznaczono też tak wyraźne formy geomorfologiczne jak piaszkownie koło Świniar Starych oraz glinianańskie koło Lipki.

B. HYDROGRAFIA

Badany obszar cechuje się dobrze wykształconym systemem sieci rzecznej. Oś hydrograficzną arkusza stanowi Wisła przecinająca go z południowego zachodu na północny wschód. Ze strony Wysoczyzny Połanieckiej i Wyżyny Sandomierskiej otrzymuje ona dwa znaczące lewe dopływy - Koprzywiankę odwadniającą środkowo-zachodnią część arkusza i skomplikowany system hydrograficzny Gorzyczanki odwadniającej północną i północno-zachodnią jego część. Prawobrzeżnych dopływów Wisły nie ma w obrębie opracowywanego arkusza nie licząc cieków w obrębie starorzeczy 1 tarasu akumulacyjnego po obu stronach Wisły.

Po stronie wschodniej Garbu Tarnobrzeskiego równoległe do Wisły płyną Trześniówka i Mokrzeszówka zbierająca kilka lewobrzeż-

nych bezimiennych dopływów z Garbu Tarnobrzeskiego. Na wschód od ich dolin rozpościera się płaski rozległy obszar pocięty ciekami, których przebieg jest w znacznym stopniu wymuszony regulacyjną działalnością człowieka. W obrębie arkusza znajduje się tylko fragment tego obszaru i płynących po nim cieków - kanałów: Stawidzy i Starej Rzeki.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

1. K a m b r

a. K a m b r d o l n y

W północno-zachodniej i zachodniej części arkusza, w podłożu skał czwartorzędowych, występują w obrębie antyklinorium klimontowskiego utwory detrytyczne takie jak iłowce mułowcowe, mułowce, piaskowce drobnodziarniste - zaliczane do kambru dolnego. /J. Samsonowicz, 1918, 1959 a, b, c, 1960/. Ponieważ nigdzie nie są one eksploatowane wgląd w ich wykształcenie litologiczne można uzyskać jedynie poprzez analizę odsłonięć naturalnych występujących w erozyjnych podcięciach stoków wysoczyzny przez większe rzeki. Tego typu odsłonięcia występują w dolinie Koprzywianki i Gorzyczanki. Jest ich jednak niewiele i prezentują zwykle krótkie kilkumetrowe profile. W proporcji do szacowanej na około 800 m miąższości skał dolnokambryjskich jest to bardzo niewiele. Podejmowano dotychczas próby wiertniczego zbadania dłuższych profili skał dolnokambryjskich przy braku w nich reperowych, korelacyjnych poziomów nie powiodły się /C. Żak, 1968, otwór nr 11 z arkusza Klimontów/. Przesądza to o mizernym stopniu poznania utworów dolnokambryjskich nie tylko zresztą w obrębie opracowywanego arkusza. Uwaga ta dotyczy skał holmiowych i protolenusowych sensu /J. Samsonowicz, 1960/, ale w jeszcze większym stopniu odnosi się do utworów uznanych przez J. Samsonowicza /1960/ za subholmiowe i starsze.

Poziom holmiowy

Poziom holmiowy dolny

M u ł o w c e , i ł o w c e i p i a s k o w c e -
- w a r s t w y b a z o w s k i e - Cm₁h₁. Utwory te odsłaniają się na powierzchni w południowym zboczu doliny Koprzywianki w okolicach Beszyc i Cegielni koło Koprzywnicy. W pobliżu Beszyc

są to żółto-brązowo wietrzejące, sfałdowane łowce mulaste złożone głównie z kwarcu i illitu /fig. 1a/. W pobliżu Cegielni są to oliwkowe mułowce.

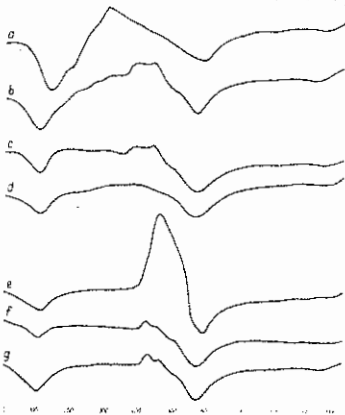


Fig. 1. Derywatoqramy skał ilastych kambryjskich.

Mułowce, łowce i piaskowce - Cm_1h_1 : a - z odsłonięcia w Beszycach, b - z otworu nr 15 z głębokości 39,0 m, c - z otworu nr 15 z głębokości 96,4 m; łowce, mułowce i piaskowce Cm_1h_3 : d - z otworu nr 1 z głębokości 244,5 m, e - z otworu nr 1 z głębokości 169,5 m; mułowce, łowce i piaskowce mc_{Cm_2} : f - z otworu nr 1 z głębokości 42,4 m, g - z otworu nr 1 z głębokości 21,0 m

W celu bliższego poznania skał zalegających pod trylobitowo udokumentowanym kambrem holmiowym odwiercono otwór nr 15. Uzyskano w nim 250 m profilu opisywanych utworów /fig. 2/. Dominują w nim mułowce w różnym stopniu zmieszane z materiałem ilastym i drobnopiaszczystym, o szarych i ciemnoszarych barwach. Czyste piaskowce wyłącznie drohnoziarniste występują rzadko, odznaczają się w profilu jaśniejszą barwą i często domieszką kalcytowego spoiwa. Skała ta jest na ogół laminowana, rzadko jednak jest to laminacja pozioma, a najczęściej przybiera postać warstwowania falistego lub soczewkowego z laminami silniej ilastymi i mulastymi na przemian. Niektóre pakiety zbudowane są z drohnoziarnistych piaskowców i wówczas wykazują często wewnętrzne warstwowanie przekątne. Lokalnie trafiają się warstwowania typu fałdów wewnętrznych i warstwowania konwolutive. W całym profilu, a zwłaszcza w jego stropowym i spągowym odcinku znajduje się kalcyt stanowiący najczęściej spoiwo cienkich lamin i soczewek osadów o najgrubszej frakcji. Z rzadka jedynie dochodzi do powstania ławic piaskowców o spoiwie węglanowym, których forma przestrzenna poza rdzeniem także sprowadza się zapewne do rozleglejszej soczewy czy płaskury. Sporadycznie obserwowano w profilu ślady erozji śródformacyjnej w postaci 40 cm ławicy zlepienców. Składają się one z mnóstwa, odgraniczonych od mulastego spoiwa, fragmentów lamino-

wanych mułowców różnej wielkości, maksymalnie kilkunastu centymetrów długości i kilku szerokości. Stropowe 30 m profilu obfituje ponadto w ślady zarówno organicznego jak i nieorganicznego pochodzenia. Będą one przedmiotem szczegółowych badań, których wyniki będą przedstawione później.

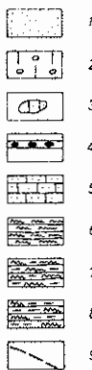
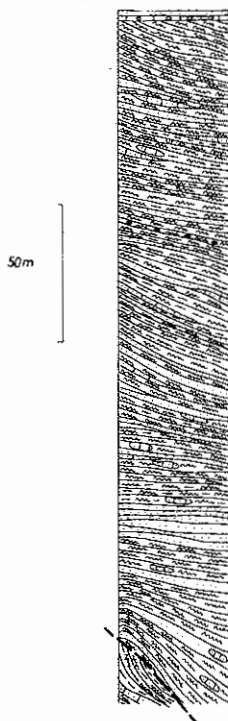


Fig. 2. Profil utworów czwartorzędowych i kambryjskich z otworu nr 15
Czwartorzęd: 1 - piaski średnioziarniste, 2 - gliny zwietrzelinowe.
Kambr dolny: 3 - gruzły i buły węglanowe, 4 - intraklasty, 5 - piaszkowce drobnoziarniste miejscami o spoiwie sparytowym, 6 - mułowce, 7 - mułowce ilaste, 8 - iłowce mulaste, 9 - strefy złuznień tektonicznych

Pod mikroskopem obserwowano kilka jedynie mikrofacji z różną gęstością powtarzających się w całym profilu. Najczęstszy, najbardziej charakterystyczny jest typ mułowca laminowanego iłowcem mulastym. Laminy mulaste zbudowane są w około 65-75 % ze słabo obtoczonych i źle wysortowanych, zaokrąglonych i wydłużonych ziarn kwarcu, 10 % stanowią skalenie potasowe i plagioklasy silnie zwykle

przeobrażone, okruchy skał krzemionkowych lub czasem skał krzemionkowo-ilastych, łuski biotyту oraz ziarna skał węglanowych: mikrytowych i mikrosparytowych o cechach syderytu. Resztę, około 20 % stanowi spoiwo zwykle illitowe z różną domieszką drobnego kwarcu. Laminy ilaste składają się w 60-70 % z illitowo-chlorytowego matrixu z domieszką masy mikrytów syderytowych /zwykle około 5 %/ /fig. 1b,c/. Pozostała część stanowi domieszka frakcji mulastej złożona z kwarcu, niewielkiej ilości lyszczyków i domieszki ziarn mikrytów i mikrosparytów syderytowych. Trafiają się pojedyncze ziarna glaukonitu, a cała skała usiana jest kuleczkowymi skupieniami bakteriynego pirytu. Nieco rzadziej występującą mikrofacją są drobnoziarniste piaszkowce typu waki arkozowej lub litycznej, często o kalcytowym spoiwie i kierunkowej równoległej teksturze. Składają

się one z 60-70 % kwarcu, zmiennych wzajemnie ilości /5-10 %/ skaleni i okruchów skał krzemionkowych i krzemionkowo-ilastych, biotyту /1-2 %/, pojedynczych ziarn mikrytów syderytowych /osiągających średnicę 0,5 mm/ i glaukonitu oraz rozproszonych minerałów ciężkich. 25-28 % stanowi spoiwo złożone z masy ilasto-chlorytowej zmieszane z mułową frakcją ziarn opisanych wyżej. Spoiwo bywa przetkane kryształkami kalcytu. Najrzadziej występującymi w profilu są drobnoziarniste piaskowce typu wapnistego arenitu sub-litycznego złożone w 65-70 % z ziarn kwarcu, 20-30 % ze sparytowego spoiwa, 0-10 % skaleni potasowych i plagioklazów, okruchów skał krzemionkowych i minerałów ciężkich.

Opisane skały litostratygraficzne zaliczane były do wielu utworzonych przez różnych autorów jednostek. Formalizuje je w formację iłowcowo-mułowcową Czarnej Z. Kowalczewski /1979/ i W.R. Kowalski /1983/.

Skały te występują na dużych obszarach południowej części arkusza, na południe od linii wyznaczonej przez Cygany - Kajmów - - dolinę Koprzywianki. Analiza kart otworów wiertniczych autorstwa B. Kubicy, K. Pawłowskiej wskazuje, że pod utworami miocenu na południe od wskazanej powyżej linii, powszechnie nawierca się osady mulaste, mulasto-ilaste zbliżonego wieku i pozycji litostratygraficznej. Ostatnio K. Lendzion i inni /1982/ opracowały biostratygraficznie profil Bazowa. Zawarte tam wyniki badań nad akritarchami wskazują na to, że profil Bazowa, a zatem i Skwirzowej należy odnosić do wyższej części dolnego kambru holmiowego.

Poziom holmiowy środkowy

M u ł o w c e z p r z e ł a w i c e n i a m i p i a s - k o w c ó w - C_{m1h2} . Ponad opisywanymi powyżej skałami leży gruby kompleks skał drobnoklastycznych, w obrębie którego niezmiernie trudno już dokonać wewnętrznego podziału. Podział taki przeprowadzono w oparciu o średnią charakterystykę opornościową uzyskaną z sondowań elektrooporowych /A. Pawłowska, 1983/. Strefy, w których skały osiągają oporności pozorne 70-90 ometrów wydzielono i skorelowano z odsłonięciami na powierzchni. Okazało się, że obejmują one miększy zespół /około 400 m/ mułowców, drobnoziarnistych piaskowców często o gruzłowym lub "zrostkowym" pokroju, rzadziej iłowców mulastych wzajemnie się przeławicających. W obrębie opisywanych skał znaczny jest udział materiału drobnopiaszczystego dominują mułowce, a udział iłowców mulastych jest stosun-

kowo skromniejszy. Rozproszone w tym profilu trafiają się ławice drobnoziarnistych piaskowców kwarcyticznych typu arenitów kwarcowych napotkane w przekopie drogi Byszów - Janowice, w północnym zboczu doliny Gorzyczanki. Występująca w tym miejscu 40 cm miąższości ławica wspomnianych piaskowców tkwi w obrębie grubszego pakietu drobnoziarnistych piaskowców typu arenitu sublitycznego lub subarkozy o gruzłowym pokroju, obfitującym w ślady głównie organicznego pochodzenia. Te niezmiernie charakterystyczne skały rozpoznane zostały i opisane już w wielu miejscach i przynajmniej w obrębie antyklinorium klimontowskiego mogą dobrze pełnić rolę poziomu korelacyjnego. Na arkuszu występują jeszcze w dolinie Gorzyczanki w Węgrcach Szlacheckich, choć ilość śladów jest tam nieco mniejsza. Te piaskowce zbioturbowane "zrostkowe" /R. Michniak, 1969/ lokują się w centralnej części opisywanego wydzielenia mając najwyżej kilkadziesiąt metrów miąższości. Fragment spągowej części opisywanego zespołu skalnego odsłania się na powierzchni w Trzykosach w dolinie Koprzywianki, a stropowa część w zwietrzelinie w dolinie Gorzyczanki między Byszowem, a Węgrcami Szlacheckimi. Opisywane skały zajmują na terenie arkusza rozległe przestrzenie w podłożu skał czwartorzędu, a zwłaszcza miocenu, sięgając ku wschodowi poza granicę arkusza Tarnobrzeg i Grębów.

Biostratygraficznie są one dokumentowane przez K. Pawłowską z otworu nr 24 /fide S. Pawłowski, 1965/ jako holmiowe.

Poziom holmiowy górny

I ł o w c e , m u ł o w c e i p i a s k o w c e -
- Cm_{4h3}. Oddzielona nieostrą granicą od wyżej opisanej zalega seria charakteryzująca się opornościami pozornymi 50-70 omometrów /A. Pawłowska, 1983/. W profilu dominują tutaj iłowce mulaste. Mniejszy jest udział mułowców, a ławice drobnopiaszczyste pojawiają się rzadko. Strop tej serii nawiercono w otworze nr 1 /Os-solin IG-1/ /fig. 3/ uzyskując możliwość dokładniejszego opisu.

W profilu otworu nr 1 dominują iłowce mulaste w stropie jasnoszaro-popielate niżej stopniowo ciemnoszare, szarobrazowe, oliwkowe, laminowane mułowcami i rzadziej piaskowcami. Laminacja z reguły nieregularna - falista rzadziej soczewkowa i równoległa, miejscami jest konwolutna. Sporadycznie trafiają się powierzchnie erozyjne rozwinięte najczęściej na bardziej dojrzałych frakcyjnie ławicach drobnoziarnistych piaskowców. Pospolicie spotykane są otoczaki ciemnoszaroczarnych skał fosforanowych do 3 cm

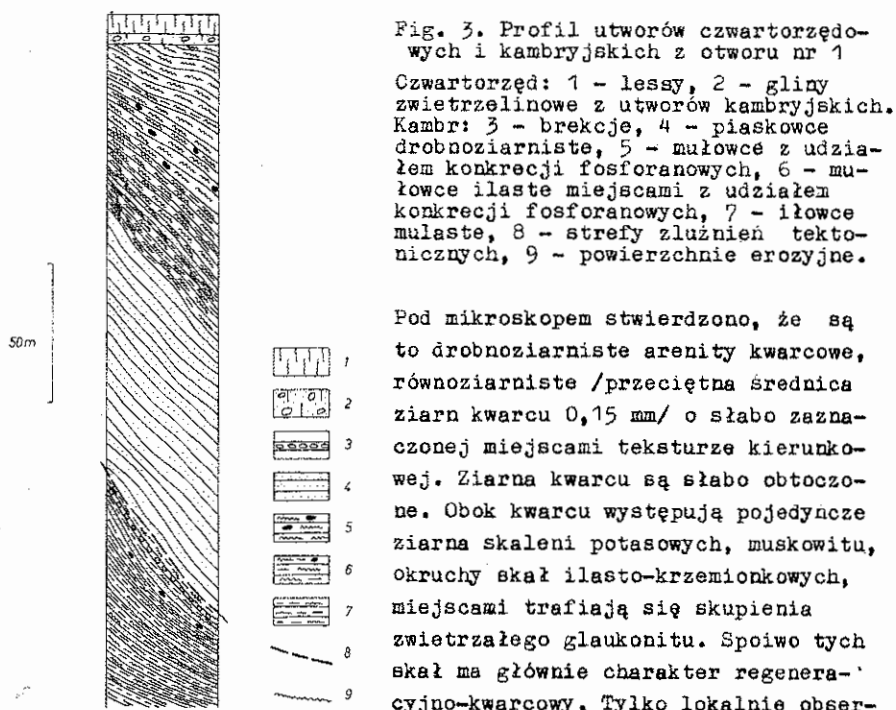
długości i mniejsze intraklasty mułowców, piaskowców. Pod mikroskopem stwierdzono, że podstawowy typ serii to ilowiec mulasty i mulasto-piaszczysty laminowany mułowcem i ilowcem syderytowym. Laminy ilowca mulastego i mulasto-piaszczystego składają się w 50 % ze źle obtoczonych i wysortowanych ziarn kwarcu, pojedynczych skaleni potasowych i tła, na które składa się illitowa masa przetrkana kulistymi skupieniami bakteryjnego pirytu. Laminy mulaste zbudowane są w 70 % ze źle na ogół wysortowanych i obtoczonych ziarn kwarcu o zarysach często zatartych przez regenerację spoiwa kwarcowego oraz 10 % materiału ziarnistego złożonego z okruchów skał krzemionkowo-ilastych, przeobrażonych skaleni potasowych i plagioklazów, okruchów mikrytów i mikrosparytów syderytowych, schlorotypizowanych biotytów, pojedynczych ziarn glaukonitu, minerałów ciężkich. 20 % stanowi spoiwo illitowo-regeneracyjne z różną w różnych laminach domieszką chlorytów. Trzecią pospolitą mikrofacją są laminy ilowców syderytowych zbudowane w 70 % z hydrolyzyczków, a w 30 % z mikrytów i mikrosparytów syderytowych, występujących w formie skupień izometrycznych lub silnie wydłużonych zgodnie z teksturą skały. W laminach tych trafiają się także smugi wzbogacone w substancję organiczną i rozsiiane kuleczkowate skupienia pirytu. Wśród takich skał pojawiają się zwykle cienkie smugi, soczewki, a czasem ławice do 20-30 cm grubości piaskowców kwarcytowych typu arenitu sublitycznego i rzadziej arenitu kwarcowego, gdzie kwarc osiąga 70-90 %, do 10 % jest skaleni potasowych i plagioklazów, do 10 % okruchów skał krzemionkowych. Składnikom podstawowym towarzyszą sporadycznie spotykane ziarna glaukonitu, okruchy mikrytów syderytowych, schlorotypizowane biotyty. 15 % stanowi ilasto-chlorytowo-regeneracyjne spoiwo typu kontaktowego miejscami jedynie porowe. Lokalnie pewna część może być zastąpiona kalcytem lub nawet dolomitem /?/.

Opisane powyżej skały na powierzchni występują w dolinie Gorzyczanki na południe od Węgrców Szlacheckich i w okolicach Janowic. Ciągną się one jednak dalej ku południowemu-wschodowi pod nakładem skał czwartorzędowych i miocenijskich z pewnością poza dolinę Wisły. Miąższość ich szacować można na około 200-300 m.

b. K a m b r s r o d k o w y /?/

P i a s k o w c e k w a r c y t o w e - p_{Cm_2} . Utwory te, zapewne z luką sedymentacyjną obejmującą skały protolenusowe dolnego kambru, w profilu otworu nr 1 leżą na utworach holmowych.

Są to osady przypuszczalnie środkowokambryjskie. Jest to jednorodna seria /fig. 3/ około 50 m miąższości złożona z jasnoszarych grubo ulawicznych piaskowców kwarcytycznych.



Pod mikroskopem stwierdzono, że są to drobnoziarniste arenity kwarcowe, równoziarniste /przeciętna średnica ziarn kwarcu 0,15 mm/ o słabo zaznaczonej miejscami teksturze kierunkowej. Ziarna kwarcu są słabo obtoczone. Obok kwarcu występują pojedyncze ziarna skaleni potasowych, muskowitu, okruchy skał ilasto-krzemionkowych, miejscami trafiają się skupienia zwietrzałego glaukonitu. Spoiwo tych skał ma głównie charakter regeneracyjno-kwarcowy. Tylko lokalnie obserwuje się resztki pierwotnego spoiwa illitowego typu kontaktowego i spoiwa fosforanowego. Pospolicie występują minerały ciężkie wśród których wyróżniono cyrkon i turmalin.

Opisane piaskowce nie odsłaniają się na powierzchni arkusza Tarnobrzeg. Najprawdopodobniej występują one pod przykryciem skał trzeciorzędowych na północ od linii Śmiechowice - Wielowieś.

M u ł o w c e , i ł o w c e , i ł o w c e m u ł o w c o w e i p i a s k o w c e - mc^{Cm_2} . Nawiercono je w stropie otworu badawczego nr 1 /fig. 3/. Makroskopowo są to w strefie zwietrzałej rudobrazowe, a niżej popielatoszare, szare i szarooliwkowe mułowce, iłowce mulaste i drobnoziarniste piaskowce odcinkami wyraźnie, gęsto i drobno laminowane, partiami o laminacji niewyraźnej zaznaczonej dopiero w szlifach teksturą kierunkową osadu. Laminacja wynika z rytmicznego rozkładu czystości występowania

poszczególnych frakcji zwłaszcza zaś domieszki ilastej. Lamina-
cja jest zazwyczaj równoległa, miejscami z przejściami do falis-
tej i soczewkowej. Pod mikroskopem obserwowano, że laminy ilaste
składają się z minerałów ilastych o wysokiej dwójłomności o ce-
chach hydrolyzyczyków oraz rozszanego a miejscami skupionego w
cienkie laminy kwarcu /do 20 %/. Około 20 % skały zajmują okruchy
i skupienia węglanowe mikrytowe i mikrosparytowe o cechach syde-
rytu /fig. 1 d, e/. Syderyt występuje także w postaci pigmentu
pojedynczych kryształów rozproszonych w całej skali. Skrajnym ty-
pem litologicznym frakcji najgrubszych są laminy i ławice drobno-
ziarnistych piaskowców złożonych z kwarcu /70 %/, pojedynczych
okruchów skał krzemionkowych, łyszczyków, skaleni, glaukonitu.
25 % stanowi spoiwo ilaste z domieszką chlorytów oraz węglanów
wykształconych w postaci drobnych kryształków syderytu rozproszo-
nych w tle skały.

Opisywane utwory nie odsłaniają się w obrębie arkusza Tarnob-
rzeg na powierzchni. Można jednak przypuszczać, że budują one po-
dłoże północno-wschodniego jego naroża.

2. T r z e c i o r z ę d

a. N e o g e n

Miocen

Baden

I ł y , m u ł o w c e i l i g n i t y - M_4 . Na ba-
danym obszarze i w jego pobliżu tradycyjnie wydzielano tzw. utwo-
ry burowęgłowe i zaliczano je do helwetu. W 1965 roku S. Pawłow-
ski i K. Pawłowska /S. Pawłowski, K. Pawłowska, B. Kubica, 1965/
zasugerowali możliwość facjalnej interpretacji tych utworów w
stosunku do warstw baranowskich i wapieni litotamniowych. Podobny
pogląd w odniesieniu do skał burowęglowych doliny Opatówki wypo-
wiadał A. Radwański /1973/. W przekonaniu o słuszności tego poglą-
du pozostaje także autor wydzielając nieformalną jednostkę lito-
stratygraficzną złożoną z utworów drobnoklastycznych najczęściej
iłowców i mułowców z przeławiczeniami iłów węglistych i lignitów.
Wyjątkowo znane są z tych utworów ławice wapieni /otwór nr 24 -
- autor karty otworu - B. Kubica/. Utwory ilasto-mułowcowe zawie-
rają często bardzo liczną, choć z reguły nieistotną stratygraficz-
nie makrofaunę /K. Pawłowska, 1965 i K. Kowalewski, 1957/.

Opisywane utwory nie występują na powierzchni arkusza, a znane są jedynie z licznych otworów wiertniczych, głównie z północno-wschodniego naroża arkusza /okolice Zarzekowic/, rozległego obszaru z centrum w rejonie Tarnobrzegu sięgającego po Krzcin na zachodzie, Wielowieś na północy, granicę arkusza na wschodzie i Machów na południu /S. Pawłowski, 1957/. Niewielki obszar zajmują one także w okolicach Swiniar w dolinie Wisły otwór nr 48 /Swiniary 2/ /S. Pawłowski, 1957/. Utwory burowęgłowe z reguły zalegają wprost na zwietrzelinach skał dolnokambryjskich, lokalnie jednak np. w otworze nr 50 /Suchorzów 137/ tworzą wkładki /6 m/ nawet w środkowej części warstw baranowskich. Często utwory warstw baranowskich podścielają osady drobnoklastyczne z burowęgłem np. otwory nr 28, 41 /Mokrzyszów M-2, N-1/, a z reguły je przykrywają - np. w otworach: nr 14 /Sobów E-3/, nr 42 /Stale N-12/, nr 39 /Ocice P-2/, nr nr 41, 24 i 37. Skały drobnoklastyczne nie tworzą ciągłej pokrywy w spągu utworów miocenijskich. Jak to pokazał S. Pawłowski /1957/ występują one w rozległych lub lokalnych płatach, rozdzielone zalegającymi na skałach kambryjskich płaskami lub piaskowcami warstw baranowskich.

P i a s k i i p i a s k o w c e - w a r s t w y b a r a n o w s k i e - M_{4b} . Stanowią one pod względem miąższości i rozprzestrzenienia główną jednostkę litostratygraficzną dolnego badenu na badanym obszarze. Niezwykle zróżnicowane miąższościowo, facjalnie i diagenetycznie występują niemal na całym obszarze pokrytym trzeciorzędem i wyznaczają maksymalną granicę jego występowania. Tylko w północno-zachodnim narożu arkusza brak w ogóle /tabl. III/ utworów trzeciorzędowych. Miąższość warstw baranowskich jest zróżnicowana i sięga od kilku metrów w pobliżu maksymalnego ich zasięgu do 78 m otwór nr 50 /Suchorzów 137/. Generalnie rzecz biorąc, stosunki miąższościowe w obrębie warstw baranowskich oddają zróżnicowanie morfologii podłoża, na które transgredowało morze badeńskie. Obniżenia tej powierzchni wypełnione zostały miąższymi utworami piaszczystymi, obszary wyniesione wykazują znacznie mniejszą miąższość warstw baranowskich. Na przykład w otworach nr 21 czy nr 42 osiągają one zaledwie 10 m miąższości mimo, że otwory te nie są zlokalizowane w peryferycznej strefie zasięgu utworów miocenijskich.

Pod względem facjalnym warstwy baranowskie reprezentują bogactwo typów litologicznych, choć typem podstawowym są kwarcowe piaski drobnoziarniste. Na powierzchni odsłaniają się one w Swiniarach,

gdzie funkcjonuje ich kopalnia, oraz w dnie nieczynnej już kopalni odkrywkowej w Piasecznie. Jest to osad biały lub białoszary drobno- i równoziarnisty /S. Pawłowski, 1965; S. Pawłowski, K. Pawłowska i B. Kubica, 1965/ miejscami z bogatą fauną ostryg i jeźców /A. Radwański, 1973/.

W Beszycach odsłania się około 6 m profil tych osadów zakończony lepiej zdiagenezowaną ławicą piaskowców wapnistych ze znacznym udziałem pokruszonego detrytusu organicznego w stropie. Pod mikroskopem skała ta klasyfikowana jest jako piaskowiec różnoziarnisty typu arenitu litycznego z przejściami do zlepieńca drobnookruchowego o bardzo słabo zaznaczonej teksturze kierunkowej. Udział frakcji pselitowej sięga 60 % i obejmuje wyłącznie fragmenty rodoidów litotamniowych o wielkości do kilkunastu milimetrów. We frakcji psamitowej występują ponadto otoczone bioklasty otwornic, mszywiolów, małżów i pojedyncze litoklasty wapieni mikrytowych. 30-40 % stanowią otoczone ziarna kwarcu o przeciętnej średnicy 0,1 mm. Pojedynczo występują ziarna glaukonitu i okrucy mułowców. Około 20 % stanowi spoiwo sparytowe - porowe i kontaktowe oraz często drobna, rozarta masa litotamniowa.

Tego rodzaju utwory pospolicie występują w obrębie warstw baranowskich w podłożu młodszych skał miocenu - np. w otworach nr nr: 50 /Suchorzów 137/, 51 /Siedleszczany 138/, 46 /Baranów 107/ i innych /karty otworów autorstwa K. Pawłowskiej, S. Pawłowskiego i B. Kubicy/. Niekiedy w miejsce detrytusu litotamniowego pojawiają się całe kule litotamniowe luźno tkwiące w otaczającym je drobnoziarnistym piasku. Oprócz piasków i piaskowców występują w obrębie warstw baranowskich typy litologiczne pełniące mniej istotną rolę ilościową, ale znaczącą swoją obecnością ważne momenty paleogeograficzne. Do takich skał należy zaliczyć "żwirowce" występujące zwykle w spągu osadów serii baranowskiej. Składają się one zwykle z różnej wielkości okruchów mułowców i drobnoziarnistych piaskowców kambryjskich tkwiących w drobnoziarnistym piasku często z większym lub mniejszym udziałem skorup makrofauny. Tego rodzaju skały zespół prof. S. Pawłowskiego podaje /karty z otworów wiercniczych np. nr nr 48, 49, 50 i innych/ ze spągu utworów mioceńskich. Na powierzchni do tego typu osadów zaliczono podobne "żwirowce" z Gorzyczan i Szewców, choć J. Rutkowski /1969, 1976/ uważa je za sarmackie. Wreszcie trafiają się w obrębie opisywanych skał wkładki tufitów podawane w niektórych profilach otworów wiercniczych /np. otwór nr 50 - K. Pawłowska/.

Osady warstw baranowskich wykazują także zróżnicowanie pod względem wtórnych cech nabytych w okresie diagenety. Podczas gdy w peryferycznej strefie swego występowania - na wychodniach i w ich pobliżu są to piaski, co najwyżej zawierające wtórnie scementowane węglanem wapnia konkretacje w postaci mniej lub bardziej rozległych płaskur lub ciał nieregularnych /G. Czapowski, 1976/, w strefach głębszych coraz większy udział mają piaskowce o różnej zwięzłości, których geneza wiąże się z powstaniem regeneracyjnego spoiwa kwarcowego. Na obszarach podścielających złoża siarki piaskowce warstw baranowskich w swych stropowych partiach mają często spoiwo siarkowe i to w takich ilościach, że gdyby nie trudności technologiczne, mogłyby być traktowane jako złoża /K. Pawłowska, 1965/.

Skały warstw baranowskich przechodzą obocznie w ilasto-mułowe utwory dolnego badenu z jednej strony i litotamniowe z drugiej. Przejścia między tymi jednostkami są ciągłe i czasem w strefach przejściowych w pobliżu raf litotamniowych, gdzie ilość materiału piaszczystego spada a litotamniowego wzrasta mogą być trudności z postawieniem granicy.

Wapienie litotamniowe - M_{41} ; wapienie litotamniowe detrytyczne - wdt. Są one w obrębie dolnego badenu badanego obszaru elementem litologicznie podrzędnym. Pierwsze M_{41} obejmujące utwory zbudowane z kul litotamniowych o średnicy przeciętnej około 10 cm słabo spojonych wtórnym węglanem wapnia, odsłaniają się na powierzchni w okolicach Koprzywnicy - Cegielni. Budują tu one niewysokie wzgórze i osiągają około 10 m miąższości. Prócz węglanów zawierają niewielką domieszkę kwarcu.

W północnym zboczu doliny Koprzywnianki - w Trzykosach znaleziono skały zbudowane z detrytusu litotamniowego. Są to zlepierce drobnookruchowe zbudowane w 85 % z dobrze obtoczonych okruchów litotamni o przeciętnej średnicy 3 mm. Węglanom towarzyszą pojedyncze ziarna kwarcu. Skała jest słabo zdiagenezowana dzięki grubosparytowemu spoiwu o charakterze porowym i kontaktowym. Spoiwo to nie jest w pełni jednak wykształcone pozostawiając wiele niezapełnionych pustek międzyziarnowych i powodując jej wybitnie porowaty charakter. Te utwory zaliczone zostały do detrytycznych wapieni litotamniowych /wdt/ w odróżnieniu od kalkalitytów M_{41} tworzących najprawdopodobniej budowlę rafową.

Do niedawna jeszcze przekonanie o szerokim rozprzestrzenieniu i znacznych miąższościach /do 60-70 m/ wapieni litotamniowych dominowało w literaturze /S. Pawłowski, 1957; S. Pawłowski, 1965/. Obecnie wydaje się, że zarówno ich zasięg, jak i miąższości okazują się o wiele skromniejsze. Poza opisanymi już wydzieleniami wapienie litotamniowe znane są z otworów wiertniczych w północnej części arkusza, ale z uwagi na lakoniczność opisu trudno zdecydować czy należą one do odmiany rafowej czy detrytycznej, a czasem wątpliwości budzi sam fakt ich występowania. Ten ostatni przypadek ma miejsce zwłaszcza w odniesieniu do profili z otworów hydrogeologicznych udarowych, gdzie nawiercono, według kart tych otworów nr nr 2 /Chobrzany 86B/, 6 /Zawierzbie 104B/, 12 /Skotniki 104B/ krótkie kilkumetrowe profile wapieni litotamniowych. Leżą tu one, podobnie jak na wschodni w Trzykosach i Cegielni, wprost na utworach dolnokambryjskich. W otworze nr 14 /Sobów E-3/ nawiercono 10 m miąższości pakiet wapieni litotamniowych /karta otworu wiertniczego autorstwa E. Maszońskiego i B. Kubicy/ zalegający w stropie piasków baranowskich. W podobnej pozycji stwierdzono wapienie litotamniowe /10 m/ w otworze nr 25 /Dzików A-5/ /karta otworu autorstwa B. Kubicy/, natomiast w nieopodal położonym otworze nr 25 /Dzików M-4/, wapienie litotamniowe mają już znacznie mniejszą, sięgającą zaledwie 3 m miąższość i zalegają w obrębie piasków baranowskich w górnej ich części. Na południe od linii wyznaczonej doliną Koprzywianki - i przechodzącej przez Machów - - Cygany wapienie litotamniowe, notowane są sporadycznie. W spągu skał miocenkich nawiercono je w otworze nr 52 /Nagajów W-3 - autor karty otworu - B. Kubica/, a w sąsiednich Siedleszczanach detrytyczna odmiana tych wapieni licząca około 9 m miąższości lokuje się w środkowej części profilu warstw baranowskich /otwór nr 51 - karta autorstwa K. Pawłowskiej i B. Kubicy/.

x

x x

Utwory chemiczne miocenu rzadko pojawiają się na powierzchni w obrębie arkusza. W sposób naturalny odsłaniają się jedynie wapienie pogipsowe w Żurawicy. Dopiero w wyrobiskach kopalni odkrywkowych napotkano wapienie i margle osiarkowane oraz ostanice gipsów. Wszystkie wzmiankowane a niżej opisane wydzielenia odpowia-

dają sobie stratygraficznie i są efektem metasomatycznych przeobrażeń pierwotnych osadowych skał gipsowych. Zasięg występowania utworów chemicznych na arkuszu podał S. Pawłowski /1957/. Ku północy nie przekraczały one linii Łoniów - Dzików - Sobów. Na nich przekraczająco leżą młodsze skały ilaste miocenu.

M a r g l e i w a p i e n i e p o g i p s o w e - M_4 .
 Budują one stromą krawędź zachodnią doliny Wisły w okolicach Żurawicy. Odsłonięcia mają tu charakter naturalny. Widać w nich, porowate, niewyraźnie uławiczone jasnoszare i szare wapienie. Były one ostatnio przedmiotem szczegółowych badań, A. Kasprzyk /1982/, która w obrębie utworów wapiennych w Żurawicy obserwowała wapienie brekcyjne oraz przeławicające utwory wapienne, ławice margli i ilów wapnistych. Wapienie zbudowane są z mikrytu, miejscami rekrystalizującego do mikrosparytu. Część porów wypełniona jest sparytem. W wapieniach obserwowano węglanowe pseudomorfozy po kryształach gipsu oraz szczątkowe mikrostruktury gipsowe /A. Kasprzyk, 1982/. W Żurawicy zespół utworów chemicznych pogipsowych liczy 8-14 m.

Płone skały węglanowe o profilu zbliżonym do opisanego nawiercane są głównie w centralnej części arkusza, poza obszarami złożowymi.

G i p s y - $g_1 M_4$. Ostańce gipsów krystalicznych tworzące duże bloki o średnicy do kilkudziesięciu metrów odsłonięto w trakcie eksploatacji siarki w kopalni Piaseczno. Schematycznie zaznaczono je tam na mapie. Pierwotne utwory serii chemicznej miocenu - gipsy znane są jednak głównie z otworów wiertniczych. Sporadycznie spotykano je na północy /otwór nr 14 - karta otworu autorstwa E. Maszonskiego i B. Kubicy/, gdzie stwierdzono 13 m profil gipsów krystalicznych. Najbardziej miększe jednak i najlepiej wykształcone profile gipsów spotykane są na południu i w okolicach Baranowa Sandomierskiego i Długoleki /otwory nr nr 43, 46, 49/ - autorami kart są S. Pawłowski, K. Pawłowska, B. Kubica/. Mięszczość utworów gipsowych sięga tam 55 m, a profil obejmuje zróżnicowaną litologicznie serię gipsową. W spągu zalegają zwykle tzw. gipsy selenitowe, grubokrystaliczne z wkładkami gipsów zbitych. Ku górze w profilach dominować zaczynają gipsy zbite, pojawiają się też brekcje gipsowe.

W a p i e n i e i m a r g l e s i a r k o n o ś n e - $wS M_4$. Sztuczne wychodnie tych skał zaznaczono jedynie w odkrywkowych kopalniach siarki, często z uwagi na skalę mapy w spo-

sób dalece niedoskonały, jednak obecnie już dość dokładnie wiadomo, że zajmują one rozległe przestrzenie zwłaszcza w centralnej części arkusza z osią maksymalnych miąższości przebiegającą przez Piaseczno - Machów - Mokrzeszów. W tym pasie maksymalną miąższość seria siarkonośna osiąga w okolicy Mokrzeszowa i dalej na wschód ku Jeziórku, gdzie liczy ponad 20 m miąższości/S. Pawłowski, 1957/. Drugi obszar dużego rozwoju miąższościowego pogipsowych skał węglanowych wkracza tylko niewielkim fragmentem w obręb arkusza Tarnobrzeg w pobliżu Koła /otwór nr 45 - karta otworu - K. Pawłowska, B. Kubica/, gdzie wapienie osiarkowane osiągają 40 m miąższości. Pod względem litologicznym profil serii siarkonośnej w dużej mierze odpowiada płonym wapieniom pogipsowym opisanym w Żurawicy. W opisywanym przypadku jednak pory, kawerny, pustki wypełnione są różnymi odmianami pylastej, krystalicznej siarki /K. Pawłowska, 1965/.

W Machowie w spągu serii chemicznej leżą osiarkowane mikrytowe wapienie margliste, zwięzłe. Ku górze skała staje się coraz silniej marglista, miejscami wręcz ilasta. Dopiero strop liczącej przeciętnie około 8-11 m serii stanowi ponownie około 1 m miąższości ławica zwięzłych wapieni. W obrębie wapieni osiarkowanie ma charakter gniazdowy /gniazda do kilkudziesięciu cm/ lub rozproszony. W utworach marglistych dominuje osiarkowanie typu warstwowego, gdzie kilkucentymetrowa ławica marglu czy mikrytu przełamwana jest 1-2 cm miąższości laminą siarki. Siarka w postaci rozproszonej, jest zwykle pylasta, w gniazdach i warstwach dużo jest siarki krystalicznej. Osiarkowanie jest nieregularne, choć generalnie indywidualizuje się w pewien zespół skalny, w którym ono wyraźnie dominuje. W obrębie tego zespołu często dominują jednak bryły mikrytów nieosiarkowanych o przeciętnej wielkości 1,5-2,0 cm, a maksymalnie kilkunastometrowej średnicy. W obrębie skał węglanowych pospolite są kawerny pokryte naciekami kalcytowymi z wykryształizowaną na nich siarką krystaliczną. Nie napotkano w Machowie ostańców gipsowych.

Profil odsłonięty w kopalni w Machowie jest profilem dość typowym dla serii siarkonośnej rejonu tarnobrzeskiego. Podobnie wykształcone skały osiarkowane nawiercono w licznych otworach w podłożu iłów krakowieckich i warstw pektenowych w rejonie tarnobrzekim /K. Pawłowska, 1965/.

M a r g l e , i ł y i w a p i e n i e - w a r s t w y
p e k t e n o w e - m e ^M_{4p}. W stropie skał badających tradycyjnie

wyróżnia się zespół warstw charakteryzujący się zwiększoną węglanowością i obfitością fauny w postaci tzw. warstw pektenowych. Na powierzchni odsłaniają się one w krawędzi doliny Wisły między Jasionicą i Świniarami, w piaskowni w Świniarach, oraz w obu kopalniach odkrywkowych siarki. Natrafiono na nie otworami bezpośrednio pod czwartorzędem w obszarze Żurawicy - Łoniowa. Trudno je jednak na wychodniach odróżnić od ilów krakowieckich, ponieważ tworzą łądząco podobne zwietrzeliny.

Pogranicze utworów siarkonośnych i ilów krakowieckich sprofilowano w kopalni Machów /fig. 4/.

Ponad wapieniami osiarkowanymi zalega niedostępna bezpośrednim obserwacjom z uwagi na sposób eksploatacji 3-4 m miąższości seria ilasta. M. Nieć /1970/ podaje z tej właśnie pozycji w kopalni Piaseczno 1-2 m pakiet czarnych, silnie zaburzonych, zafałdowanych i silnie zuskokowanych czarnych ilów miejscami z okruchami siarkonośnych wapieni. Lokalnie powstaje skała o strukturze brekcjowej, w której okruchy wapieni tkwią w ilasto-marglistej masie. Profil warstw pektenowych w Machowie ponad 3-4 m przerwą rozpoczynają margle i iły margliste obfitujące w materiał szkieletowy. Iły są zwykle szare i ciemnoszare, margle nieco jaśniejsze. W stropie tego liczącego około 8 m interwału występuje wkładka /10 cm/ ciemnozielonych, bryłowych ilów tufitowych. Ponad spągową serią ilasto-marglistą występuje niezwykle charakterystyczny doskonale w profilu dzięki kontrastowym barwom widoczny 1,5 m miąższości zespół, który można określić jako serię pasiastą. Także tę serię budują ciemnoszare utwory ilaste, ale jest ona często przełamwana cienkimi 1-5 cm laminami bentonitów i ilowców tufitowych o barwach białych, rdzawych, żółtych, zielonych. W serii tej w dalszym ciągu jest liczna i bogata fauna przywiązana jednak wyraźnie do podstawowego, ilastego typu litologicznego. Opisywane utwory występują konsekwentnie w spągu skał ilastych kopalni na przestrzeni 2 km. Dzięki kontrastowym barwom można łatwo zaobserwować obfitość zaburzeń i deformacji występujących ponad serią siarkonośną w utworach ilastych miocenu, analogicznych lub nawet bogatszych od opisanych przez M. Niecia /1970/ z ich odpowiedników w kopalni Piaseczno. Ponad serią pasiastą leżą iły i iły margliste przełamane cienkimi 1-5 cm laminami mułków lub słabo zdiagenezowanych mułków, miejscami tufitowych. Skały te zawierają bardzo bogatą faunę, która miejscami tworzy słabo zdiagenezowane kalkarenity. Ku górze fauna stopniowo zanika, zanikają wkła-

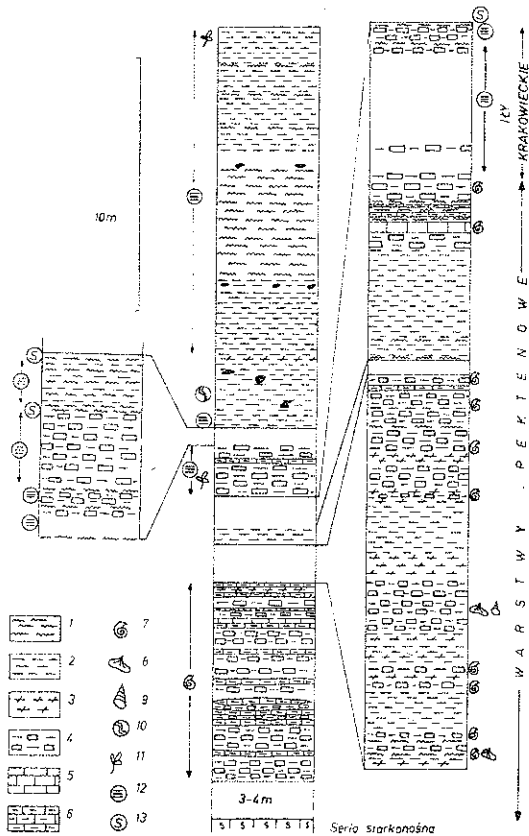


Fig. 4. Profil warstw pektenowych - me_{4p} z kopalni "Machów".
 1 - Mułowce czysto tufitowe, 2 - iły, 3 - iły zbentonizowane,
 4 - iły margliste, 5 - wapienie organodetrytyczne, 6 - margle,
 7 - zasięg występowania detrytusu organicznego, 8 - występowanie małży,
 9 - występowanie ślimaków, 10 - występowanie rurek serpul,
 11 - występowanie śladów roślin, 12 - osady poziomo laminowane

dki kalkarenitowe i margliste, skała staje się silniej ilasta. Pojawia się pozioma laminacja, coraz liczniej zaczynają występować konkracje markasytowe i szczątki roślin. Ta stropowa część należy już do ilów krakowieckich. Profile warstw pektenowych podawane na kartach otworów wiertniczych przez S. Pawłowskiego, K. Pawłowską i B. Kubicę z terenu arkusza Tarnobrzeg, tylko w szczegółach różnić się mogą od podanego wyżej w kopalni Machów. Zmieniają się w

nich proporcje margli, wapieni do ilów, ale zarówno obfitość detrytus szkieletowego jak i wzrost węglanowości są elementami na tyle charakterystycznymi, że wydzielenie opisywanych utworów w profilach otworów wiertniczych nie nastrocza specjalnych trudności.

Biostratygraficznie utwory warstw pektenowych należą do dwu zon otwornicowych: Neobulimina longe Venglinsky i Cibicides crassiseptatus Łuczowska /E. Łuczowska, 1964; E. Odrzywolska-Bienkowska, 1965/.

Mięszczość warstw pektenowych jest zmienna; np. w okolicy Tarnobrzegu wynosi około 20 m.

Sarmat

I ł y k r a k o w i e c k i e - ¹₅^k. Leżą one przekraczającą na skałach badenu i zajmują najrozleglejsze przestrzenie. Kompleks ilów krakowieckich obejmuje różne skały. Wśród nich dominującą rolę ilościową odgrywają - ciemnoszare iły laminowane i iły bryłowe. Obydwa wspomniane typy litologiczne tworzą w profilu kopalni Machów grube /od kilku do kilkunastu metrów/, wzajemnie przeławicające się pakiety. Są one wewnętrznie podzielone lub oddzielone od siebie cienkimi laminami mułków lub słabo zdiagenezowanych mułowców o centymetrowych miąższościach, albo ławicami szarych piasków drobnziarnistych o przeciętnej grubości 20 cm. Spotykane są także cienkie wkładki tufitów lub bentonitów. Iły krakowieckie dzielone bywają na trzy litostratygraficzne jednostki, które kartograficznie nie są możliwe do pokazania.

W dolnej części występują warstwy syndesmyowe z licznymi małżami w tym głównie z rodzaju Syndesmya, Limnocardium, Mohrenstiernia, Hydrobia /K. Pawłowska, 1965; K. Kowalewski, 1958/. W spągu tych warstw spotyka się ławice bogate w faunę małżoraczków i szczątki ryb.

Wyżej wyróżnia się warstwy serpulowe charakteryzujące się jedynie masowym występowaniem serpul. Ta część profilu wykazuje jeszcze obecność stosunkowo licznych przeławiczeń marglistych.

Ponad warstwami serpulowymi fauna praktycznie nie występuje. Rozproszone w skale są natomiast resztki roślin, które posłużyły za kryterium wydzielanych w stropie ilastego sarmatu warstw ze szczątkami roślin.

Pod względem biostratygraficznym w ilach krakowieckich stwierdzono występowanie czterech poziomów otwornicowych Anomalinoidea

dividens Łuczowska, *Quinqueloculina karreri ovata* Sierova, *Quinqueloculina sarmatica* Karr, *Elphidium hauerinum* /d'Orbigny/.

Mięszczość ilów krakowieckich zmienia się od 0 m na pograniczu ich występowania w północno-zachodniej części arkusza do 170 m w części południowej /otwór nr 50/ i około 150 m w okolicy Cygan. Generalnie rośnie ona stopniowo ku południowemu wschodowi. Jedyne na południe od Świniań gradient wzrostu mięszczości jest znaczny i sugeruje związki z zaburzeniami dyslokacyjnymi.

x

x x

Utwory tzw. sarmatu detrytycznego na powierzchni zaznaczono jedynie w obrębie Garbu Tarnobrzeskiego. Budują one tu ostańcowe wzgórza między Sobowem a Tarnobrzegiem oraz ujawniają się spod utworów czwartorzędowych na wschodnich stokach Garbu koło Chmielowa, Ocic i Tarnobrzegu. W obrębie tych utworów wyróżniono fację bogatą w detrytus litotamniowy i fację obfitującą w materiał klastyczny.

W a p i e n i e d e t r y t y c z n e - $w_{dt}^{M_5}$. Utwory te w postaci zwartego mięszczego /około 5 m/ kompleksu, budują jedną wychodnię w północnej części Lasu Zwierzyniec rozciętą przekopem nowozbudowanej szosy z Zakrzowa do Sobowa. Są to białe słabo zdiażgenizowane płaski i drobnookruchowe zlepki /przeciętna wielkość ziarn 1-3 mm/ złożone z fragmentów wapieni litotamniowych, słabo spojonych sparytem. Skały te zawierają domieszkę drobnoziarnistego kwarcu w ilości sięgającej kilkunastu procent bądź to rozproszoną w tle, bądź indywidualizującą się w postaci cienkich kilkunastocentymetrowej mięszczości nieregularnych ławic. Ławice podobnych utworów obserwowano w wykopie pod mleczarnią na zachód od Sobowa oraz w wyrobisku okresowo czynnej cegielni w lesie Zwierzynieckim. Leżą tam one w stropie lub stanowią wkładki w obrębie piaszczysto-żwirowej facji sarmatu detrytycznego.

P i a s k i i ż w i r y - $p_z^{M_5}$. Osady klastyczne dominują ilościowo w obrębie Garbu Tarnobrzeskiego. Na wschód od Sobowa wyraźne wzgórze zbudowane jest z piasków drobnoziarnistych obfitujących w skorupy ślimaków z przeławiczeniami mułków. Podobny drobnoziarnisty, mułkowo-drobnopiaszczysty charakter mają analogiczne utwory z przekopu kolejowego przez Górę Dedynekę i następnego przed

Ocicami. We wszystkich wspomnianych przypadkach skały klastyczne zalegają na łach krakowieckich.

Podobną pozycję w profilu zajmują piaski ze żwirami, których odsłonięciem klasycznym zwanym "skałą" jest szczyt stromej krawędzi Wisły w Tarnobrzegu na skraju osiedla "Przy Wiśle" /J. Rutkowski, 1976/. Odsłaniają się tam gruboziarniste piaski wapienste ze żwirami szarych i oliwkowych piaskowców kwarcyticznych i mułowców kambryjskich, osiągających średnicę kilkunastu centymetrów, kul litotamniowych, toczenców ilastych osiągających 80 cm długości. Leżą one na rozmytej powierzchni łów krakowieckich zaliczanych w stropie do poziomu Elphidium hauerinum. Ostatnio opisane zostały przez J. Rutkowskiego /1976/. Podobne utwory opisuje J. Rutkowski /1976/ z Ocic. Skały te zawierają liczną choć często pokruszoną makrofaunę.

W trakcie kartowania geologicznego, na północ od Chmielowa w wykopie pod nowy osadnik, natrafiono na nowe odsłonięcie utworów żwirowych. Odsłonięto tu około 3 m miąższości utwory żwirowo-piaszczyste. W spągu zalega 1,5 m warstwa piasków ze żwirami. Materiał piaszczysty jest głównie drobnoziarnisty. We frakcji żwirowej dominuje pokruszony materiał szkieletowy małży i ślimaków. Towarzyszą im litoklasty mułowców i piaskowców kwarcyticznych kambryjskich oraz okruchy wapieni litotamniowych. Ławicę żwirową pokrywają rdzawobrunatne piaski z rozproszonymi porwakami łów krakowieckich wielkości 3-45 cm z drobnymi 0,5-1,0 cm żwirkami kambryjskich mułowców i piaskowców oraz pojedynczymi otoczonymi żwirkami kwarców o przeciętnej wielkości 3 cm. Miąższość ławicy piaszczystej wynosi 1m. W stropie opisywanego profilu ponownie pojawia się ławica żwirowo-piaszczysta o składzie jak w opisanej ze spągu. Tu jednak materiał jest gorzej wysortowany i obtoczony.

3. C z w a r t o r z ę d

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

Preplejstocen

W stropie skał niewątpliwie miocenijskich, a pod przykryciem utworów lodowcowych z okresu zlodowacenia południowopolskiego, występują osady o niepewnej pozycji stratygraficznej. Niektóre z nich bywają zaliczane jeszcze do miocenu /E. Mycielska-Bowgiałło, 1978/ lub ewentualnie pliocenu /T. Piątkowski, 1973/. W niniejszym opracowaniu zaliczono je do preplejstocenu.

P i a s k i i m u ł k i /pm/ r z e c z n e - ^{f₀} p₂ p₁ p₀.
 Najlepsze odsłonięcia tych utworów istniały podczas eksploatacji
 siarki w kopalni Piaseczno skąd, po raz pierwszy zostały opisane
 przez Z. Glazera i innych /1972/ - fide E. Mycielska-Dowgiałło,
 1978. Według T. Piątkowskiego /1973/ opisywane utwory to głównie
 piaski drobnoziarniste i mułki podścielone glinami zawierającymi
 okruszowy materiał wapieni, margli i piaskowców głównie trzecio-
 rzędowych i kredowych. Skały te leżą dyskordantnie na utworach
 morskich miocenu i wypełniają szeroką na 0,5 km rynną o głęboko-
 ści 25-30 m. Rynna ta ma przebieg generalnie północ - południe i
 łagodnie nachylone /około 10°/ stoki.

Fragment podobnej formy obserwowano podczas kartowania geolo-
 gicznego w 1983 roku w północno-zachodnim narożu kopalni "Machów".
 Pod piaskami holocenskiimi zalewowego tarasu Wisły występuje 5 m
 miąższości seria popielatych, jasnoszarych, poziomo laminowanych,
 drobnoziarnistych piasków kwarcowych. W niektórych ławicach obser-
 wuje się obecność różnego rodzaju warstwowań przekątnych, aż do
 warstwowania konwolutnego oraz prześladowań zespołów lamin. Ławic-
 ce piaszczyste liczą od 10-80 cm miąższości. Rozdzielają je ławic-
 ce mułków szarych poziomo laminowanych z rozproszonymi szczątkami
 zwęglonej flory. Dostępny obserwacjom jest strop opisywanej serii.
 Dolna jej część nie jest widoczna, niknie pod grubymi osypiskami.
 Ku wschodowi opisane skały kontaktują obecnie wzdłuż dość łago-
 dnie nachylonej powierzchni z typowymi ilami krakowieckimi, za-
 chodnia granica nie jest dostępna obserwacjom. Strop opisywanych
 utworów w Machowie lokuje się na wysokości około 130-135 m n.p.m.
 nawiązując tym do poziomu stropu rynny erozyjnej z Piaseczna loko-
 wanej na wysokości 130 m n.p.m. /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/.

Podobnie litologicznie biało-popielate piaski drobnoziarniste
 przekątnie i poziomo warstwowane z prześlawnieniami /do 10 cm miąż-
 szości/ szarych ilów i mułków napotkano w stromościennych niewiel-
 kich rynnach erozyjnych we wschodniej ścianie kopalni Machów.
 Szerokość rynny wynosi tu około 50 m, a głębokość około 5 m. Mimo
 litologicznego podobieństwa osadów, zarówno rynna jak i wypełnia-
 jąca ją utwory, choć zaliczono je do tego samego wydzielenia,
 powstała zapewne w innym czasie. Wskazuje na to inny jej kierunek
 - w przybliżeniu zachód-wschód, jak i różna wysokość stropu i spą-
 gu wynosząca odpowiednio około 155 i około 150 m n.p.m. Rynny ta-
 kie były już dotychczas notowane i opisywane z Machowa /E. Myciel-
 ska-Dowgiałło, 1978/.

P i a s k i /p/ r z e c z n e - f_{pp}^{pQ} . Na wschodniej ścianie odkrywki Machowskiej i nieco wyżej hipsometrycznie obserwowano 10 m miąższości rozcięcie w łożach krakowieckich wypełnione piaskami /fig. 5/.

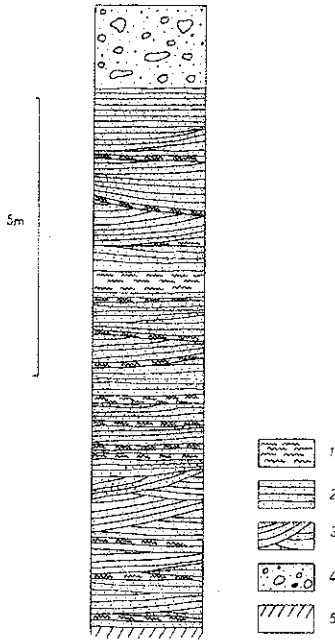


Fig. 5. Profil piasków rzecznych preplejstocenskich odsłoniętych w kopalni "Machów".

Preplejstocen: 1 - mułki, 2 - piaski drobnoziarniste poziomo laminowane, 3 - piaski drobnoziarniste skośnie warstwowane.

Plejstocen: 4 - piaski różnoziarniste lodowcowe z okruchami skał lokalnych i północnych.

Miocen: 5 - ły krakowieckie.

Są to głównie poziomo, przekątnie, a miejscami skośnie warstwowane piaski drobnoziarniste z cienkimi najczęściej /1-2 cm/, a tylko wyjątkowo grubszymi /10 cm/ ławicami mułków. Piaski mają barwy rdzawe i beżowe, a mułki brązowe i czekoladowe. W stropie utwory te są ścięte rezydualnymi piaskami ze żwirami, powstałymi w okresie zlodowacenia południowopolskiego. Strop omawianych skał lokuje się na wy-

sokości około 170, a spąg 160 m n.p.m.

Piaski te wydzielono osobno, mimo że co do charakteru uziarnienia i generalnej litologii kompleksu mogą przypominać utwory opisane wyżej, wypełniając podobne obniżenia w zbliżonym kierunku. Są jednak istotnie różnice. Polegają one na braku w tu opisywanych osadach przeławień ilastych, innej barwie piasków, innemu ich położeniu hipsometrycznemu, oraz innemu składowi minerałów ciężkich. Podczas, gdy piaski poprzedniego wydzielenia bogate były w glaukonit, biotyt, piaski opisywane wykazują względne wzbogacenie w składniki bardziej odporne - granaty, cyrkon, rutyl, a wubożeniu w biotyt, pirokseny, glaukonit. Wydaje się więc, że opisywany zespół piaszczysty jest młodszy od poprzedniego.

P i a s k i i ż w i r y /pż/ r z e c z n e m i e j - s c a m i n a ł a c h k r a k o w i e c k i c h s a r - m a t u /pż/i/ - $f_{Q_{pp}}$. W północnej części Tarnobrzegu oraz dalej ku północy aż po Zakrzów i Borów na łach krakowieckich, leży zespół piasków różnoziarnistych z ławicami żwirów, które niemal zgodnie uznaje się za najmłodszy przed zlodowaczeniem południowopolskim poziom żwirowy w Kotlinie Sandomierskiej. /W. Laskowska-Wysoczańska, 1971; E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Kilkumetrowej miąższości profil opisywanych osadów odsłania się w lesie Zwierzynieckim na wschód od Borowa. W ławicach żwirowych dominują dobrze wysortowane 1,5-2,0 cm wielkości kwarcze i okruchy drobnoziarnistych piaskowców kwarcowych /70 %/. Znaczna jest domieszka żyłowego, mlecznego kwarcu /11 %/ oraz okruchów ilowców /15 %/. W omawianych utworach brak jest materiału północnego. W składzie minerałów ciężkich piasków dominują granaty /33,6 %/, rutil /13,8 %/, staurolit /12,4 %/ i dysten /10,6 %/, a więc minerały najodporniejsze.

Opisywane osady w północnej części Garbu Tarnobrzieskiego sięgają 152 m n.p.m. w stropie i 139 m n.p.m. w spągu /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/ oraz notowane były przez tę autorkę z kopalni w Machowie. Niestety obecnie nie są one tam odsłonięte.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e n a ł a c h k r a k o w i e c k i c h s a r m a t u /pż/i/ występują w pobliżu Tarnobrzegu. Wykazują one bardzo zmienne miąższości sięgające od kilkudziesięciu centymetrów do 1,8 m.

Zlodowacenie południowopolskie

G l i n y z w a ł o w e , m i e j s c a m i n a p i a - s k a c h r z e c z n y c h p r e p l e j s t o c e ń s k i c h /g/p/ - g_{p2} . W spągu utworów lodowcowych zalegają na badanym obszarze gliny zwałowe z okresu zlodowacenia południowopolskiego. Rzadko są to gliny ilaste, zazwyczaj mają one charakter piaszczysty przynajmniej w stropie są piaszczyste lub żwirowo-piaszczyste. Klasycznym punktem występowania tych glin jest na arkuszu miejscowość Szewce skąd opisane one zostały wielokrotnie /m.in. K. Koczyńska, K. Straszewska, 1961; E. Laskowska-Wysoczańska, 1971; E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Odsłania się tutaj około 3 m miąższości warstwa glin piaszczystych jasnobrązowych, miejscami szarooliwkowych, zawierających rzadko spotykane okruchy białych wapieni i liczne nieregularne lub płaskurowate ciała różnoziarnistych piasków z giazikami. Analiza litologiczno-petrograficzna

tych glin wykazała, że we frakcji zwirowej rzeczywiście dominują fragmenty skał lokalnych: wapieni /51 %/ i piaskowców /19 %/. Podrzednie występują granitoidy /8 %/ i piaskowce pochodzenia północnego /5,4 %/. W Szewcach omawiane gliny leżą na poziomie około 151 m n.p.m. Podobne, chociaż zwykle bardziej przemyte gliny z obszaru Garbu Tarnobrzeskiego opisuje E. Mycielska-Dowgiałło /1978/. Odsłaniają się one we wschodniej ścianie kopalni "Machów", gdzie płaty glin piaszczystych leżą na utworach preplejstocenijskich i miocenijskich, na wysokości około 170 m n.p.m. W Nagnajowie notowane są gliny zwałowe na wysokości 152 m n.p.m., a J. Buraczyński i J. Wojtanowicz /1968/ podają, że w okolicy Suchorzowa występują one na wysokości 147 m n.p.m. W trakcie kartowania geologicznego natrafiono na gliny zwałowe w Machowie, na zachód od Chmielowa oraz w północnej ścianie kopalni Machów w rowie odwadniającym. W tym ostatnim przypadku jest to około 3 m miąższości profil skał mułkowato-ilastych obfitujących w materiał zwirowy zarówno lokalnego pochodzenia jak i obcy. W materiale lokalnym wyróżniono białe wapienie, kambryjskie mułowce i drobnoziarniste szare piaskowce przypominające dolnodewonskie oraz zsylikowane okruchy skał jurajskich, a inwentarz okruchów skał obcych obejmuje granitoidy, piaskowce czerwone, gnejsy. Wielkość okruchów jest bardzo różna od 1 do 30 cm. Największe ze spotykanych głazów osiągały ponad 1 m średnicy.

Płaty glin zwałowych występują także po zachodniej stronie Wisły na wysoczyznach. Zaznaczono je w okolicach Świniar i Byyszowa. Bardziej lub mniej zniszczone i przemyte ich profile odsłaniają się także w dolinach rozcinających wysoczyznę lessową na Wyżynie Sandomierskiej.

Gliny zwałowe na płaskach rzecznych preplejstocenijskich /g/p/ występują koło Chmielowa, gdzie napotkano spągową część zniszczonego profilu glin. Jej miąższość wynosi tu 1,2 m.

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i l o d o w c o w e : n a g l i n a c h z w a ł o w y c h z l o d o w a c e n i a p o ł u d n i o w o p o l s k i e g o /pż/g/, n a i ł a c h k r a k o w i e c k i c h s a r m a t u /pż/i/ - ^{§2}pż_p. Utwory te o nieregularnej miąższości przykrywają gliny zwałowe. Typowy profil tych około 2 m miąższości liczących osadów zilustrowano z Szewców /K. Kopczyńska i K. Straszewska, 1961/. Na glinach zwałowych leży tutaj 1,0-1,5 m miąższości zespolone warstwomocne, różnoziarniste piaski obfitujące

cych w drobne żwiry. Ich powierzchnia stropowa jest wzbogacona w grubookruchowy materiał stanowiący zapewne reziduum zniszczonej, stropowej ich części.

Podobne piaski zaznaczono na mapie w pobliżu Świniar, w okolicach Beszyc i Koprzywnicy oraz między Zbigniewicami a Byszowem. Na Garbie Tarnobrzeskim omawiane osady notowano z okolic Suchorzowa, Siedleszczan i Chmielowa.

Piaski ze żwirami i głazami lodowcowe na glinach zwałowych zlodowacenia południowopolskiego /pż/g/ występują w S części arkusza koło Siedleszczan, a w SW części arkusza koło Jasienicy. Mają one około 1 m miąższości.

Piaski ze żwirami i głazami lodowcowe na ilach krakowieckich sarmatu /pż/i/ występują w pobliżu Beszyc i Koprzywnicy osiągając przeciętną miąższość 1 m.

Interglacjał mazowiecki /wielki/

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e - $f_{pż}^{p}$ 2-3.
Piaszczysto-żwirowe utwory rzeczne wypełniające znacznie szersze, kopalne doliny utworzone na początku interglacjału mazowieckiego /wielkiego/ znane są i stratygraficznie zinterpretowane przez E. Mycielską-Dowgiałło /1966/. Na badanym obszarze występują one w dolinach rzek Wyżyny Sandomierskiej, Koprzywniki, Gorzyczanki i jej północnych dopływów. Kierunek przepływu doliny Koprzywniki w interglacjał mazowiecki /wielkim/ przedstawiono na figurze 6.

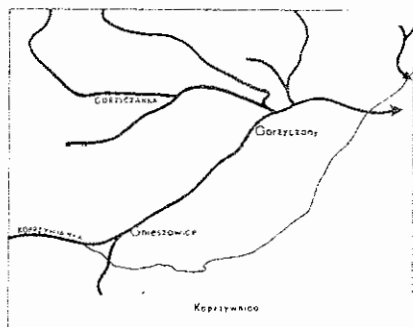


Fig. 6. Kierunek przepływu dolnej Koprzywniki w interglacjał mazowiecki /wielkim/.

W okolicach Zbigniewic obserwowano krótkie /4 m/ fragmenty znacznie pełniejszego profilu tych utworów. Występują tu 2 m miąższości pakiety jasnożółtych piasków średnioziarnistych poziomo warstwowych ściętych powierzchnią

erozyjną, na której leży ławica /30 cm/ żwirów spojonych rdzawym, różnoziarnistym piaskiem. Wyżej 1-5 m wzajemnie się przeławicających jasnożółtych piasków z rozproszonymi żwirami o miąższościach

10-15 cm i analogicznej miąższości piaskami brunatnymi, zbitymi, bogatszymi we frakcję żwirową. Nad nimi leży 0,7 m miąższości ławica żwirów zwykle nieobtoczonych i źle wysortowanych złożonych ze skał lokalnych i północnych.

Analiza tych żwirów /Z. Migaszewski i inni, 1984/ wykazała, że dominują wśród nich skały lokalne wśród których wyróżniono piaskowce kwarcowe /74-78 %/, ilowce /8-10 %/, chalcedony /5 %/. Łącznie okruszy skał lokalnych stanowią około 90 % frakcji żwirowej. Wśród skał obcych wyróżniono granitoidy /8 %/, kwarc /2 %/ i piaskowce /1 %/.

Najdłuższe profile opisywanych skał uzyskano jednak w Gorzyczanach, gdzie liczą one około 20 m, a ich spąg sięga współczesnego dna doliny.

Odślaniają się tutaj podobnie jak w Zbigniewicach ławice piaszczyste, piaszczysto-żwirowe i żwirowe o bardzo zmiennych miąższościach. Litosomy poszczególnych typów litologicznych przybierają postać wydłużonych zwykle kilkunastometrowych lub rzadziej kilkudziesięciometrowych soczew. Podstawowym typem facji litologicznych są średnioziarniste białe-szare i żółte piaski, wśród których tkwią ławice żwirowe. Piaski bywają poziomo, przekątnie i skośnie warstwowane. Liczne są powierzchnie erozyjne.

Analiza frakcji żwirowej /Z. Migaszewski i inni, 1984/ wykazała, że podobnie jak w dolinie Koprzywianki także tutaj dominują w składzie skały lokalne, a wśród nich piaskowce /46-80 %/. Mniejszą rolę pełnią ilowce /zwykle 3-6 %/, chalcedony /zwykle 4-9 %/. Wśród skał północnych dominują granitoidy /5-13 %/ oraz kwarc /1,5-4 %/.

Opisywane utwory nawiercono także jako wypełniające starą, dzisiaj nie zaznaczającą się w morfologii kopalną dolinę między Gnieszowicami, a Gorzyczanami w otworze nr 9 /Gnieszowice IG-1/ /fig. 7/. Liczą one 24 m miąższości, a wykształcone są podobnie jak skały opisane już z okolic Zbigniewic i Gorzyczan.

Zlodowacenie środkowopolskie

P i a s k i r z e c z n e : n a p i a s k a c h z e ż w i r a m i i g ł a z a m i l o d o w c o w y c h /p/pż/, n a p i a s k a c h i ż w i r a c h s a r m a t u /p/pż/, n a i ł a c h k r a k o w i e c k i c h s a r m a t u /p/i/ - $\frac{f_Q}{p_p} 3$. Utwory zlodowacenia południowopolskiego i starsze otulone są na Garbie Tarnobrzeskim i pokryte różnej miąższości

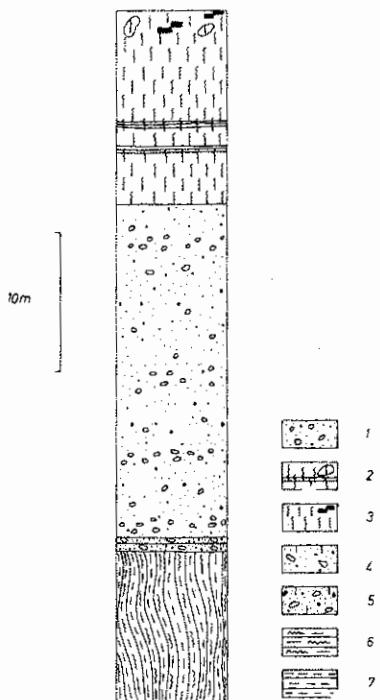


Fig. 7. Profil utworów czwartorzędowych i kambryjskich z otworu nr 9
Czwartorzęd: 1 - piaski różnoziarniste ze żwirami, 2 - lessy miejscami laminowane z okruchami, 3 - lessy z udziałem związków humusowych, 4 - piaszczysto-żwirowe rezydwa glin zwałowych, 5 - gliny zwałowe. Kambryjski: 6 - mułowce ilaste, 7 - iłowce.

na ogół drobnoziarnistymi lub mułowatymi piaskami z niewielkim udziałem rozproszonych w skale żwirów. Skały te są wszędobylskie i występują do wysokości 163-170 m n.p.m.

Podobne, drobnoziarniste, poziomo warstwowane piaski spotykane są w dolinie Wisły, gdzie podścielają utwory zastoiskowe /K. Kopczyńska, K. Straszewska, 1961; K. Straszewska, K. Kopczyńska, 1961/ i gdzie interpretowane są /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/ jako osady rzeczne z okresu

zlodowacenia środkowopolskiego.

Piaski rzeczne na piaskach ze żwirami i głazami lodowcowych /p/pż/ występują w S części arkusza koło Chmielowa. Mają tu one od 0,5-1,5 m miąższości.

Piaski rzeczne na piaskach i żwirach sarmatu /p/pż/ występują koło Tarnobrzegu. Maksymalne ich miąższości osiągają 1,5 m.

Piaski rzeczne na łąkach krakowieckich sarmatu /p/i/ występują na S od Tarnobrzegu koło Ocic, gdzie wyściełają dno kopalnej doliny osiągając 1,0-1,5 m miąższości.

Mułki zastoiskowe - $b_{m,p}^Q$. Wschodnie tych utworów znane są od czasu J. Samsonowicza /1934/, który obserwował je w okolicach Sandomierza. Na badanym obszarze miąższy /10 m/ zespół bryłowych laminowanych łąk i mułków warstwowych opisany został z Samborca przez K. Straszewską i K. Kopczyńską /1961/, E. Mycielską-Dowgiałło /1978/, a wspomniany i interpretowany był przez wielu innych autorów. Podobne utwory napotkano w Polanowie w dolinie Polanówki oraz w stropie utworów wodnolodowcowych z okresu interglacjalnego mazowieckiego /wielkiego/. W okolicy Faliszowic

gdzie pod lessami występuje około 30 cm ławica popielato-brunatnych ilów mulastych z cienką warstewką ilów rdzawych /5 cm/ w stropie.

x

x x

Lessy /M. Sfałdek i B. Jaśkowski/ zajmują na obszarze arkusza Tarnobrzeg znaczne obszary, głównie w północno-zachodniej części. Są to głównie lessy młodsze, z okresu zlodowacenia północnopolskiego. Miejscami pod nimi stwierdza się obecność starszych pokryw lessowych.

Badaniem lessów okolic Sandomierza zajmowali się m.in. J. Dylik i A. Dylikowa /1960/; A. Jahn /1956/; J. Jersak /1969, 1973/; E. Mycielska-Dowgiałło /1966/; W. Laskowska-Wysoczańska /1971/; K. Konecka-Betley i K. Straszewska /1977/ i inni. K. Konecka-Betley i K. Straszewska /1977/ przedstawiły syntetyczny profil lessów okolic Sandomierza biorąc pod uwagę szereg odsłoneń stwierdzonych w tym rejonie.

W pobliżu wsi Samborzec - Złota w okolicach Sandomierza stwierdzono występowanie rozległego odsłoneńca o wysokości maksymalnej około 14 m w kompleksie utworów lessów.

Wyniki badań wymienionych autorów dają podstawę do ustalenia stratygrafii utworów występujących w analizowanym odsłoneńcu. Odsłoneńcie wydaje się być bardzo ważne dla ustalenia stratygrafii lessów okolic Sandomierza. W jego profilu stwierdzono bowiem występowanie prawie wszystkich ogniw stratygraficznych /fig. 8/, badanych przez K. Konecką-Betley i K. Straszewską /1977/ w różnych odsłoneńciach i zestawionych na profilu syntetycznym.

W spągu utworów lessowych stwierdzono występowanie płasków warstwowanych przekątnie /fig. 8/ i leżących na nich mułkach pochodzenia zastoiskowego, które za K. Straszewską i E. Mycielską-Dowgiałło /1961/ można odnieść do okresu maksymalnego zasięgu zlodowacenia środkowopolskiego.

W leżącym na utworach podścielających kompleksie lessowym można wydzielić z dużym prawdopodobieństwem cztery różnowiekowe poziomy lessów: jeden poziom lessu starszego i trzy leżące wyżej poziomy lessu młodszego rozdzielone glebami kopalnymi lub poziomami degradacyjnymi /fig. 8/.

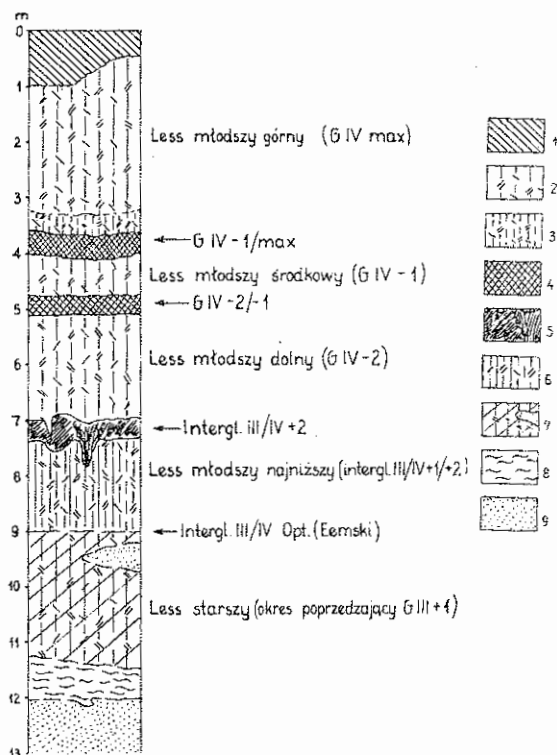


Fig. 8. Profil stratygraficzny lessów z odsłonięcia Samborzec-Złota.

Holocen: 1 - gleba współczesna miejscami deluwialna. Plejstocen, zlodowacenie północnopolskie: 2 - lessy żółte, miejscami spękane z kongrecjami manganowo-żelazistymi /less młodszy górny - GIV max, less młodszy środkowy - GIV-1, less młodszy dolny - GIV-2/x/, 3 - lessy szarozółte silnie wapiaste z licznymi węglanowymi kongrecjami, 4 - gleby kopalne /GIV - 1 max, GIV - 2/-1/x/. Interglacjał eemski: 5 - gleby kopalne /czarnoziem, interglacjał III/IV+2/x/. 6 - lessy /less młodszy najniższy, interglacjał III/IV+1/+2/x/. Zlodowacenie środkowopolskie: 7 - lessy z przewarstwieniami piasków /less starszy okres poprzedzający GIII+1/x/, 8 - mułki zastoiskowe, 9 - piaski średnio- i drobnoziarniste.
 Opracowali: M. Sfałdek i B. Jaśkowski

x/ Oznaczenia według K. Koneckiej-Betley i K. Straszewskiej /1977/

L e s s y - $1Q_p^3$. W lessie starszym /fig. 8/, którego wiek za K. Konecką-Betley i K. Straszewską /1977/ można ustalić na zlodowacenie środkowopolskie po fazie maksymalnej, stwierdzono przewarstwienia piasków świadczące o przerwach w jego sedymentacji.

Less starszy jest oddzielony od młodszego najniższego poziomem degradacyjnym. Pierwotnie występująca w stropie lessu starszego interglacjalna /fig. 8/ gleba kopalna została zniszczona. Na jej pierwotne występowanie wskazują ślady procesów glebotwórczych w lessie starszym wskazujące na poziom eluwialny gleby kopalnej. Miąższość opisywanych lessów wynosi w profilu Złotej 2,0-2,5 m.

Interglacja eemski

Lessy - $1Q_p^{3-4}$. Powyżej leżący poziom lessu można uznać za less młodszy najniższy /fig. 8/ zwany przez K. Konecką-Betley i K. Straszewską /1977/ "chobrzańskim" od odsłonięcia, w którym został po raz pierwszy stwierdzony. Miąższość tych lessów wynosi 1,7-1,9 m.

Gleby kopalne - ElQ_p^{3-4} . W stropie lessu młodszego najniższego stwierdzono występowanie dobrze wykształconej interglacjalnej gleby czarnoziemnej, częściowo zniszczonej z systemem klinów zmarzlinowych wtórnego wypełnienia /fig. 8/. Miąższość opisywanej gleby kopalnej zawiera się w przedziale 0,4-0,6 m.

Zlodowacenie północnopolskie

Lessy - $1Q_p^4$. Wyżej leżący poziom lessu młodszego dolnego /fig. 8/ ma znaczną miąższość przekraczającą 2 m. W jego stropie stwierdzono występowanie słabo wykształconej gleby kopalnej. Powyżej leży less młodszy środkowy /fig. 8/, którego miąższość jest zmienna w różnych miejscach profilu. Cechy litologiczne tego lessu wskazują na wilgotne środowisko sedymentacji. W stropie lessu młodszego środkowego wykształciła się arktyczna gleba kopalna /fig. 8/. Powyżej gleby leży najbardziej miększa seria lessu młodszego górnego, którego wiek jest określony na fazę maksymalną /fig. 8/ zlodowacenia północnopolskiego. W spągu less ten jest silnie wapnisty z licznymi kongrecjami węglanowymi, szarozółty, wyżej jasnozółty, pionowo spękany, z kongrecjami węglanowymi.

W stropie lessu młodszego górnego wykształciła się współczesna, holocenska gleba mająca zmienną miąższość, miejscami zniszczona, deluwialna.

To ostatecznie wydzielenie lessowe buduje fragment Wyżyny Sandomierskiej i przesądza o charakterze rzeźby i sposobie zagospodarowania obszarów lessowych.

Miąższość lessów północnopolskich jest zmienna z uwagi na denudacyjny charakter ich stropu. Zwykle jednak osiągają one ponad 10 m miąższości. Sporadycznie napotymano kilkunastometrowe ich profile.

Lessy piaszczyste - $1p^Q_4$. Na niektórych obszarach /na wschód od Postronnej/ w stropie północnopolskich lessów właściwych / $1Q_4$ / występują maksymalnie kilkumetrowej miąższości lessy piaszczyste. Oprócz pyłu lessowego stanowiącego przeważającą część skały występuje w opisywanych lessach różna ilościowo domieszka piasku kwarcowego frakcji drobnopsamitowej. Lessy te ku górze przechodzą w sposób ciągły w drobnopiaszczyste utwory piasków przewianych miejscami z wyraźną strefą przejściową, w której w profilu występują naprzemianległe skały eoliczne, piaski i ławice lessów.

Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 5-10 m n.p. rzeki - p^Q_4 .⁴ Utworom rzeczny z okresu zlodowacenia północnopolskiego poświęciła wiele czasu w swoich badaniach i miejsca w publikacjach E. Mycielska-Dowgiałło /1965a, b, 1966, 1978/. Interpretuje je także W. Laskowska-Wysoczańska /1971/. Skały tego wieku występują na badanym obszarze w dolinie Wisły oraz Mokrzyszówki-Trześniówki. Odkrywkowa kopalnia w Piasecznie i liczne towarzyszące inwestycjom siarkowym wiercenia spowodowały, że opisywane utwory uzyskały w dolinie Wisły dość dokładną charakterystykę. Według E. Mycielskiej-Dowgiałło /1978/, w spągu utworów rzecznych z okresu zlodowacenia północnopolskiego zalega seria żwirowa o miąższości 8 m. Składa się ona z obtoczonych, najczęściej słabo wysortowanych okruchów kwarcu /38-48 %/, piaskowców /28-48 %/, skał krzemionkowych /6-14 %/, granitoidów /4-5 %/ oraz ilowców /do 7 %/ i chalcedonitów /ok. 3 %/ spojonych różnoziarnistymi piaskami głównie kwarcowymi. Żwiry tworzą przekątnie warstwiane ławice około 30-50 cm miąższości. W obrębie serii żwirowej napotkano liczne struktury mrozowe typu szczelinowego i inwolucyjnego /E. Mycielska-Dowgiałło, 1967/ powstałe syngenetycznie z tworzeniem się osadów żwirowych. Znalezione także szczątki roślinne i zwierzęce. Analiza fragmentów gałęzi na węgiel radioaktywny przyniosła wynik $40\ 700 \pm 2\ 000$ lat, a znalezione kości należały do Mammontheus primigenius /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Obydwa te znaleziska określają wiek zawierających je osadów na zlodowacenie północnopolskie.

W stropie serii żwirowej leżą nieliczne 15 m miąższości ławice

mułków, a wyżej seria piaszczysto-żwirowa mająca według E. Mycielskiej-Dowgiałło /1978/ 3 m miąższości i różniącą się od serii dolnej korzystniejszymi dla osadów piaszczystych proporcjami w stosunku do żwirów. Występują tu 20-30 cm miąższości ławice rynnowo warstwowane.

Strop osadów rzecznych z okresu zlodowacenia północnopolskiego stanowi 10 m miąższości seria piaszczysta z rozproszonymi drobnymi żwirami budująca powierzchnię tarasową w dolinie Wisły w okolicach Swiniary-Szewce, Suchorzowa, Zakrzowa oraz w dolinie Mokrzeszówki-Trześniówki między Chmielowem i Mokrzeszowem, w okolicach Stali i Cygan. Profil litologiczny utworów rzecznych ze zlodowacenia północnopolskiego jest po wschodniej stronie Garbu Tarnobrzeskiego zbliżony do profilu z doliny Wisły. Występują tu podobne serie żwirowo-piaszczyste, żwirowe i piaszczyste. Mniejsza jest jednak ich miąższość przeciętnie nie przekraczająca 14-16 m /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/.

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

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i r e z y d u a l n e : n a g l i n a c h z w a ł o w y c h z l o d o w a c e n i a p o ł u d n i o w o p o l s k i e g o /r/g/, n a p i a s k a c h i ż w i r a c h r z e c z n y c h p r e p l e j s t o c e Ń s k i c h /r/pż/, n a i ł a c h k r a k o w i e c k i c h s a r m a t u /r/i/ - -_rQ. W stropie glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego powszechnie stwierdza się obecność gładowo-żwirowo-piaszczystego reziduum powstałego po zniszczeniu górnej części glin /fig. 7 odsłonięcie w Szewcach - K. Kopczyńska i K. Straszewska, 1961/. Niekiedy skały tego rodzaju są jedyną pozostałością po opisywanych glinach. Taki przypadek występuje w północnej części Garbu Tarnobrzeskiego w lesie Zwierzyniec, gdzie skały trzeciorzędowe, miejscami gliny lub żwiru preplejstoczeńskie pokryte są cienką na ogół pokrywą różnoziarnistych piasków z gładami stanowiących materiał rezydualny. Podobnego typu utwory stwierdzono w północnej i południowej części Tarnobręgu.

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i r e z y d u a l n e n a g l i n a c h z w a ł o w y c h z l o d o w a c e n i a p o ł u d n i o w o p o l s k i e g o /r/g/ występują w E części omawianego arkusza na SE od Zakrzowa oraz w NW narożu arkusza koło Byszowa. Osiągają niewielkie miąższości do 1 m.

P i a s k i z e ż w i r a m i i g ł a z a m i r e z y d u a l n e n a p i a s k a c h i ż w i r a c h

rzecznych preplejstoczańskich /r/pż/ występują w E części arkusza koło Dzikowa. Tworzą one nieregularnej miąższości pokrywę. Maksymalnie osiąga ją 1 m miąższości.

Piaski ze żwirami i głazami rezydualne na łożach krakowieckich sarmatu /r/i/ występują w E części arkusza między Machowem a Tarnobrzegiem. Przeciętna ich miąższość wynosi 0,5-1,0 m.

P i a s k i e o l i c z n e w w y d m a c h - ^W
Występujące na wysoczyznach na obszarach zbudowanych z piasków wodnolodowcowych wydmy, zbudowane są z piasków średnio- lub różnoziarnistych. Miąższość tych utworów dochodzi do 10 m, a najlepiej są one wykształcone w okolicach Beszyce - Koprzywnica i na wschód od kopalni "Machów".

Wydmy występujące na tarasach rzecznych w dolinach, podścielane osadami rzecznyymi z okresu zlodowacenia północnopolskiego zbudowane są z reguły z utworów drobno- i średnioziarnistych. Lokalnie w stropowej części wydmy położonej na południe od Chmielowa obserwowano warstwę wzbogaconą w materiał organiczny. Może być ona interpretowana jako gleba kopalna. Tego typu utwory występują w południowo-wschodnim narożu arkusza w obszarze Stale - Cygany, na zachodnim zboczu doliny Mokrzyszówki - w okolicach Ocic - Jagodnika - Mokrzyszowa oraz w dolinie Wisły w pobliżu Żurawicy Koprzywnicy.

P i a s k i e o l i c z n e - ^{eQ} współwystępują z wydmy tworząc pokrywę nieodróżnioną hipsometrycznie zbudowaną z materiału analogicznego jak towarzyszące im wydmy.

Do tego wydzielenia zakwalifikowano także rozległy płat piasków przewianych o miąższości 2-3 m zaznaczony w obrębie wysoczyzny lessowej między Sośniczanami i Jachimowicami. Jak się wydaje drobnoziarniste piaski przewiane tego płata reprezentują schyłkową fazę lessowej aktywności eolicznej ponieważ zarówno obocznie jak i ku dołowi przechodzą one najpierw w lessy piaszczyste, a następnie w lessy typowe. O tym, że główna faza wydymotwórcza na wysoczyznach zaznaczyła się po akumulacji lessów świadczy także profil z okolic Krysina, gdzie pod piaskami przewianymi napotkano typowe lessy.

P i a s k i i m u ł k i d e l u w i a l n e - ^{dQ}
Są to osady nierzadko do kilkunastu metrów grube usytuowane u podnóża współczesnych lub kopalnych krawędzi i stromych stoków /np. Samborzec - K. Straszewska, K. Kopczyńska, 1961/. Szczególnie popolicie mułkowe osady deluwialne występują w obrębie wysoczyzny lessowej u podnóża stromych stoków. Zaliczono tutaj także mułkowe

utwory stożków napływowych składane u wylotów wąwozów wcinających się w krawędzie lessów. Mniej wyraźne, ale podobnego charakteru występują też utwory piaszczyste zbudowane ze średnio- i drobnoziarnistych piasków /np. Koprzywnica - E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Tworzyły się one także w okresach glacialnych i interglacialnych. Niska jakość opisu profili otworów wiertniczych zwłaszcza w odcinku czwartorzędowym uniemożliwia jednak jednoznaczną ich kwalifikację.

c. H o l o c e n

P i a s k i , m u ł k i / m a d y / i n a m u ł y
d e n d o l i n n y c h - $p_{mn}^{Q_h}$. Z uwagi na kłopoty z odwzornianiem postanowiono nie dzielić utworów holocenijskich wypełniających doliny Wyżyny Sandomierskiej i objąć je jednym wydzieleniem. Obejmuje ono różnego typu skały. Najpospolitszy ich profil jest następujący. Na żwirach i piaskach z okresu zlodowacenia północnopolskiego leżą piaski średnio- i drobnoziarniste, szare o miąższości 2-3 m. Wyżej zalega seria mułkowo- drobnopiaszczysta mająca zwykle 2-3 m grubości. Nad nią leży warstwa torfu lub mady torfowej. Profil holocenu wieńczy 1,0-1,5 m miąższości mady mulaste lub drobnopiaszczyste w wąskich dolinkach często przykryte jeszcze 0,5-1,0 m namułami lessowymi. Podany profil jest charakterystyczny zwłaszcza dla Gorzyczanki i jej dopływów. W dolinie Koprzywnicki oczekiwać należy nieco grubszych frakcji osadów i większych miąższości poszczególnych wydzieleni.

P i a s k i r z e c z n e t a r a s ó w z a l e w o -
w y c h 2-4 m n.p. r z e k i - $f_{p}^{Q_h}$. Stanowią one spąg utworów holocenijskich w dolinie Wisły oraz Mokrzeszówki-Trześniówki i wiążą się z meandrowym charakterem przepływu /E. Falkowski, 1965, 1967, 1970, 1972/. Przeróbka starszych aluwiów sięgnęła 10 m i utworzyły się osady średnio- i drobnoziarnistych piasków warstwowych rynnowo, z włożonymi w nie analogicznymi utworami młodszej generacji meandrów /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Rzadko spotyka się mady o miąższości nie przekraczającej 1 m reprezentujące osady facji powodziowej w rozwoju rzeki w niższym holocenie. Z rzadka w obrębie wspomnianych piasków zachowują się osady starorzeczy z utworami torfowymi. Analiza takich torfów na węgiel radioaktywny ustaliła ich wiek na 9070 ± 90 lat czyli na schyłek okresu preborealnego /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/.

Na figurze 9 przedstawiono profil utworów holocenijskich z okresu najmłodszej generacji meandrów, zbudowany z utworów drobnopiaszczystych i mułkowych poziomo i rynnowo warstwowanych rzadko ze żwirami i toczencami ilastymi. W spągu tej serii w całej dolinie Wisły występują często pnie i konary czarnych dębów. Analiza takiego pnia na węgiel radioaktywny przyniosła wynik 1850 ± 35 lat /E. Mysińska-Dowgiałło, 1967/.

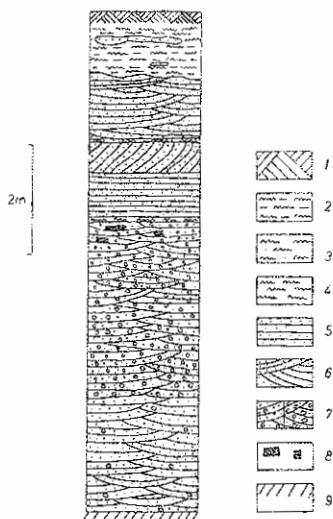


Fig. 9. Profil utworów holocenijskich doliny Wisły odsłoniętych w kopalni "Machów"

Holocen: 1 - gleba, 2 - mady ilasto-
-mułkowe, 3 - mułki piaszczyste,
4 - mułki, 5 - piaski drobnopiaszczyste poziomo warstwowane, 6 - piaski drobnopiaszczyste rynnowo warstwowane, 7a - piaski średnioziarniste rynnowo warstwowane z rozproszonymi żwirami, 7b - piaski różnoziarniste rynnowo warstwowane ze znaczną ilością żwirów i toczenców, 8 - gałęzie i konary /fragmenty/ czarnych dębów. Miocen: 9 - iły krakowieckie

Osady ogniwa piaszczystego holocenu z rzadka jedynie pojawiają się na powierzchni /Zajeziore/. Na znacznie większych obszarach zaznaczono je pod niewielkim przykryciem mad /ma/p/ w okolicach Bogorii, Krzcina, Świętęc, a także pod namułami starorzeczy /n/p/.

Podobny, choć mniej dopracowany jest profil utworów holocenijskich w dolinie Mokrzeszówki-Trześniówki. W spągu także zalegają piaski, jednak ponieważ ogniwo stropowe holocenu - mady są tu słabiej wykształcone i miejscami na powierzchni ich brak, przeważają osady piaszczyste, które zajmują znaczne obszary zwłaszcza w okolicach Chmielowa i Mokrzeszowa.

Lessy humusowe - lh^Qh . W stropie utworów lessowych Wyżyny Sandomierskiej spotykane są w postaci płyt 1 m miąższości mułki lessowe czarne, lub ciemnoszare, obfitujące w zwęgloną substancję organiczną. Zauważone płyty tych utworów zaznaczono w okolicach Janowic i Faliszowic.

Mułki, łyły i piaski /mady/ rzeczne: na piaskach rzecznych holocenijskich /ma/p/, na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /ma/pż/ - $ma_{Q_h}^f$. Utwory te w dolinie Wisły i Mokrzyżówki-Trześniówki tworzą stropowe ogniwo holocenu niemal powszechnie występujące i stanowiące fację powodziową najmłodszej generacji meandrów. Występują tu łyły mułkowe i mułki miejscami o charakterze lessopodobnym zawierające domieszkę materiału organicznego. Skały te przeławicane są wkładkami do 20 cm piasków średnio- i drobnoziarnistych. Dolna część utworów madowych ma zwykle bardziej ilasty charakter, górna jest mułkowa. Zaznacza się również pewne zróżnicowanie facjalne. Ilaste mady spotykano w południowej części arkusza w okolicach Baranowa Sandomierskiego, mułkowe natomiast w części bardziej północnej.

Mięszość mad jest różna. Przeciętnie wynosi ona około 1,5 m, maksymalnie sięga 3 m.

Cieńszy i zwykle ilasto-mułkowy charakter mają mady w dolinie Mokrzyżówki-Trześniówki i nad Starą Rzeką. Maksymalna ich mięszość na tym obszarze przekracza 2 m, ale przeciętna wynosi około 1 m.

Mułki, łyły i piaski /mady/ rzeczne na piaskach rzecznych holocenijskich /ma/p/ występują w południowej części arkusza koło Długołęki, Suchorzowa, Baranowa, na przestrzeni od Lipki do Mokrzyżowa, poza tym w okolicach Bogoryli, Chodkowa, Świężyc, Zajeziorza. Osiągają one niewielką mięszość rzędu 1 m.

Mułki, łyły i piaski /mady/ rzeczne na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /ma/pż/ spotkać można w okolicy Świniar. Tworzą tu ona niewielkiej mięszości 0,5-1,0 m pokrywę stanowiącą pozostałość rzecznych utworów niewielkiego cieku.

Piaski i mułki koryt rzecznych: na madach rzecznych /pm/ma/, na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /pm/pż/ - $pm_{Q_h}^f$. Utwory korytowe udało się zaznaczyć jedynie w dolinie Wisły, w przybliżeniu na obszarze ograniczonym wałami przeciwpowodziowymi. Często spotyka się tam 2,0-2,5 m mięszości profile złożone z naprzemianległych ławic 10-30 cm drobnoziarnistych i średnioziarnistych piasków i jasnobrązowych i brązowych mułków, miejscami piaszczystych. Są to najmłodsze korytowe utwory "dziczejcej" Wisły

związane z regulacyjną działalnością człowieka w okresie ostatnich 300-200 lat /E. Falkowski, 1965, 1967; A. Szumański, 1972/.

Piaski i mulki koryt rzecznych na madach rzecznych /pm/ma/ występują w centralnej części arkusza na N od Ciszycy oraz w jego części NE koło Ostrołęki i Koćmierzowa. Mają one z reguły niewielką miąższość około 1 m.

Piaski i mulki koryt rzecznych na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /pm/pż/ występują dużym płatem w centralnej części omawianego arkusza koło Zarzeczca. Są to utwory stożka napływowego Koprzywianki o malejącej ku E miąższości. Maksymalnie osiągają 1,8 m.

Namuly starorzeczy: na madach rzecznych /n/ma/, na piaskach rzecznych holocenckich /n/p/, na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /n/pż/ - $f_{n,h}^Q$. Wypełnienia starorzeczy zaznaczono w dolinie Wisły. Dominują tu utwory mulkowe. Rzadko osiągają one 2 m miąższości. Częściej zalegają niegrubą około 1 m miąższości warstwą na madach, piaskach holocenckich lub piaskach rzecznych z okresu zlodowacenia północnopolskiego.

Na wschód od Cygan tworzą nieregularne płyty zbudowane w spągu z materiału drobnopiaszczystego a wyżej mulkowego.

Namuly starorzeczy na madach rzecznych /n/ma/ występują w SW części arkusza koło Otoki Grabniskiej, następnie koło /w kierunku od SW ku NE/ Swiniar, Przewłoki, Załudcza, Święzyc i wreszcie w części SE koło Bartkowa. Tworzą je z reguły osady mulaste z udziałem substancji humusowych i domieszki frakcji piaszczystych. Na ogół nie przekraczają 1 m miąższości.

Namuly starorzeczy na piaskach rzecznych holocenckich /n/p/ występują w S części arkusza koło Suchorzowa, Lipki. Te utwory wykazują zwykle wyższy stopień zapiaszczenia. Przeciętna ich miąższość wynosi około 1 m.

Namuly starorzeczy na piaskach i żwirach rzecznych zlodowacenia północnopolskiego /n/pż/ występują w S części arkusza koło Cygan i w jego części centralnej koło Piaseczna oraz od Skrzypaczowic do Koprzywnicy. Tworzą one cienkie, rozległe pokrywy osadów mulasto-piaszczystych osiągających maksymalnie 0,5 m miąższości.

T o r f y - t_{ch}. Typowe torfy napotkano w obrębie arkusza na powierzchni tylko w jednym miejscu, w otworze nr 11, gdzie nawiercono je pod 0,5 m warstwą namulów. Torfy w stropie są czyste, w spągu nieco piaszczyste, liczą tu 2 m miąższości.

x

x x

H a ł d y /h/. Odkrywkowe metody eksploatacji siarki spowodowały konieczność wydobycia i składowania olbrzymich ilości skał nadkładu. Wśród tych transportowanych skał dominowały ilościowo zwłaszcza w kopalni w Machowie ily krakowieckie i pektenowe, mniejszy był udział piasków eolicznych i preplejstoczeńskich ze wschodniej części kopalni i piasków holocenijskich z zachodniej. Utwory te zwałowane w pobliżu czynnych kopalni. W trakcie procesu wydobycia i transportu utwory te uległy często przemieszaniu i mają obecnie charakter iłó z różną domieszką piasków.

W rejonie kopalni "Piaseczno" obszar zwałowiska usytuowany jest na zachód od kopalni między Krzcinem a Krowią Górą i zajmuje około 1,5 km². Hałdowane utwory tworzą tu wzniesienie sięgające 35 metrów ponad powierzchnią tarasu zalewowego Wisły. Hałda machowska tylko częściowo wkracza na obszar arkusza zajmując powierzchnię około 5 km², sięgając 230 m n.p.m. W przypadku "Piaseczna" hałdowane utwory osiągnęły więc miąższość 35 m, a Machowa 60 m.

Na mapie zaznaczono jeszcze hałdy wokół wyrobiska cegielni w Chmielowie, ale w proporcji do poprzednio opisywanych jest to bardzo niewielki obszar i mała miąższość /kilku m/ hałdowanych głównie ilastych utworów.

O s a d n i k i /o/. Na terenie arkusza zaznaczono występowanie 6 osadników. Niektóre z nich /stary osadnik z Machowa i nowy w pobliżu Cygan/ zajmują duże obszary /do 1,0-1,5 km²/ i gromadzą osady o znacznych miąższościach. Dostępny obserwacjom profil starego osadnika w Machowie przedstawia się następująco: dominują w nim zwykle poziomo, a czasem przekątnie laminowane piaski drobnoziarniste. Towarzyszą im laminy i ławice mułków - popielate, brązowe z rzadka białe.

Skały te zawierają duże ilości drobnych pyłów siarkowych. W niektórych laminach udział tych pyłów dochodzi do kilku procent. Miąższość opisywanego profilu wynosi około 3,0-3,5 m.

B. TEKTONIKA

Na obszarze arkusza Tarnobrzeg wyróżnić można dwa główne piętra strukturalne reprezentowane zupełnie różnymi planami budowy geologicznej.

Starsze z nich obejmuje na badanym terenie utwory kambryjskie, a konkretniej dolnokambryjskie oraz prawdopodobnie dolną część kambriu środkowego. Budują one wschodnią część a n t y k l i n o - r i u m k l i m o n t o w s k i e g o /J. Samsonowicz, 1960/ ukazując się na powierzchni w dolinie Gorzyczanki i Koprzywianki /tabl. III/.

Skały kambryjskie są silnie zaangażowane tektonicznie /J. Samsonowicz, 1960; S. Pawłowski, 1965/. Są one objęte zarówno deformacjami plastycznymi, jak i dysjunktywnymi. Manifestuje się to zróżnicowanymi wartościami upadów od kilku /otw. nr 15 - fig. 2/ do niemal 90° /otw. nr 9 - fig. 7/. W odsłonięciach rejestrowano peźny wachlarz upadów od kilkunastu stopni w Trzykosach do zwykle kilkudziesięciu $/65-70^{\circ}$ w dolinie Gorzyczanki. O ile same wartości kątów upadu są bardzo zmienne i to na małej przestrzeni /zmienne nie tylko na powierzchni, ale i w profilach pionowych otworów wiertniczych - np. fig. 3/ to jego kierunek wykazuje większą stabilność i jak się wydaje przywiązany jest do pewnych generalnych zgodnych z biegiem antyklinorium świętokrzyskiego stref. Taką strefę upadów o kierunku południowym wyróżnić można w północnej części badanego terenu. Ten kierunek zapadania warstw występuje niemal we wszystkich odsłonięciach doliny Gorzyczanki. W przypadku odsłonięć położonych w środkowej części arkusza nad doliną Koprzywianki kierunki upadów są zróżnicowane - spotyka się zarówno południowe jak i północne.

Analiza skąpych informacji o zaangażowaniu tektonicznym leżących w podłożu utworów miocenijskich, zawarta w kartach otworów wiertniczych opracowanych w Zespole prof. S. Pawłowskiego - obejmuje głównie wartości kąta upadu, pozwala rozciągnąć obserwacje poczynione w odsłonięciach na powierzchni na cały obszar kambryjskiego podłoża arkusza ukryty pod miąższym nakładem skał młodszych.

Całość tego materiału analitycznego przekonuje, że utwory kambryjskie są na badanym obszarze silnie sfałdowane i to w jednostki wąskopromienne /J. Samsonowicz, 1960/. W północnej części arkusza kierunek pochyleń fałdów zdaje się być północny, w czę-

ści środkowej obserwacje wskazują na ich budowę zbliżoną do symetrycznej.

Oczywiście jednostkom fałdowym towarzyszą drobniejsze kompetencyjne struktury, co objawia się zwykle silniejszym sfałdowaniem utworów ilastych bardziej podatnych na odkształcenia plastyczne niż osady mułowcowo-piaskowcowe.

Jedną z lepiej wyrażonych form tektonicznych, dobrze dzięki otworom wiertniczym /fig. 3/ i okolicznym odsłonięciom poznanych, jest *synklina Beradza* przebiegająca z północnego-zachodu na południowy-wschód w północno-wschodnim narożu arkusza /tabl. III/. Jej jądro budują zapewne skały środkowo-kambryjskie leżące na utworach holmiowych dolnego kambru. Skały te ujęte są w formę wąskopromiennej /300 m/ synkliny o stromych skrzydłach /70-85^o/, często dodatkowo zuskokowanych. Os tej jednostki silnie unduluje, co warunkuje powstanie elewowanych i depresjonowanych bloków. Przebieg osi fałdów mieści się w granicach 110-120^o dopasowując się do generalnego biegu struktur trzona paleozoicznego Gór Świętokrzyskich.

Inne podrzędne jednostki fałdowe, zaznaczone na przekroju geologicznym /C-D/, nie mogły być równie dobrze poznane i zostały wyinterpretowane na podstawie niewielu pomiarów kąta upadu, stratygraficznego przyporządkowania poszczególnych serii oraz analogii stylu tektonicznego skał kambryjskich obserwowanego w dolinie Koprzywianki między Klimontowem, a Królewicami a także budowy geologicznej takich form tektonicznych jak synklina Beradza.

W obrębie tych jednostek znajdują się zapewne tak dobrze czytelne na sąsiednim arkuszu Klimontów równoleżnikowe struktury sandomierskie. Wskazują na to niektóre pomiary nachylenia warstw, odcinki uskoków i osie struktur drugiego rzędu. Trudno jednak wyraźnie wskazać na arkuszu jednostki tektoniczne, których pochodzenie możnaby wiązać wprost z działalnością ruchów sandomierskich, ponieważ posiadany materiał faktograficzny nie upoważnia do ich wydzielenia.

Obraz budowy geologicznej kambryjskiego podłoża południowej części arkusza jest najmniej pewny. Jego konstrukcja opiera się o dość dalekie analogie stylu tektonicznego z obszarami położonymi daleko na zachód, w okolicach Staszowa.

Formom fałdowym towarzyszą w utworach kambryjskich liczne uskoki drobne oraz znaczniejsze dyslokacje. Lokalizacja ich i przebieg wynika najczęściej z analizy i korelacji litostratygra-

ficznych. Oprócz pospolitych w całym regionie Świętokrzyskim zwykle pionowych przesuwczych lub zrzutowo-przesuwczych uskoków poprzecznych zaznaczono na tablicy III kilka uskoków podłużnych. Są one także zbliżone do pionowych, ale najczęściej dopasowują swoją powierzchnię do przebiegu powierzchni osiowej fałdów i wówczas przybierają charakter nasuwczy. Przebieg ich powierzchni zgodny jest generalnie z biegiem głównych elementów strukturalnych Gór Świętokrzyskich i zawiera się w przedziale 90-140°.

Utwory miocenu nie są sfałdowane. Wykazują jednak obecność uskoków /S. Pawłowski, 1965/. Na badanym obszarze uskok taki manifestowany silnym kontrastem miąższosciowym miocenu i zróżnicowaną hipsometrią podłoża przebiega wzdłuż linii Zawidza - Siedleszczany /S. Pawłowski, 1965; H. Jurkiewicz i J. Woźniński, 1981a, b/. Obserwacje profilu miocenu w odkrywkowych kopalniach siarki, prowadzone zwłaszcza w zróżnicowanej kolorystycznie serii pektenowej ponad serią rudną, ujawniły obecność bogatego zespołu mezostuktur fałdowych i uskokowych szczegółowo opisanych i związanych z procesami m.in. także krasowymi jakie towarzyszyły powstawaniu złóż /M. Nieć, 1970; T. Piątkowski, 1973/.

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Niewiele jak dotychczas wiadomo o najstarszych utworach kambryjskich badanego obszaru, choć ilość napływających informacji z roku na rok wzrasta. Należące do formacji Czarnej /S. Orłowski, 1975/ skały warstw bazowskich /R. Michniak i S. Orłowski, 1963/ reprezentują, według powszechnie akceptowanego poglądu, utwory niegłębokiego zbiornika morskiego wykazującego w trakcie całego kambru silną subsydencję umożliwiającą gromadzenie się osadów o znacznych miąższosciach. Trwała wówczas sedymentacja klastyczna a materiał pochodził z niszczenia otaczających zbiornik masywów, w tym ukraińskiego /R. Michniak, 1969/. Szybka sedymentacja powodowała tworzenie się ławic i lamin niedojrzałych frakcjonalnie, a bogactwo śladów życia organizmów przekonuje, że dno zbiornika było wówczas zamieszkałe przez urozmaicony zespół organizmów /H. Żakowa i L. Jagielska, 1970; K. Lendzion, M. Moczydłowska, H. Żakowa, 1982/.

Ku górze następuje spłylenie zbiornika wyrażone nieznacznym wzrostem frakcji osadów, a przede wszystkim obfitością szczątków organizmów i ich śladów. Pojawiają się trylobity oraz masowo

występujące bioturbacje znacząc epizod bujnego rozwoju życia w dolnokambryjskim basenie sedimentacyjnym. Epizod ten kończy się u schyłku poziomu holmiowego ponownym pogłębieniem zbiornika wyraźnym bardziej ilastym i uboższym w skamieniałości sedimentem. Sedymentacja taka trwa do końca kambru dolnego.

Na pograniczu kambru dolnego i środkowego miały miejsce ruchy staroświętokrzyskie, które spowodowały dźwignięcie obszaru i erozję utworów warstw protolenusowych w północnej części arkusza powodując, że na utworach kambru holmiowego zalegają piaskowce przypuszczalnie środkowo-kambryjskie /fig. 3/. Profil utworów kambryjskich badanego obszaru kończą bogate w węglany mułowce zbiornika środkowokambryjskiego, należące do nowego cyklu sedimentacyjnego i reprezentujące sedymentację morską /tab. 1/.

Na obszarze arkusza Tarnobrzeg brak młodszych osadów paleozoicznych, a zatem brak zapisu w osadach zdarzeń, które miały miejsce po dolnej części kambru środkowego. Ponieważ jednak obszar arkusza zawsze w swej historii stanowił fragment większych jednostek paleogeograficznych i wraz z nimi ewoluował, przeto dla scharakteryzowania tej części jego rozwoju ewolucyjnego sięgnąć trzeba do obszarów sąsiednich gdzie młodsze osady paleozoiczne oparły się denudacji. Najbliżej zachowały się one na arkuszach Sandomierz /M. Bielecka, 1968/ i Klimontów /A. Romanek, 1977/ i Opatów /D. Dowgiałko, 1974b/. Występuje tam cały starszy i młodszy paleozoik dokumentując morski rozwój sedymentacji w ordowiku, sylurze, dewonie i karbonie przedzielanym lukami sedimentacyjnymi i towarzyszącymi im czasem osadami lądowymi związanymi z aktywnością tektoniczną. W sposób szczególnie wyraźny aktywność ta zaznaczyła się na przełomie kambru środkowego i górnego /H. Tomczyk, 1964/, w tremadoku /J. Samsonowicz, 1960/, wreszcie u schyłku syluru, kiedy to doszło do utworzenia się potężnej serii szarogłazowej, a następnie wydźwignięcia i sfałdowania obszaru południowego Gór Świętokrzyskich /Z. Kowalczewski, 1973/.

Tektonika waryscyjska przejawiała się w postaci silnych zaburzeń dyslokacyjnych formujących czytelne do dziś skrzynkowe fałdy w Górach Świętokrzyskich /Z. Kowalczewski, 1973/, oraz spowodowała długi, obejmujący górny karbon i dolny perm okres lądowy w ich dziejach /tab. 1/.

Skały megacyklu permsko-mezozoicznego osadziły się na badanym obszarze, ale uległy zniszczeniu na skutek dźwignięcia wschodniej części Gór Świętokrzyskich, które prócz silnego zdyslokowania po-

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

Stratygrafia				Ruchy górotwórcze		Utwory /opis litologiczny/	Procesy geologiczne		Charakterystyka surowcowa	Charakterystyka hydrogeologiczna	Charakterystyka geologiczno-inżynierska					
System	Od-dział	Podod-dział	Piętro	Oro-ge-neza	Faza		na wierz-chowinach i na sto-kach	w dolinach i w obni-żeniach								
C		e	o	H	a	Torfy - t_{Qh}	Tworzenie się pokrywy czarnoziemu	Akumulacja rzeczna, wypełnianie dolin i obniżenie aluwialnych	Surowiec ilasty ceramiczno-budowlanej	Wody porowe, zwierciadło swobodne, na głębokości 0-2 m, infiltracja znaczna, wodonośność od niskiej do wysokiej, zależna od miąższości, często z ja-kością wód /podwyższona zawartość Fe i Mn oraz zanieczyszczenia bakteriologiczne/ poziom ulega silnym wahaniom w zależności od pory roku i stanu wód na Wiśle	Nie nadają się do bezpośredniego posadowienia					
						Namuły starorzeczy - n_{Qh}					Denudacja	Piaski budowlane	Niekorzystne warunki posadowienia ze względu na płytkie zwierciadło wody, spotyka się wody agresywne dla betonów			
						Piaski i mułki koryt rzecznych - f_{Qh}							Nie występują w poziomie posadowienia			
						Mułki, ily i piaski /mady/ rzeczne - m_{Qh}					Denudacja	Piaski budowlane	Piaski drobno- i średnioziarniste, na ogół średnioza-gęszczane, warunki posadowienia utrudnione ze względu na płytkie zwierciadło wody			
						Lessy humusowe - lh_{Qh}							Nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Zwierciadło wody bardzo płytko, do 2 m			
						Piaski rzeczne tarasów zalewowych 2-4 m n.p. rzeki - f_{Qh}					Denudacja	Piaski budowlane	Piaski drobno- i średnioziarniste, średnioza-gęszczane. Na ogół korzystne warunki posadowienia			
						Piaski, mułki /mady/ i namuły den dolinnych - pm_{Qh}							Piaski różnoziarniste z glazami. Korzystne warunki posadowienia			
						Piaski i mułki delu-wialne - d_{Qh}					Splify soliflukcyjne		Otwory słabo przepuszczalne zawierające znikome ilości wody	Warunki posadowienia bardzo utrudnione z uwagi na strome zbocza 12 %		
						Piaski eoliczne - e_{Qh}					Przewianie piasków i formowanie wydym	Piaski budowlane	Wody porowe o zwierciadło swobodnym, lokalnie pod niewielkim ciśnieniem, współczynnik filtra-cji $2,5 \times 10^{-5}$ m/s	Piaski drobno- i średnioziarniste, średnioza-gęszczane. Na ogół korzystne warunki posadowienia		
						Piaski eoliczne w wydymach - w_{Qh}										
Piaski ze żwirami i glazami rezydualne - r_{Qh}	Denudacja glin zwało-wych - wy-płukiwanie materiału ilastego			Piaski różnoziarniste z glazami. Korzystne warunki posadowienia												
Piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych 5-10 m n.p. rzeki - f_{Qh}	Akumulacja eolicznych pokryw les-sowych	Akumulacja w dolinach rzecznych	Utwory praktycznie bezwodne, lokalnie występują wody o znikomych wydajno-sciach zawieszonych na gliniastych prze-warstwiach, duże wahania zwierciadła wody zależne od opadów	Infiltracja znaczna, wodonośność do 50 m ³ /h, częste zanieczyszczenia /Fe, Mn, Miano Coli/. Korzystne warunki posadowienia utrudnione płytkim zwierciadłem wody. Mogą być wody agresywne												
Lessy piaszczyste - lp_{Qh}																
Lessy - l_{Qh}																
C		e	o	H	a	Gleby kopalne - g_{Qh}	Denudacja	Erozja								
						Lessy - l_{Qh}	Akumulacja zastoiskowa w obrębie zastoiska sandonierskiego i na jego zapleczu		Utwory praktycznie bezwodne	Nie występują w poziomie posadowienia						
						Mułki zastoiskowe - m_{Qh}	Denudacja	Początkowo erozja, a następnie akumulacja rzeczna	Piaski i żwiry budowlane	Wody porowe, infil-tracja i zasoby zróżnicowane	Warunki posadowienia dobre, utrudnienie może stano-wić płytko występu-jące zwierciadło wody. Miejscami występują wody agresywne w stosunku do betonów					
						Piaski rzeczne - f_{Qh}										
						Piaski i żwiry rzeczne - f_{Qh}	Akumulacja glacialna. Transgresja lodolodu na całym obszarze arkusza	Denudacja	Wody porowe, infil-tracja i zasoby zróżnicowane	Utwory praktycznie bezwodne	Nie występują w poziomie posadowienia					
						Piaski ze żwirami i glazami lodowcowe - f_{Qh}										
						Gliny zwałowe - g_{Qh}										
						Piaski i żwiry /pł/ rzeczne - f_{Qh}	Denudacja	Wody porowe, infil-tracja i zasoby zróżnicowane	Wody porowe, infil-tracja i zasoby zróżnicowane	Nie występują w poziomie posadowienia						
						Piaski /p/ rzeczne - f_{Qh}										
						Piaski i mułki /pm/ rzeczne - pm_{Qh}	Denudacja	Erozja								
Piaski i żwiry - p_{M5}	Tworzenie się osadów regresywnych		Wody porowe i poro-woszczelinowe na głębokości od 2 do kilkunastu m, in-filtracja znaczna, wodonośność niewielka ze względu na małe miąższości osadów	Korzystne warunki posadowienia, pewne utrudnienia stanowi miejscami płytko występujące zwierciadło wody gruntowej												
Wapienie detrytyczne - wd_{M5}	Sedymentacja pełnomorska		Utwory praktycznie bezwodne, w stropo-wych partiach mo-żliwość występowania niewielkich ilości wód /do 2 m ³ /h/ w piaszczystych przewarstwieniach i soczewkach	Bardzo ograniczony zasięg występowania. Warunki utrudnione z uwagi na strome nachylenie terenu												
Iły krakowieckie - i_{M5k}	Sedymentacja pełnomorska															
Margle, ily i wapienie - warstwy pektenowe - me_{M4}	Tworzenie się ewaporatów	Siarka	Wody porowe i szcze-linowo-krasowe, zwierciadło ustabi-lizowane na głębo-kości od kilku do 20 m, wodonośność zróżnicowana, czę-sto wysoka. Pod i-lami krakowieckimi wody zmineralizowa-ne i pod ciśnieniem do 900 kPa, na wchodniach podczwar-torzędowych wody o zwierciadło swobodnym i wydajnościach średnio 30 m ³ /h	Nie występują w poziomie posadowienia												
Wapienie i margle siarkonośne - ms_{M4}																
Gipsy - g_{M4}																
Margle i wapienie po-gipsowe - w_{M4}																
Wapienie litotamniowe detrytyczne /wdt/ - w_{M4l}	Sedymentacja płytkomorska, klastyczna i rafowa	Piaski szklar-skie	Utwory praktycznie bezwodne	Nie występują w poziomie posadowienia												
Wapienie litotamniowe - w_{M4l}																
Piaski i piaskowce - warstwy baranowskie - p_{M4b}	Transgresja	Piaskowce	Utwory praktycznie bezwodne	Zasięg występowania utworów ograniczo-ny. Warunki posado-wienia utrudnione ze względu na duże spadki terenu												
Iły, mułowce i lignity - i_{M4}																
Wapienie i margle siarkonośne, gipsy i wapie-nie pogipsowe - wms_{M4}																
C		e	o	H	a	Brak osadów po ruchach laramijskich oraz w wyniku denudacji po ruchach warwicyjskich i kaledońskich	Utwory lądowe na prze-mian z morskimi. Liczne luki stratygraficzne i kontakty erozyjne									
							Sedymentacja morska na szelfie węglanowym									
							Akumulacja morska. Liczne luki stratygraficzne. Niezgodności korytowe									
C		e	o	H	a	Mułowce, iłowce, iłowce mułowcowe i piaskowce - mc_{Cm2}	Sedymentacja płytko-morska w zbiorniku miogeosynkinalnym	Piaskowce	Utwory praktycznie bezwodne	Nie występują w poziomie posadowienia						
						Piaskowce kwarcytowe - p_{Cm2}										
						Iłowce, mułowce i pias-kowce - cm_{h3}	Sedymentacja płytko-morska w zbiorniku miogeosynkinalnym	Piaskowce	Utwory praktycznie bezwodne	Zasięg występowania utworów ograniczo-ny. Warunki posado-wienia utrudnione ze względu na duże spadki terenu						
						Mułowce z przeławice-niami piaskowców - cm_{h2}										
						Mułowce, iłowce i pias-kowce - warstwy bazow-skie - cm_{h1}										
						C		e	o	H	a					
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											
C		e	o	H	a											

łączonego z odmłodzeniem starych nieciągłości strukturalnych, miała miejsce w trakcie ruchów laramijskich /J. Kutek, J. Głazek, 1972/.

W okresie dolnego trzeciorzędu badany obszar stanowił ląd, na którym rozwijały się procesy erozyjno-akumulacyjne.

Dopiero w dolnym badenie obszar ten zalało morze. W pobliżu linii brzegowej i na płycznach tworzyły się wtedy wapienie litotamniowe, głębiej piaski baranowskie, a lokalnie w obniżeniach kambryjskiej powierzchni przy korzystnych warunkach powstawały utwory burowęglowe /A. Radwański, 1973/. W górnej części badenu na skutek zmian klimatycznych i paleogeograficznych doszło do tworzenia się ewaporatów. Powstała miększa seria gipsowa. Ponowny rozwój zbiornika u sczyłku badenu wiąże się z ożywieniem działalności tektonicznej.

Powstają założenia zapadliska przedkarpackiego. Czynne są liczne strefy tektoniczne, wzdłuż których podłoże trzeciorzędu wraz z cienką pokrywą osadów badenu uległo silnemu pogrążeniu.

Jedną z takich stref był na badanym obszarze zapewne uskok Zawidzy, na południe od którego /patrz przekrój C-D/ miąższości ilów krakowieckich gwałtownie wzrastają. Wzrostowi subsydencji towarzyszył wzrost sedymentacji, który doprowadził do utworzenia miększej serii ilów krakowieckich.

W dolnym sarmacie morze ustępuje definitywnie z terenu południowej Polski zostawiając w strefie brzeżnej regresywne utwory detrytycznego sarmatu. Od tego momentu rozpoczęły swą działalność czynniki denudacyjne. Doprowadziły one do utworzenia w pliocenie powierzchni zrównania, której modelowanie trwa do dziś.

Rozcinanie tej powierzchni rozpoczęło się z chwilą ustąpienia morza miocenijskiego i kształtowania się sieci rzecznej w efekcie tej działalności erozyjnej doszło do powstania głębokich do około 60 m dolin wypełnionych w preplejstocenie drobnopiaszczystymi, mułkowymi i gliniastymi osadami /T. Piątkowski, 1973/. E. Myciel-ska-Dowgiałło /1965a/ odnosi to rozcięcie erozyjne do sarmatu i wiąże je ze strukturami erozyjnymi usytuowanymi w obrębie dna morza miocenijskiego przez prądy zawieszinowe. Na tej drodze nie sposób jednak wytłumaczyć pochodzenie materiału gliniastego z okruchami i otoczakami. W ten sposób utworzone 60 m miąższości rynny powinny posiadać w swym stropie udokumentowane utwory sarmatu detrytycznego. Ponieważ nie stwierdzono podobnego przypadku, autor przychyliła się do poglądu T. Piątkowskiego /1973/ o rzecznych erozyjno-

-akumulacyjnym pochodzeniu wcięć i wypełniających je osadów. Na jeden system rzeczny nakłada się w preplejstocenie drugi - o łagodnych wyciętych w łażach krakowieckich obniżeniach wypełnionych piaskami i mułkami. Te formy przybierają zwykle na Garbie Tarnobrzeskim kierunek poprzeczny. Jedną z nich, później zniszczoną, może być wypełnione glinami zwałowymi obniżenie między Siedleszczanami a Chmielowem. Inna tego typu forma utworzyła się w kopalnej dolinie dolnej Koprzywianki /fig. 6/. Formy te mogą znaczyć stare kopalnie doliny - dopływy rzeki płynącej w tym czasie w przybliżeniu wzdłuż obecnej doliny Sanu /W. Laskowska-Wysoczańska, 1974/.

W części północnej Garbu Tarnobrzeskiego na łażach krakowieckich leżą utwory żwirowe także zaliczane do preplejstocenu. Mogą one odpowiadać wiekowi poprzednio opisanym piaskom i stanowić wypełnienie doliny praGorzyczanki i praOpatówki płynących po utworach górnokambryjskich i oligoceńskich, które mogły stanowić źródło dla piaskowatego i kwarcowego materiału żwirów z lasu Zwierzyniec.

U schyłku preplejstocenu nastąpiła zmiana układu sieci rzecznej w Kotlinie Sandomierskiej. Rzeki płynące dotąd na południowy wschód i dalej w kierunku Ukrainy /W. Laskowska-Wysoczańska, 1974/ uzyskały, poprzez rzekę płynącą w przybliżeniu wzdłuż współczesnego Sanu, kontakt z niżem środkowoeuropejskim. Spowodowało to, że doliny ich stały się wrażliwe na wszelkie zmiany zachodzące w dolnych biegach i spowodowane ruchem lądolodu. Zatarowanie odpływu ku północy było zapewne przyczyną poprzecznego rozcięcia erozyjnego Garbu Tarnobrzeskiego przez Koprzywiankę oraz zapoczątkowania erozyjnego zagłębienia obecnej doliny Wisły przez spływającą ku południowi Gorzyczankę i Opatówkę. Dzieła zniszczenia dopełniła egzaracyjna działalność lądolodu. Utwory zastoiskowe leżą przecież bardzo nisko w dolinie Wisły /np. 151 m n.p.m. - Szewce; 152 m n.p.m. - Nagnajów; E. Mycielska-Dowgiałło m.in. 1978/ dowodząc istnienia generalnych obniżen przed ich depozycją. Gliny z okresu zlodowacenia południowopolskiego i towarzyszące im utwory wodnolodowcowe wypełniły nierówności i wyrównały rzeźbę sprzed tego zlodowacenia. Natychmiast jednak po opuszczeniu badanego obszaru przez lądolód, rozpoczęła się działalność erozyjna i denudacyjna. W pierwszym rzędzie rzeki dążyły do odgrzebania swych dolin. Jednak na niektórych obszarach doszło do wykształcenia nowych odcinków dolin o znacznie krótszej drodze i tym samym większym spadku.

Jak trafnie zauważyła E. Mycielska-Dowgiałło /1978/ nie ma w dolinie Wisły między ujściem Koprzywianki i Gorzyczanki powszechnej na tym obszarze serii rzecznej z okresu interglacjału mazowieckiego /wielkiego/. Seria ta w wyniku bieżących badań została znaleziona jako wypełniająca kopalną dolinę przebiegającą między Gniezowicami a Gorzyczanami /fig. 6/. Forma tej doliny utworzyła się w początkowej fazie interglacjału mazowieckiego /wielkiego/, aby w jego końcowej części wypełniać się osadami rzecznyymi o miąższości około 20 m /fig. 7/.

Transgresja lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego zatamowała odpływ Wisły ku północy i utworzyła zastoisko sandomierskie /S.Z. Różycki, 1972/ w którym trwała sedimentacja warwowa. Na szerokim zapleczu tego zastoiska początkowo rzeki z Wyżyny Sandomierskiej szukały możliwości odpływów ku wschodowi. Wtedy też mogło powstać obniżenie między Kajmowem i Jagodnikiem predysponowane obecnością w tym miejscu starej preplejstoczeńskiej doliny wypełnionej drobnociarnistymi piaskami. W końcu rozległe rozlewiskowe obszary Kotliny Sandomierskiej /W. Laskowska-Wysoczańska, 1971/ pokryte zostały drobnopiaszczystymi i mułkowymi osadami do znacznych wysokości /175 m n.p.m. - W. Laskowska-Wysoczańska, 1971; 165 m n.p.m. - E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/ maskując starszą rzeźbę i wychodnie starszych utworów. Pokrywa osadów rozlewiskowych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego do dziś nie została w pełni zniszczona. Tylko lokalnie spod niej ukazują się skały starsze. Miejscami, jak na przykład na zboczach obniżeń poprzecznych Garbu Tarnobrzeskiego /Kajmów - Jagodnik, Nagnajów - Chmielów/, zachowały się grube do kilkunastu metrów warstwy piaszczyste jako pozostałość po okresie, kiedy obniżenia te były w całości wypełnione osadami.

W interglacjale eemskim na szeroką skalę rozwinęły się zjawiska erozyjno-akumulacyjne rozcinające starsze osady i zaostrzające relief. Wisła płynęła jeszcze wówczas na wachód od Garbu Tarnobrzeskiego, ale rozległe obniżenie w miejscu obecnej jej doliny u schyłku interglacjału eemskiego rozcięte już było i przygotowane do pełnienia roli doliny w przyszłości.

Najstarsze serie osadów, wypełniające współczesną dolinę Wisły, wiążą się z okresem zlodowacenia północnopolskiego./E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Wtedy to wykształciła się gruba 20 m miąższości seria piaszczysto-żwirowa złożona przez rzekę typu roztokowego /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Od schyłku zlodowacenia

północnopolskiego rozpoczął się meandrowy okres w historii Wisły /E. Falkowski, 1965, 1967, 1970, 1972/, który trwałby do dzisiaj, gdyby działalność człowieka nie spowodowała nawrotu warunków umożliwiających "dziczenie" rzeki.

W południowo-wschodniej części arkusza w dolinie Mokrzeszówki rozwój wydarzeń był zasadniczo podobny do opisanego z doliny Wisły /E. Mycielska-Dowgiałło, 1978/. Występują tu jednak rozbieżności w poglądach na wiek najstarszych osadów dolinnych, które np. Buczajński i Wojtanowicz /1967-1968/ wiążą z okresem zlodowacenia środkowopolskiego. Nie wchodząc w szczegóły /utwory te nigdzie nie odsłaniają się na powierzchni/ zauważyć jednak trzeba, że skoro przyjmuje się pogląd o staroplejstoczeńskiej dolinie Wisły na wschód od Garbu Tarnobrzeskiego to trzeba szukać jej aluwii z owego okresu.

Na wysoczyznach w okresie zlodowacenia północnopolskiego trwa akumulacja miększych pokryw lessowych przedzielonych okresami w których tworzyły się gleby kopalne. U schyłku plejstocenu eoliczna działalność lessotwórcza powoli ustępuje. Na niektórych obszarach dochodzi do spiaszczenia lessów i zaczynają się tworzyć wydmy.

W końcu badany obszar zostaje objęty w posiadanie przez człowieka, który przez kilkaset lat rozwijając rolnictwo wyniszczył niemal doszczętnie lasy i ożywił procesy erozyjno-denudacyjne, wreszcie zaczął rozwijać wielki przemysł i górnictwo. Odbyło się to i odbywa kosztem przeobrażeń rzeźby, zmian hydrologicznych i hydrogeologicznych. Nowymi osadami wypełniają się osadniki, coraz wyżej rosną zwałowiska, znaczne są zasięgi lejów depresyjnych. W zamian za to miliony ton siarki opuszczają corocznie ziemię tarnobrzeską.

IV. CHARAKTERYSTYKA SUROWCÓW MINERALNYCH

W granicach arkusza Tarnobrzeg położony jest tarnobrzeski okręg siarkowy, z największymi eksploatowanymi aktualnie złożami siarki rodzimej "Machów" i "Stale-Jeziórko". Kopaliny chemiczne mają więc na tym obszarze dominujące znaczenie gospodarcze, ważne w skali całego kraju. Spośród surowców skalnych duże ponad regionalne znaczenie mają również złoża kwarcowych piasków szklarskich, występujące w formie osobnych złóż /"Świniary"/ lub jako kopalina towarzysząca w złożach siarki. Pozostałe kopaliny: iły, ilowce, . mułki, lessy, piaskowce krzemionkowe oraz piaski i żwiry czwartorzędowe mają znaczenie lokalne /tabl. IV/.

Surowece chemiczne. Siarka rodzima /S/ oraz gipsy /gi/. Złoża siarki rodzimej /S/ występują w utworach badenu zapadliska przedkarpackiego. Skalami macierzystymi złóż siarki są gipsy /gi/, które stanowią przewodni poziom litologiczno-stratygraficzny, szeroko rozprzestrzeniony w osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego. W brzeźnych partiach zapadliska gipsy uległy miejscami metasomatycznym przeobrażeniom w wapienie siarkonosne, tylko lokalnie zachowując się w obrębie serii złożowej w formie ostańców.

Na podstawie licznych otworów wiertniczych odwierconych w latach 1953-80 w południowej części arkusza, stwierdzono występowanie dwu płatów osadów chemicznych oddzielonych od siebie doliną Wisły: na obszarze Swiniary-Wygnanów /wapienie pogipsowe, płone lub osiarkowane z ostańcami gipsów/ oraz na południowy wschód od linii Baranów Sandomierski - Tarnobrzeg - Jeziórko /pogipsowe skały węglanowe i gipsy z siarką/.

Mięszkość osadów chemicznych w obszarze arkusza waha się w granicach 5,0-54,5 m, a ich powierzchnia stropowa obniża się dość regularnie ku południowemu wschodowi pod kątem 1-2° /S. Pawłowski, 1958b; R. Krajewski, 1962; J. Kowalik i S. Piskorz, 1980/.

Największe w tym rejonie złożo tarnobrzezkie /40 % krajowych zasobów siarki/ ciągnie się od Piaseczna poprzez Machów - Jeziórko /arkusz Grębów/ i dalej na wschód poza granice arkusza.

W podłożu serii złożowej występują tu osady kambru, budujące lekko wyniesioną i ograniczoną dyslokacjami strukturę południowo-wschodniego przedłużenia antyklinorium świętokrzyskiego. Złożo ma charakter pokładowy. Rozciąga się z zachodu na wschód w bardzo nieregularnych formach /szerokość złoża waha się od 1 do 5 km/. Najpłycej, na głębokości 14,5 m, złożo występuje w Piasecznie, ku południowemu-wschodowi powierzchnia stropu stopniowo obniża się do głębokości około 280 m. Mięszkość złoża jest zmienna, średnio dla całego obszaru wynosi około 7,5 m /maksymalnie 27 m/ i zmniejsza się w kierunku północnym, aż do wyklinowania w okolicy Tarnobrzegu /K. Pawłowska, 1981/.

W spągu złoża zalegają piaski baranowskie o średniej mięszkości około 35 m, natomiast w jego stropie kilkudziesięciometrowy /średnio 74,8 m/ kompleks utworów ilasto-marglistych warstw pektenowych badenu oraz ilów krakowieckich sarmatu.

Serię złożową stanowią wapienie osiarkowane, niekiedy margle, o strukturze zbitej, porowatej. Występująca w nich siarka wykształ-

cona jest w trzech odmianach: jako cytrynowożółta siarka krystaliczna, siarka zbita oraz słomkowożółta-pylasta. Rozmieszczona jest ona nieregularnie w postaci różnokształtnych skupień, okrągłych pseudopizolitów, wstęg i smug, wypełniających pory wapieni pogipsowych. Niekiedy tworzy skupienia pseudowarstwowe. Siarka występuje w paragenezie z kalcytem, aragonitem, barytem, gipsem, celestynem i stroncjaniem. Średnia procentowa zawartość siarki wynosi około 27 % /K. Pawłowska, 1981/.

Prace geologiczne na złożu tarnobrzeskim realizowano w kilku kolejnych etapach obejmujących lata 1954-55, 1960-63, 1964-67. Zamknięte zostały one udokumentowaniem na jego obszarze następujących złóż /tab. 2/: "Piaseczno wraz z filarem Wisły", "Machów", "Jeziórko-Stale", "Jeziórko-Grębów", "Wodrza" i "Jamnica" rozpoznane w kategoriach C₁ i B /cztery ostatnie złoża położone są poza granicami arkusza/.

Pierwszą kopalnię odkrywkową "Piaseczno" założono na zachodnich wychodniach złoża tarnobrzeskiego. Okres jej budowy przypadł na lata 1956-58, a eksploatacja, osiągająca pełną zdolność produkcyjną /około 600 000 Mg siarki/ trwała do roku 1971 /R. Krajewski, 1962; T. Osmólski, 1972/. Na tym samym złożu uruchomiono w 1968 r. czynną do dziś kopalnię odkrywkową "Machów", której produkcja w 1981 r. wynosiła 444 tys. Mg siarki /9 % krajowego wydobycia/.

W roku 1967 uruchomiono kopalnię otworową "Jeziórko", o aktualnej rocznej produkcji 3 191 tys. Mg /w 1982 r/ i pełnej docelowej zdolności produkcyjnej około 3,5 mln Mg siarki.

Do mniejszych, dotychczas rozpoznanych złóż siarki rodzimej okręgu tarnobrzeskiego zaliczane jest złożo "Świniary", o zasobach 80 tys. Mg, nie kwalifikujące się do kategorii złóż przemysłowych.

Zintensyfikowane prace poszukiwawcze prowadzone w latach 1973-76 doprowadziły do odkrycia i udokumentowania drugiego potężnego złoża siarki Osiek-Baranów Sandomierski /około 35 % krajowych zasobów siarki/. Leży ono na południowy zachód od złoża tarnobrzeskiego i tylko fragmentarycznie w granicach arkusza. Złożo ukształtowane jest na podłożu masywu prekambryjskiego, rozciągając się równoleżnikowo na przestrzeni około 18 km, przy zmiennej szerokości od kilkuset metrów do 2 km. Powierzchnia stropowa złoża obniża się dość regularnie ku wschodowi, a grubość nadkładu waha się od około 100 do 280 m. Złożo to charakteryzuje się reker-

dową miąższością serii siarkonosnej, dochodzącą do 46 m i wysoką zawartością siarki - średnio 29,07 % /S. Piskorz, 1976/. Zasoby omawianego złoża zostały udokumentowane w roku 1976 w kat. C₂. Dalsze prace geologiczne prowadzone na złożu w latach 1977-80 zakończone zostały udokumentowaniem w kat. C₁ dwóch obszarów złożowych: "Osiek" - o zasobach 64,3 mln Mg siarki /poza obszarem arkusza/ oraz "Baranów Sandomierski - Skopanie" o zasobach 171,6 mln Mg siarki. Aktualnie wydobywa się siarkę dwoma metodami. W kopalni "Machów" eksploatacja prowadzona jest systemem odkrywkowym do głębokości 100 m, przy użyciu materiałów wybuchowych oraz licznych maszyn i urządzeń wydobywczych. Procesy przerobcze rudy siarkowej polegają na flotacji, odwadnianiu i rafinacji. Produkt finalny stanowi siarka płynna o zawartości 99,97 % czystej siarki. W złożu "Jeziórko" eksploatacja siarki prowadzona jest metodą otworową, przy zastosowaniu systemu podziemnego wytapiania przegrzaną parą wodną. Roczne wydobycie siarki rodzimej w obydwu złożach wynosi około 3,6 mln Mg, co stanowi około 73 % krajowej produkcji tego podstawowego surowca chemicznego.

Perspektywy udokumentowania nowych złóż i powiększenia dotychczasowej bazy zasobowej siarki związane są z głębszymi poziomami rejonów położonych na południe od obecnie rozpoznanej strefy złożowej.

Surowce skalne. M u ł k i i l a s t e /mi/. Są to osady akumulacji rzecznej /mady/. Budują one najniższe tarasy zalewowe Wisły i jej dopływów: Koprzywianki, Gorzyczanki i Trześniówki, osiągając miąższość od 1 do 3 m /E. Mycielska-Dowgiałło, 1965b/. Występują również płatami w południowo-wschodniej części arkusza. Są one przedmiotem dorywczej eksploatacji podejmowanej przez miejscową ludność dla potrzeb produkcji ceramiki budowlanej. Mady stanowią surowiec dla okresowo czynnej na południe od Zakrzowa prywatnej cegielni, produkującej pustaki i cegły wysokiej klasy.

Poza wydzielonymi na szkicu surowcowym /tabl. IV/ obszarami występowania mad /minimalna miąższość 2 m/, na całym obszarze tarasu zalewowego Wisły istnieją perspektywy znalezienia dalszych złóż tej kopalniny.

L e s s y /l/. Utwory te zajmują rozległe obszary w zachodniej i północno-zachodniej części arkusza. Były one okresowo eksploatowane w Niedźwicach jako surowiec do produkcji cegły. Surowiec stanowiły lessy o bardzo małej plastyczności. Ze względu na niską jakość wypalanej z nich cegły eksploatację zarzucono.

Wykaz złóż udokumentowanych

Nr złoża wg tablicy IV	Nazwa złoża	Rodzaj surowca /definicja geologiczna/	Wiek surowca	Kategoria zasobów Rodzaj opracowania
1	Świniary	siarka	Tr	C ₁ dokumentacja
2	Piaseczno wraz z filarem Wisły	siarka	Tr	B + C ₁ dokumentacja
3	Machów	siarka	Tr	B + C ₁ + C ₂ dokumentacja
4	Baranów Sandomierski - Skopanie	siarka	Tr	C ₁ dokumentacja
5	Świniary II	piaski szklarskie	Tr	C ₂ dokumentacja
6	Świniary	piaski szklarskie	Tr	B dokumentacja
7	Chmielów I	iły	Tr	A + B dokumentacja
8	Koprzywnica	iły, gliny	Tr, Q	karta rejestracyjna

Próbka pobrana ze złoża wykazała niekorzystne parametry technologiczne surowca /tab. 3/, wyrażone głównie niską skurczliwością suszenia /4,2%/ oraz niewielką wytrzymałością wypalanych kostek. Według opinii geologicznej /Z. Prędota, 1969b/ surowiec nie nadaje się do produkcji cegły i innych materiałów budowlanych. Nie eliminuje to jednak perspektyw znalezienia na innych obszarach w obrębie arkusza większych złóż surowca o wysokich walorach technologicznych. W okolicach Skrzypaczowic miejscowa ludność podejmuje eksploatację lessów na potrzeby budownictwa indywidualnego. Na

T a b e l a 2

i zarejestrowanych

Zasoby w m ³ /lub Mg/	Zastosowanie	Kopaliny towarzyszące	Miejsce przechowywania dokumentacji, rok jej opracowania
bilansowe 80 000 Mg		-	Centralne Archiwum Geologiczne Instytutu Geologicznego Warszawa, 1957
7 566 073 Mg		-	Archiwum Zakładu Badań Geologicznych - Kielce, 1981
91 750 028 Mg		-	Archiwum Zakładu Badań Geologicznych - Kielce, 1982
bilansowe 99 231 297 Mg		-	Archiwum Zakładu Badań Geologicznych - Kielce, 1980
bilansowe 6 084 000 Mg	przemysł szklarski	-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1962
bilansowe 1 463 000 Mg	przemysł szklarski	-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego, Tarnobrzeg, 1954, 1981 /dodatek/
bilansowe 855 000 m ³	ceramika budowlana	piaski schudzające	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1957
277 000 m ³	ceramika budowlana	-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1968

lessach wykształcone są gleby wysokiej klasy, dlatego też na całym obszarze ich występowania wykorzystywane są one pod uprawę.

Iły i łupki ilaste /i/ oraz iły bentonitowe /ibe/. Kompleks łąw miocenkich /i/ obejmuje warstwy pektenowe badenu i warstwy krakowieckie sarmatu. Główne ich wychodnie występują w okolicy Chmielowa, Nagnajowa, Swiniar, Beszyc i Koprzywaicy.

Osady ilaste badenu wykształcone są jako zwarte iły i mułowce, zwykle silnie wapniste, z przejściami do margli i z liczną

Parametry technologiczne surowców ilastych
/dane zawarte w dokumentacjach i opracowaniach^{x/}

Miejscowość lub nazwa złoża w nawiasie nr wg tablicy IV	Rodzaj surowca	Woda zarobowa	Skurczliwość		Nasiąkli- wość po wypaleniu	Wytrzyma- łość na ściskanie po wypa- leniu	Temperatu- ra wypala- nia
			suszenia	wypału			
		%	%		%	kG/cm ²	°C
Chmielów I /7/	iły	24,05-31,41	6,3-10,0	0,0-15,0	10,39-12,98	240-308	1000
Chmielów ^{x/}	iły	32,1	9,7	10,6	12,2	472	1000
Tarnobrzeg /12/	iły	23,6-37,2	4,7-9,0	4,7-10,1	13,1-22,2	206-547	960
Piaseczno ^{x/}	iły	30,1	9,6	10,2	23,0	84	1000
Koprzywnica /8/	iły, gliny	30,8-33,6	10,4-10,5	12,9-13,9	11,7-13,5	68,4-79,4	950
Chobrzany /13/	iły, gliny	19,1	6,0	5,9	14,5	43,9	950
Niedźwice /14/	lessy	16,7	4,2	3,8	13,9	43,2	950

^{x/} Wyniki badań według Z. Tokarskiego, 1964

fauną pektenów, tworzących lokalnie zlepy muszlowców. Dobrze odsłaniają się one w kopalni siarki w Machowie, gdzie ich miąższość wynosi 8-12 m. Wykazują niekorzystne własności technologiczne, co dyskwalifikuje je jako surowiec ceramiczny /Z. Kozydra, A. Wyrwicki, 1978/. Znaczenie praktyczne mają natomiast ility krakowieckie, wykształcone w postaci iłłów i iłłowców mułowcowych, zwykle złupkowanych, wapniastych z cienkimi nalotami i grubszymi przewarstwieniami mułkowo-piaszczystymi, lokalnie z wkładkami bentonitów. Mała zmienność litologiczna, niewielka domieszka węglanu wapnia oraz korzystne własności technologiczne czynią ility krakowieckie wartościowym surowcem ceramiki budowlanej. Na obszarze arkusza ility krakowieckie zostały surowcowo rozpoznane w okolicy Chmielnika, Koprzywnicy i Tarnobrzegu. Obecnie eksploatowane są dla celów ceramiki budowlanej ze złoża "Chmielów I". W nadkładzie występują czwartorzędowe piaski drobnoziarniste, wykorzystywane jako surowiec towarzyszący do schudzania iłłów. Złoże eksploatowane jest odkrywkowo do głębokości 18 m /2 poziomy eksploatacyjne/. Parametry technologiczne iłłu /tab. 3/ kwalifikują go jako surowiec do produkcji pustaków Ackermana i cegły kratówki. Zasoby złoża udokumentowane w 1957 r w kat. A+B wynosiły 947 tys. m³ /L. Adamiakowski, 1957/. Złoże eksploatowane jest od wielu lat przez cegielnię w Chmielowie, produkującą rocznie około 4 mln sztuk cegły i 533 tys. sztuk pustaków.

Na północny zachód od omówionego leży złoże "Chmielów II" rozpoznane w kategorii A+B+C₁. Udokumentowane tu zasoby iłłów /łącznie w kategorii A+B+C₁ - 14 051 tys. m³/ oraz czwartorzędowych piasków schudzających /łącznie w kategorii A+B - 1 018 tys. m³/ stanowią surowiec przydatny do produkcji cegły /L. Adamiakowski, 1954/. Złoże nie jest eksploatowane, a jego obszar zajęty jest pod inwestycje Kopalni i Zakładów Przetwórczych Siarki "Siarkopol" w Tarnobrzegu. Stanowi ono bazę surowcową w przyszłości do ewentualnego zagospodarowania w pierwszej kolejności. Bazując na surowcu ilastym sprowadzanym z Chmielowa, a także na madach doliny Wisły, okresową działalność produkcyjną prowadzi prywatna cegielnia położona na południe od Zakrzowa.

Seria utworów ilastych sarmatu występująca w nadkładzie złoża siarki kopalni "Machów" została wstępnie rozpoznana w roku 1955 /J. Kuchciński, 1955/. Udokumentowano tu w kategorii C₂ obszar złożowy o zasobach 64,5 mln m³. W miarę postępującej eksploatacji złoża siarki surowiec ilasty nadkładu składowany jest w hałdach.

Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań wykazują, że ility okolic Tarnobrzegu stanowią cenny surowiec dla przemysłu ceramiki czerwonej i produkcji keramzytów /Z. Kozydra, 1965/. Swym składem chemicznym, mineralnym i własnościami technologicznymi /tabele 3, 4/ zbliżone są do iłłów eksploatowanych w Chmielowie. Różnią się od nich jedynie większą zawartością siarczanów, co wymaga stosowania odpowiednich warunków wypalania wyrobów i unikania zwałowania surowca przeznaczonego do produkcji. Obszary hałd na obszarze Nagnojowa, Skopania oraz Piaseczna wytypowano do badań w pierwszej kolejności.

Niektóre partie iłłów posiadają nieregularne wkładki bentonitu /ibe/ miąższość do kilku cm. Kwalifikują się one do produkcji ziem odbarwiających stosowanych w procesie rafinacji siarki technicznej w kopalniach otworowych, stanowiąc bazę surowcową nowo uruchomionego Zakładu Ziem Bielących w Kopalniach i Zakładach Przetwórczych Siarki "Siarkopol". Ze względu na brak danych o zasobach iłłów bentonitowych w pobliżu Machowa, obszar ten wytypowano do badań w pierwszej kolejności.

ILITY krakowieckie oraz występujące w ich nadkładzie gliny czwartorzędowe stanowiły surowiec ilasty eksploatowany do roku 1972 na zachód od Koprzywnicy, dla potrzeb miejscowej cegielni. Posiadają one opinię geologiczną /T. Bokan, Z. Prędota, 1968/ kwalifikującą je na podstawie wyników badań laboratoryjnych /tab. 3/ do produkcji cegły pełnej palonej klasy 75. Zarejestrowane zasoby złoża na dzień 31 XII 1981 r. wynoszą 277 tys. m³. Wskazane jest objęcie rejonu złoża szczegółowymi badaniami dokumentacyjnymi. Obszar ten wytypowano jako perspektywiczny I-go rzędu.

Do niedawna okresową eksploatacją objęte były ility margliste wraz z glinami czwartorzędowego nadkładu, odsłaniające się na południowy zachód od Chobrzan. Dziś pozostałością po niej jest zarosnięte wyrobisko oraz ślady porzuconej cegielni. Według opinii geologicznej zawierającej wyniki badań laboratoryjnych /tab. 3/ surowiec może być wykorzystywany do produkcji cegły pełnej, przy zachowaniu selektywnej eksploatacji, eliminującej partie silnie zamarglone /Z. Prędota, 1969a/.

Na wychodniach iłłów często spotykane są ślady dorywczej eksploatacji podejmowanej przez miejscową ludność. Między Zakrzowem a Sobowem, w pobliżu granicy lasu "Zwierzyniec", okresowo czynna jest prywatna cegielnia bazująca na miejscowym surowcu ilastym.

T a b e l a 4

Skład chemiczny utworów mioceńskich

Miejscowość lub nazwa złoża, w nawiasie nr wg tablicy IV	Z a w a r t o ś ć w %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	strata prażenia
Chmielów I /7/							
poziom I - pow. 140,2 m n.p.m.	57,10	15,93	5,61	7,09	2,75	0,61	10,08
poziom II - 133,2-140,2 m n.p.m.	57,11	16,04	5,67	7,13	2,57	0,66	9,84
Chmielów ^{x/}	51,3	16,4	7,1	6,1	2,7	n.o.	12,9
Tarnobrzeg /12/	55,15	15,57	3,92	7,04	3,31	n.o.	10,55
Piaseczno ^{x/} /2/	59,2	18,7	6,0	2,1	2,0	n.o.	10,0

^{x/} Wyniki oznaczeń wg Z. Tokarskiego, 1964

n.o. - nie oznaczono

Skład chemiczny oraz własności technologiczne ilów ze złóż położonych w obrębie arkusza przedstawiają tabele 3 i 4.

P i a s k o w c e /pc/. Należą one do kambru dolnego i tworzą niewielkie wychodnie w zboczach dolin rzecznych Koprzywianki i Gorzyczanki. Wykształcone są w postaci średnicziarnistych piaskowców kwarcowych z wkładkami ilowców mułkowych. Piaskowce te, dotychczas nie eksploatowane, nie mają znaczenia surowcowego ze względu na niewielki obszar ich wychodni oraz znaczny udział w profilu wkładek łupków ilastych i mułków, co wpływa na ich niewysoką jakość /tab. 5 - otwór nr 15/.

P i a s k o w c e k w a r c y t o w e /pcQ/. Korzystniejsze parametry fizyczno-techniczne wykazują piaskowce środkowego kambru /tab. 5 - otwór nr 1/. Nie odsłaniają się one na powierzchni. Z przesłanek geologicznych można wnosić, że występują one w północno-wschodniej części arkusza pod nakładem osadów czwartorzędowych. Swym wykształceniem litologicznym zbliżone są do piaskowców kwarcowych z Jugoszowa /arkusz Sandómierz/, gdzie były eksploatowane dla celów budownictwa drogowego i wiejskiego. Wyniki badań fizyczno-technicznych omawianych piaskowców wykazują ich przydatność do produkcji kamienia łamanego, kruszywa drogowego, kolejowego klasy I, II i III oraz kruszywa do betonów /tab. 5/. Perspektywy złóżowe kopaliny są w świetle dotychczasowych badań niewielkie. Korzystniejsze warunki dla udokumentowania zasobów piaskowców kambryjskich istnieją jedynie poza obszarem arkusza w pobliżu Ossolina /arkusz Sandómierz/.

P i a s k i i ż w i r y r z e c z n e i w o d n o l o d o w c o w e /pż-f+fg/. Występują one w północno-zachodniej części arkusza w dolinach rzecznych Koprzywianki i Gorzyczanki. Analiza petrograficzna piasków żwirowatych z Niedźwic i Gorzyczan wykazała we frakcji powyżej 10 mm, obecność otoczków granitoidów, piaskowców kwarcytowych, kwarców, łupków i wapieni krystalicznych. Współczynnik wysortowania kształtował się dla tych osadów w granicach 1,98-3,70, współczynnik obtoczenia kwarcu "R" od 0,31 do 1,36 %, zawartość węglanów od 2,7 do 30,6 %.

W pobliżu Swiniar, Koprzywnicy i Tarnobrzegu prowadzone były prace zwiadowcze w poszukiwaniu złóż kruszywa naturalnego jako surowca do produkcji żwiru i pospółek /J. Woroniecki, 1961/. Badania te przyniosły wynik negatywny /tab. 6/.

Możliwości udokumentowania złoża tej kopaliny istnieją jedynie w okolicy Gorzyczan, gdzie obecnie piaski ze żwirami stanowią

przedmiot dorywczej eksploatacji przez miejscową ludność dla celów lokalnego budownictwa. Na szkicu surowcowym /tabl. IV/ obszar Gorzyczan wytypowano jako perspektywiczny.

P i a s k i s r e d n i o - i g r u b o z i a r n i s t e - w o d n o l o d o w c o w e /p_{śg}-fg/. Dla piasków wodnolodowcowych położonych na przedpolu frontów eksploatacyjnych odkrywkowej kopalni siarki w Machowie opracowany został program badań geologicznych w celu określenia ich przydatności do budowy nasypów drogowych /M. Kasprówic, 1980/. Występują tu piaski średnio- i gruboziarniste /p_{śg}-fg/ z domieszką frakcji pylastej, rzadziej żwirowej, o zmiennej miąższości /od 3,0 do 30,0 m/, zależnej od morfologii podczwartorzędowego podłoża. We wschodniej części przedpola wypełniają one rynną erozyjną o długości około 750 m, szerokości około 250 m i głębokości 30 m. Piaski położone na przedpolu odkrywki zalegają poniżej poziomu wód podziemnych na powierzchni około 750 m². Zasoby ich oszacowano na około 3,1 mln Mg. Obszar ten wytypowano do badań w pierwszej kolejności.

P i a s k i r ó ż n o z i a r n i s t e w o d n o l o d o w c o w e /p_r-fg/. Piaski różnoziarniste wodnolodowcowe odsłaniają się większymi płatami spod pokrywy lessowej w zachodniej części arkusza w okolicach Łoniowa. Pod względem surowcowym nie były nigdy badane.

P i a s k i r ó ż n o z i a r n i s t e r z e c z n e /p_r-f/. Należą one do tarasu zalewowego Wisły /tabl. IV/. Wstępnie zostały rozpoznane na obszarze Piaseczno-Krzcin. Występują tu piaski średnio- i gruboziarniste, w spągu z domieszką żwirów. Zostały one objęte programem badań geologicznych w aspekcie ich przydatności dla celów budowlanych /S. Piskorz, 1977/.

Wyniki badań laboratoryjnych piasków /tab. 7/ wykazały ich przydatność jako surowca do produkcji piasku niepiłkanego do betonów, zapraw i wypraw oraz piasku piłkanego do betonów, zapraw, wypraw i gładzi /norma BN-69/6721-02/. Realizacja projektowanych w tym rejonie prac pozwoli na udokumentowanie około 400 000 m³ kruszywa drobnego dla budownictwa /S. Piskorz, 1977/. Obszar ten zaliczono do perspektywicznych I-go rzędu oraz wytypowano do badań w pierwszej kolejności.

Na zachód od Koprzywnicy prowadzone były prace zwiadowcze za kruszywem naturalnym w obrębie czaszy projektowanego zbiornika wodnego w dolinie rzeki Koprzywianki /K. Cywicka, 1982/. Dały one wynik negatywny ze względu na złą jakość /domieszka pyłów/, zawadnienie lub małą miąższość surowca.

Parametry fizyczno-techni
/analizy wykonane przez Przedsię

Miejscowość lub nazwa otworu wiertniczego		Jugoszwów ark. Sandomierz	Otwór nr 15 ark. Tarnobrzeg	
Głębokość w m			34,0-36,0	85,0-87,0
Wiek		Cm ₂	Cm ₁	
Gęstość G/cm ³		2,65	2,79	2,71
Gęstość pozorna G/cm ³		2,47	2,47	2,60
Porowatość całkowita %		7,0	11,0	4,0
Nąsiąkliwość %		1,8	3,7	1,3
Wytrzyma- łość na ściskanie kg/cm ²	w stanie powietrzno- -suchym	1110	-	121
	po nasyceniu wodą	872	-	86
	po zamrożeniu	744	-	56
Scie- ral- ność	na tarczy Boehmego cm	0,23	-	0,76
	w bębnie Devala %	4,6	12,6	5,0
Wskaźnik emulgacji		0,30	0,31	0,35
Zwięzłość cm		34	-	33
Orzeczenie laboratorium PG o jako- ści i przydatności skały	BN-70/6716-02 kamień łamany /klasa/	I	-	III
	BN-76/6716-03 bloki i płyty surowe /rodzaj/	P	-	P
	BN-69/6716-06 kształtki budowlane /klasa/	II	-	II
	PN-79/B-06712 kruszywo do betonu zwykłego /marka/	"20"	-	"20"
	ZN-75/MK/ /ZKD-11	skala do produkcji kruszywa drogowego i kolejowego /klasa/	II	-

Tabela 5

czne piaskowców kwarcowych
 biorstwo Geologiczne - Kielce

Otwór nr 1 ark. Tarnobrzeg				
86,0-88,0	98,0-100,0	116,0-118,0	154,0-156,0	164,0-166,0
Gm ₂				
2,67	2,65	2,62	2,65	2,64
2,49	2,51	2,49	2,51	2,53
7,0	5,0	5,0	5,0	4,0
1,6	1,1	1,5	1,3	1,2
177	178	125	169	151
165	172	119	165	143
155	167	112	159	138
0,26	0,28	0,31	0,29	0,33
4,0	4,3	4,1	6,8	4,0
0,24	0,21	0,25	0,20	0,18
40	40	40	31	40
I	I	I	I	I
P	P	P	P	P
II	II	II	II	II
"20"	"20"	"20"	"20"	"20"
II	II	II	III	I

Wykaz złóż pozabilansowych lub
dokumentację geologiczną lub inne opracowanie

Nr złóża wg tablicy IV	Nazwa złoża	Rodzaj surowca /definicja geologiczna/	Wiek suro- wca	Kategoria zasobów Rodzaj opracowania
9	Piaseczno	piaski szklarskie	Tr	C ₁ dokumentacja
10	Piaseczno	siarka	Tr	B dokumentacja
11	Chmielów II	iły	Tr	A + B + C dokumentacja
12	Tarnobrzeg	iły	Tr	C ₂ dokumentacja
13	Chobrzany	iły, gliny	Tr, Q	opinia geologiczna
14	Niedźwice	lessy	Q	opinia geologiczna
15	Koprzywiątka	piaski rieczne	Q	sprawozdanie geologiczne z badań zwiadowniczych
	rejon Tarnobrzegu, Miechocin, Ocice, Nagnajów-Siedle- szczany, Koprzywnica, Piaseczno, Świniary Stare	piaski ze żwirami	Q	orzeczenie geologiczne

T a b e l a 6

wyeksplotowanych posiadających
/orzeczenie; opinia; sprawozdanie/

Zasoby w m ³ /lub Mg/	Zastoso- wanie	Kopaliny towarzy- szące	Miejsce przechowywania dokumentacji, rok jej wydania
bilansowe 788 000 Mg	przemysł szklarski	-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1972
8 900 000 Mg		-	Centralne Archiwum Geolo- giczne Instytutu Geologi- cznego - Warszawa, 1958
14 051 000 m ³	ceramika budowlana	piaski schudza- jące	Centralne Archiwum Geolo- giczne Instytutu Geologi- cznego - Warszawa, 1954
64 600 000 m ³	ceramika budowlana	-	Centralne Archiwum Geolo- giczne Instytutu Geologi- cznego - Warszawa, 1955
szacunkowo kilkaset m ³	ceramika budowlana	-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1969
obszar negatywny złożowo dla surowca ilastego ce- ramiki budowlanej		-	Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1969
obszar negatywny złożowo dla kruszywa naturalnego na potrzeby budownictwa		-	Archiwum Zakładu Badań Geologicznych - Kielce, 1982
obszary negatywne złożowo dla kruszywa naturalnego do produkcji pospółki i żwiru			Archiwum Oddziału Geologii Urzędu Wojewódzkiego Tarnobrzeg, 1961

Wyniki badań laboratoryjnych
z obszaru Piase

Lp. próbki	Głębokość pobrania próbki w m	Skład granulometryczny w % frakcje w mm			pyłów	grudek gliny
		do 2,5	2,5-5,0	5,0-10,0		
1	0,0-2,0	79,8	6,3	6,2	0,9	0
2	2,5-5,0	98,3	0,5	0,5	0,6	0
3	5,0-7,0	98,8	0,3	0,3	0,1	0

x/ nb - nie badano

P i a s k i k w a r c o w e /pQ/. Jedyna wychodnia kwarcowych piasków szklarskich warstw baranowskich znajduje się w Swiniarach, gdzie od 1952 r. eksploatowane są jako cenny surowiec przemysłu szklarskiego /M. Benko, 1954/. Odsłaniają się tu białoszare lub kremowe piaski kwarcowe, głównie droбноziarniste, ostrokrawędziste i przekątnie warstwowane. Przeławicają je cienkie wkładki /do 1 m/ zwężonych piaskowców o spoiwie krzemionkowym, rzadziej węglanowo-siarkowym. Wychodnie piasków baranowskich zostały objęte szczegółowymi pracami geologicznymi, które doprowadziły do udokumentowania w okolicy Swiniar dwóch obszarów złożowych: "Swiniary" w kategorii B i "Swiniary II" w kategorii C₂. Złoże "Swiniary" ma charakter pokładowy i zapada ku południowemu wschodowi pod kątem około 10° /M. Benko, 1954/. Wykazuje zmienną miąższość średnio 8,7 m, z czego 1,44 m stanowią przerosty piaskowców. Na podstawie oceny jakościowej piaski złożowe zostały zakwalifikowane do 5 klasy piasków szklarskich /tab. 8/ i objęte eksploatacją na potrzeby produkcyjne Huty Szkła w Sandomierzu /W. Świerkosz, 1981/. Według stanu na dzień 31 XII 1982 r. zasoby złoża wynosiły 1 463 tys. Mg, a roczne wydobycie 90 tys. Mg. Do roku 1984 eksploatację prowadzono na poziomie I-niezawodnionym, powyżej 150 m n.p.m. Zgodnie z opinią Biura Projektów Przemysłu Kruszyw Kamienia Budowlanego i Surowców Mineralnych w Krakowie z 1981 r.

T a b e l a 7

piasków czwartorzędowych
czno-Krzcin

Zawartość w %				Zawartość zanieczy- szczeń organicz- nych	Wytrzymałość na zgniatanie w cy- lindrze w kg/cm^3	
ziarn słabych i zwie- trza- łych	ziarn wydłu- żonych i pła- skich	siarcz- nów	SO_3		frakcje	
					5-10 mm	10-20 mm
4,9	22,5	0,025	0,16	jaśniejsza od barwy wzorcowej	246,8	236,1
nb ^{x/}	nb ^{x/}	0,002	0,07	-"-	nb ^{x/}	nb ^{x/}
nb ^{x/}	nb ^{x/}	0,003	0,07	-"-	nb ^{x/}	nb ^{x/}

urabianie zawodnionej warstwy złoże /poziom II/, w chwili obecnej jest ekonomicznie nie uzasadnione. Zasoby tego poziomu określone na 1 338 tys. Mg /W. Świerkosz, 1981/ stanowią rezerwową bazę surowcową do zagospodarowania w przyszłości.

Na północny-wschód od Świniar udokumentowano złoże "Świniały II" o zasobach 6 084 tys. Mg. Serię złożową stanowią piaski kwarcowe, drobnoziarniste, zalegające na głębokości od 6,0 do 16,0 m /E. Po-ręba, 1962/. Pod względem uziarnienia zostały one zaliczone do klasy 3, natomiast składem chemicznym odpowiadają klasie 6 piasków szklarskich.

Złoże zalega w niekorzystnych warunkach hydrogeologicznych /zawodnienie/ co, jak dotychczas, nie uzasadniało celowości dalszych badań nad rozpoznaniem złoże w wyższych kategoriach. Próba rozszerzenia bazy surowcowej piasków szklarskich w kierunku zachodnim i północno-zachodnim od Świniar dała wynik negatywny /M. Bła-szak, 1957/ ze względu na złe warunki geologiczno-górniczne ich zalegania /zawodnienie, duży nadkład, wyklinowanie się złoże/.

W roku 1973 podjęto eksploatację piasków baranowskich dla potrzeb przemysłu szklarskiego w wyeksploatowanej spągowej części złoże siarki rodzimej "Piaseczno". Udokumentowano tu w kategorii C₁ /z rozpoznaniem jakości złoże w kategorii B/ obszar złożowy o powierzchni 295 756 m², średniej miąższości 16,18 m i zasobach na

Parametry technologiczno-jakościowe
na arkuszu
/dane zawarte w dokumen

Miejscowość lub nazwa złoża /w nawiasie nr wg tablicy IV/	Skład granulometryczny - procentowa zawartość ziarn o wymiarach w mm			
	pow. 0,50	0,50-0,30	0,30-0,10	pon. 0,10
Swiniary /6/ poziom I suchy	0,52	4,37	93,24	1,60
poziom II zawodniony	1,49	2,71	93,52	2,18
Piaseczno /9/	1,04	11,01	83,21	3,95

x/ M. Benko, /1954/; M. Świerkosz /1972, 1981/

dzień 31 XII 1971 r - 7 144 tys. Mg /M. Świerkosz, 1972/. Piaski złożowe pod względem uziarnienia i składu chemicznego spełniają wymogi stawiane piaskom szklarskim po uprzednim wzbogaceniu /wysoka zawartość zanieczyszczeń: Fe_2O_3 , TiO_2 i siarki/. Sklasyfikowane według normy PN-63/G - 13101 odpowiadały 5 klasie piasków szklarskich. W 1983 r zasoby złoża zostały całkowicie wyeksploatowane. Surowiec składowany jest w hałdach i stąd systematycznie dostarczany do Huty Szkła w Sandomierzu. Wyrobisko poeksploatacyjne planuje się zająć pod zwałowisko pyłów i popiołów odpadowych elektrowni "Połaniec".

Kryteria jakościowe surowca przemysłu szklarskiego spełniają również piaski występujące w podłożu serii siarkonośnej kopalni "Machów". Eksploatacji ich dotychczas nie podejmowano ze względu na pełne pokrycie zapotrzebowania przemysłu szklarskiego na ten surowiec przez kopalnię w Piasecznie i konieczność zabezpieczenia w tym celu dodatkowych nakładów inwestycyjnych. W przyszłości mogą one stanowić również ważną bazę surowcową.

V. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

Szkic hydrogeologiczny arkusza Tarnobrzeg /tabl. V/ opracowano w oparciu o 1236 pomiarów zwierciadła wody w studniach gospodarskich, obserwacje powierzchniowych zjawisk hydrogeologicznych, analizę archiwalnych dokumentacji hydrogeologicznych /m.in. A.M. Smuszkiewicz, K. Smuszkiewicz, 1965; K. Pawlus, J.A. Sawicki,

T a b e l a 8

piasków szklarskich /baranowskich/
TARNOBRZEG
tacjach geologicznych/^{x/}

Skład chemiczny - zawartość w %				
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO + MgO
97,42	0,12	0,99	0,10	0,52
98,02	0,10	0,90	0,12	0,28
99,18	0,062	0,17	0,071	0,242

J. Kowalski, 1969; Praca zbiorowa, 1981; S. Śmiech, 1984/, ujęć wodnych i otworów wiertniczych z przeprowadzonymi badaniami hydrogeologicznymi oraz informacje ustne uzyskane od hydrogeologa kopalni "Machów" oraz geologa wojewódzkiego w Tarnobrzegu. Pomiary studzien były przeprowadzone w okresie dość niskich opadów - lipca i sierpnia 1983 roku oraz kwietnia 1984 r, a pomiary źródeł wykonano w czerwcu 1984 roku, po wyjątkowo suchym roku.

Wody powierzchniowe. C i e k i i z b i o r n i k i w o d n e . Cały obszar arkusza Tarnobrzeg znajduje się w dorzeczu Wisły stanowiącej główną oś hydrograficzną przecinającą arkusz z południowego zachodu na północny wschód. Od strony zachodniej otrzymuje ona dopływ Koprzywianki, która w swym dolnym biegu jest ciekim uregulowanym. Koprzywianka za pośrednictwem swych głównych dopływów: Gorzyczanki, Czarnej i Polanówki oraz bezimiennych dopływów odwadnia środkowo-zachodnią /Wysoczyzna Połaniecka/ oraz północną i północno-zachodnią /Wyżyna Sandomierska/ część arkusza. Znaczących prawobrzeżnych dopływów w granicach arkusza Wisła nie posiada. Po obu stronach zbiera ona dość liczne wody powierzchniowe za pośrednictwem gęstej sieci drenów i rowów melioracyjnych z obszaru tarasu niskiego, jak i wody licznych cieków w obrębie starorzeczy i tarasu akumulacyjnego. W południowo-zachodniej części arkusza równoległe do Wisły płynie Trześniówka oraz Mokrzyżówka. Oba ciekі zbierają nieliczne lewobrzeżne bezimienne dopływy. Poza ciekami powierzchniowymi występują n a t u r a l n e

zbiorniki wodne powstałe głównie w bezodpływowych zagłębieniach. Większe zbiorniki w postaci niedużych jezior występują w północnej części doliny Wisły w obrębie starorzeczy /Zajezierze/, jak i w rejonie Cygan. Mniejsze są dość liczne, niekiedy okresowe, występujące tylko w okresach intensywniejszych opadów atmosferycznych. S z t u c z n y zbiornik wodny występuje w kopalni "Piaseczno", a powstał na skutek stopniowego wypełniania się leża depresyjnego.

P o d m o k ł o ś c i . Występują one w granicach arkusza, związane są głównie ze starorzeczami w północnej części doliny Wisły. Większe podmokłości występują też w dolinie Starej Rzeki oraz na obszarze dawnych stawów rybnych w Zawidzy.

W y c i e k i i w y s i ę k i . Na obszarze arkusza udokumentowano je w Trzykosach, Koprzywnicy, Gorzyczanach, Samborcu. Są to wycieki i wysięki z osadów czwartorzędowych występujące głównie na zboczach dolin, tam gdzie odsłania się warstwa wodo-nośna.

D z i a ł y w o d n e . Na tablicy V wydzielono działy wodne II-go, III-go i IV-go rzędu. Dział wodny II-go rzędu przebiega po obu stronach Wisły, a oddziela po lewej stronie dorzecze Koprzywianki zaś po prawej stronie dorzecze Trześniówki. Działy wodne III-go rzędu zaznaczono w północno-zachodniej części arkusza, pomiędzy rozległym dorzeczem Gorzyczanki wpadającej do Koprzywianki oraz w południowo-wschodniej części oddzielającej po lewej stronie Trześniówki dorzecze Mokrzeszówki, a po prawej dorzecze Dąbrówki /w granicach arkusza znajduje się tylko fragment tego dorzecza z lewymi dopływami: kanały Stawidzy i Starej Rzeki/. Działy wodne IV-go rzędu wydzielono w północno-zachodniej części arkusza. Oddzielają one dorzecza lewobrzeżnych dopływów Gorzyczanki: Czarnej i ciekę bez nazwy.

Wody podziemne. Położenie pierwszego poziomu wód przedstawiono przy pomocy hydroizohips. Obraz ich wskazuje na wyraźny związek z budową geologiczną obszaru oraz jego morfologią. Najniższej położone zwierciadło wody znajduje się w dolinie Wisły oraz Trześniówki i Mokrzeszówki od rzędnej 140 m n.p.m. /Zawisze/ do 150 m n.p.m. /Otoka Grabińska/. Ze względu na tak małe zróżnicowanie w dolinach tych hydroizohipsy poprowadzono co 5,0 m, a miejscami co 2,5 m. Na wysoczyznach obraz hydroizohips jest bardziej urozmaicony, a najwyższe rzędne zwierciadła wody udokumentowano na obszarach z reguły najwyższej położonych hipsometrycznie

/Dziewków - 206 m n.p.m./ Najgłębiej od powierzchni terenu /26 m/ pierwszy poziom wodonośny występuje w Chobrzeżanach, Bystrojowicach, Kolonii Loniów oraz w Wygnanowie. W dolinach rzecznych głębokość do pierwszego zwierciadła wody z reguły nie przekracza 2,5 m, na obszarach wysoczyzn przeciętnie wynosi 10-14 m.

Na arkuszu Tarnobrzeg stwierdzono występowanie pierwszego poziomu wodonośnego w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych oraz niewielkie obszary praktycznie pozbawione wód /tabl. V/.

Obszary występowania pierwszego poziomu wód w utworach czwartorzędowych. Czwartorzędowy poziom wodonośny występuje prawie na całym obszarze arkusza, z niewielkimi wyjątkami i stanowi główne źródło zasilania płytkich studni gospodarskich, a w dolinie Wisły stanowi główny poziom ujmowany studniami wierconymi. W dolinie Wisły poziom czwartorzędowy występuje w piaszczysto-żwirowych utworach, których średnie miąższości wynoszą 15 m, miejscami sięgają 25 m. Jest to poziom o zwierciadle swobodnym i dość znacznych wydajnościach, sięgających do $50 \text{ m}^3/\text{h}$ z pojedynczej studni. Współczynniki filtracji wynoszą od 0,000028 do 0,000781 m/s. Poziom ten jest drenowany bezpośrednio przez Wisłę, z tym że przy wysokich stanach wody na rzece następuje proces odwrotny i poziom jest zasilany przez rzekę. W dolinie Wisły dominują wody o średniej jakości na skutek podwyższonej zawartości głównie jonów Fe i Mn, rzadko spotyka się podwyższoną zawartość azotanów, twardość, suchą pozostałość. Liczne są zanieczyszczenia bakteriologiczne /miano coli powyżej 50/. Większość ujęć wodnych znajdujących się na arkuszu ujmuje wodę z tego poziomu. Są to studnie w Koćmierzowie, Szewcach, Skotnikach, Błoniach, Żurawicy, Baranowie. Należy tutaj dodać, że w środkowej części doliny Wisły w okolicach Błoń, Świężyc, Ciszycy i wschodniej części Koprzywnicy obniżyło się zwierciadło wody /zarejestrowano szereg suchych studni/, najprawdopodobniej na skutek dość intensywnej eksploatacji trzech studni w Błoniach. W dolinie Koprzywnianki miąższość warstwy wodonośnej wykształconej w postaci piasków i żwirów wynosi średnio 8 m. Największa wydajność uzyskana z tego poziomu wynosi $19 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji 3,9 m /ujęcie w Koprzywnicy/. Jakość wód w dolinie Koprzywnianki jest bardzo różna. Dość często spotyka się wody o złej jakości /podwyższona zawartość Fe, Mn, miano coli/, ale występują też wody dobre i bardzo dobre. Na wysoczyznach poziom czwartorzędowy występuje głównie w piaskach i żwirach zlodowacenia południo-

wopolskiego. Są to utwory o dużej wodoprzepuszczalności, lecz ze względu na niewielkie miąższości /2-4 m/ nie stanowią zbyt wydajnej warstwy wodonośnej. Na zboczach dolin wody występują w piaskach zlodowacenia środkowopolskiego, lecz utwory te też nie osiągnęły większych miąższości. Jakość wód na wysoczyznach zmienia się od dobrej do złej /Fe, Mn/, ogólnie przeważa jakość średnia. Rzadko spotyka się zanieczyszczenia bakteriologiczne.

Obszary występowania pierwszego poziomu wód w utworach trzeciorzędowych. Trzeciorzędowy poziom wodonośny we wschodniej części arkusza występuje w płatach piasków /niekiedy piasków ze zwiarami/ sarmatu, leżących bezpośrednio na łałach krakowieckich. Z poziomu tego czerpią wodę niektóre studnie gospodarskie Tarnobrzegu. Głębokość do wody wynosi od 2 do kilkunastu metrów. Ze względu na niewielkie miąższości, wodonośność tego poziomu jest niewielka. W zachodniej części arkusza pierwszy poziom wodonośny pojawia się miejscami w utworach badenu /piaski baranowskie, wapienie litotamniowe i wapienie pogipsowe/. Poziom ten reprezentuje otwór studzienny w Łoniewie o wydajności $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji 6 m. W Łoniewie, Wygnanowie i Beszycach Dolnych czerpią z tego poziomu wodę studnie kopane. W kopalni "Machów" i "Piaseczno" po zdjęciu utworów czwartorzędowych poziom trzeciorzędowy odsłonięty eksploatacją stał się tutaj pierwszym poziomem wodonośnym. Woda tego poziomu jest silnie zmineralizowana. W Piasecznie mineralizacja dochodzi do $5\ 000 \text{ mg}/\text{dm}^3$, a zawartość siarkowodoru do $500 \text{ mg}/\text{dm}^3$. W Machowie średnia wartość mineralizacji wynosi $16\ 025 \text{ mg}/\text{dm}^3$, zawartość siarkowodoru $234 \text{ mg}/\text{dm}^3$, siarczanów $1\ 290 \text{ mg}/\text{dm}^3$, chlorków $8\ 230 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

Obszary praktycznie bezwodne. Występują one /tabl. V/ tam, gdzie na powierzchnię wychodzą łały krakowieckie oraz większe obszary glin zwałowych leżących bezpośrednio na nieprzepuszczalnych utworach kambru. Na obszarach tych sporadycznie może występować woda w niewielkich soczewkach piasków lub mułków.

Obszary obniżonego zwierciadła wód podziemnych pod wpływem wyrobisk górniczych. Na obszarze omawianego arkusza występują trzy takie obszary: związane z kopalnią w Piasecznie, z kopalnią w Machowie oraz z piaskownią w Świnarach.

W pobliżu Piaseczna pierwotne zwierciadło poziomu czwartorzędowego występowało na rzędnej 147 m n.p.m. Na skutek odpompowywania wody z kopalni wytworzył się rozległy lej depresyjny. Jeszcze w dniu 30 IV 1983 r pomimo dawno zakończonej eksploatacji siarki, woda z kopalni była w dalszym ciągu wypompowywana. Zaznaczony na tablicy V zasięg leja depresyjnego wyznaczony został w terenie w oparciu o obserwacje i pomiary zwierciadła wody w studniach gospodarskich.

W pobliżu Machowa zasięg leja depresyjnego dotyczy poziomu czwartorzędowego. Wyznaczony został na podstawie obserwacji zwierciadła wody w piezometrach oraz studniach gospodarskich. Od strony Wisły lej sięga do ekranu ilowo-cementowego izolującego dopływ wody z Wisły. W rejonie tym poziom czwartorzędowy jest odizolowany od poziomu trzeciorzędowego. Zasięg leja trzeciorzędowego jest znacznie większy od czwartorzędowego. Ilość odprowadzanych wód czwartorzędowych z kopalni wynosi 202 600 m³/miesiąc, a trzeciorzędowych 1 000 000 m³/miesiąc /dane za miesiąc czerwiec 1983 rok/.

W piaskowni w Świniarach na skutek odpompowywania wody, zanikła woda w studni wierconej na terenie piaskowni oraz w kilku studniach gospodarskich w jej sąsiedztwie.

Na arkuszu Tarnobrzeg /tabl. V/ występują również hałdy /h/ kopalniane i osadniki /o/. W obszarach tych nie interpretowano warunków hydrogeologicznych.

Kierunki odpływu wód podziemnych wyznaczono na podstawie hydroizohips. Jak wynika z przedstawionego obrazu wszystkie większe rzeki na arkuszu są rzekami drenującymi.

Źródła. Na obszarze omawianego arkusza zarejestrowano i pomierzono 23 źródła. Wszystkie źródła występują w północno-zachodniej części arkusza na obszarze wysoczyzny z wyjątkiem jednego źródła w Olszynch, które leży w dolinie Wisły. Z reguły są to źródła zboczowe, położone w dolinach: Koprzywianki, Gorzyczanki i ich dopływów. Źródła w Beszycach Górnych i Żurawicy reprezentują typ źródeł szczelinowych. Wypływają one z wapieni badenu. Źródło w Beszycach Dolnych wypływa z piasków baranowskich. Źródła trzeciorzędowe cechują się stałymi wydajnościami. Pozostałe źródła są źródłami czwartorzędowymi, głównie typu warstwowo-kontaktowego. Warstwą wodonośną źródeł czwartorzędowych są najczęściej piaski ze żwirami zlodowacenia południowopolskiego lub piaski zlodowacenia środkowopolskiego. Warstwą nieprzepuszczalną dla źródeł kon-

taktowych są gliny zwałowe bądź ily krakowieckie lub utwory kamb-ru. Źródła czwartorzędowe cechuje zmienna wydajność, uzależniona często od opadów. Z reguły posiadają niewielkie wydajności /do $1 \text{ m}^3/\text{h}/$. Do źródeł o większych wydajnościach należy źródło w Trzykosach $/2,9 \text{ m}^3/\text{h}/$, Polanowie $/2,8 \text{ m}^3/\text{h}/$, Gnieszowicach $/3,5 \text{ m}^3/\text{h}/$ oraz trzy źródła w Gorzyczanach $/3,6, 3,5, 5,6 \text{ m}^3/\text{h}/$. Niektóre źródła są obudowane i ujmowane przez miejscową ludność. Są to źródła: w Beszycach Dolnych, w Nasławicach, w Gorzyczanach, w Wie-logórze, w Śmiechowicach oraz w Samborcu.

VI. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich korzystnych dla budownictwa. Obszary gruntów spoiстых, zwartych, półzwartych i twardo-plastycznych oraz gruntów sypkich średniozagęszczonych, na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m. Zaliczono tu piaski drobno- i średnioziarniste, piaski ze żwirami, gliny zwałowe czwartorzędowe, oraz mioceneskie piaski ze żwirami i częściowo ily krakowieckie. Wymienione grunty występują na wysoczyznach w zachodniej i we wschodniej części arkusza.

Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo związane są na arkuszu Tarnobrzeg przede wszystkim z niekorzystnymi stosunkami wodnymi /znaczna centralna część arkusza to dolina Wisły/ jak również z terenami lessowymi, gdzie występują pewne problemy geologiczno-inżynierskie /tabl. VI/.

Obszary występowania lessów. Lessy pomimo, że są gruntami twardoplastycznymi stanowią niezbyt korzystne podłoże budowlane. Są to grunty pylaste o wysokiej porowatości 35-50%. Współczynnik makroporowatości i_m - w wielu próbkach ma wartości wyższe od 0,002, wobec czego należy je uznać za grunty makroporowate o strukturze nietrwałej, skłonne do osiadań zapadawych. Ponadto stwierdza się przejawy procesów sufozyjnych.

Obszary gruntów słabonosisnych /grunty organiczne, grunty spoi- te plastyczne, miękkoplastyczne i grunty sypkie luźne/. Występują one głównie w centralnej i południowej części arkusza w dolinie Wisły /tabl. VI/.

Są to mułki, mułki ilaste często z detrytusem organicznym i gliny miękkoplastyczne. Zwierciadło wody gruntowej występuje tu zazwyczaj bardzo płytko, na głębokości do 2 m.

Obszary płytkiego występowania wód gruntowych /0-2 m/. Znajdują się one przede wszystkim w dolinie Wisły, a także rzadziej na wysoczyznach. Zajmują one większość terenów arkusza. Na znacznej powierzchni lewej części doliny Wisły, gdzie zwierciadło wody gruntowej znajdowało się na głębokości 0-2 m wykształcił się obecnie lej depresyjny. Lej powstał wokół kopalni odkrywkowej "Piaseczno" wskutek jej odwadniania i spowodował obniżenie zwierciadła wody gruntowej. Należy przypuszczać, że w związku z zaniechaniem eksploatacji w kopalni "Piaseczno" ustanie osuszanie odkrywki. Lej stopniowo ulegnie likwidacji. Poziom zwierciadła wód gruntowych będzie się podnosił dążąc do stanu poprzedzającego moment rozpoczęcia eksploatacji złoża siarki. Wokół kopalni "Machów" istnieje również lej depresyjny obejmujący swym zasięgiem dużo mniejszy obszar.

Obszary występowania wód agresywnych. Występowanie ich stwierdzono w okolicach Tarnobrzega, Machowa, a także Baranowa Sandomierskiego /tabl. VI/. Są to przeważnie wody o słabej agresywności w stosunku do betonów. W północno-zachodniej części miasta Tarnobrzeg wody jako środowisko dla betonów wykazują silny stopień agresywności. Przyczyną tego jest znaczna zawartość jonu siarczanowego.

Obszary zalewane w czasie powodzi. Występowanie ich ogranicza się w zasadzie do dolin rzek w obrębie wałów przeciwpowodziowych.

Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych. Występują one w obrębie lessów, głównie w stromych zboczach dolin głęboko wciętych w podłoże /tabl. VI/.

Obszary predysponowane do występowania zjawisk sufozyjnych. Na terenach występowania lessów w okolicach Jachimowic stwierdzono zapadliska sufozyjne. Fakt ten, a także charakter urzeźbienia pokrywy lessowej skłoniły do wydzielenia obszarów predysponowanych do rozwoju zjawisk sufozyjnych.

Obszary o spadkach powyżej 12%. Występują one w północno-zachodniej i zachodniej części arkusza /tabl. VI/. Związane są głównie z charakterystyczną dla lessów

rzeźbą. Wydzielono je również na południe od terenów lessowych, na zboczach wysoczyzny schodzących ku dolinie Wisły.

Zjawiska geodynamiczne. Występujące na obszarze arkusza Tarnobrzeg zjawiska geodynamiczne mają zróżnicowaną genezę.

Z a p a d l i s k a s u f o z y j n e występują na obszarze lessów.

O b r y w y i o s u w i s k a . Występowanie ich /tabl.VI/ stwierdzono na obszarach lessowych, związane są ze zboczami dość głębokich dolinek, często o charakterze wąwozów. Na uwagę zasługuje znacznych rozmiarów osuwisko powiązane z obrywem w pobliżu Samborca.

K r a w ę d z i e i s k a r p y . Występujące na obszarze omawianego arkusza krawędzie i skarpy są typu erozyjnego. Występują z reguły na granicy wysoczyzn z dolinami Wisły, Koprzywianki i Gorzyczanki. Spotykane są również na wysoczyźnie w obrębie samych lessów.

Zjawiska hydrogeologiczne. Z r ó d ł a i w y s i ę k i . Wszystkie źródła stwierdzone na arkuszu Tarnobrzeg znajdują się w północno-zachodniej i zachodniej jego części na wysoczyźnie. Większość z nich lokalizuje się na terenach występowania lessów. Źródła te powstają w miejscach, gdzie dolinki lub krawędzie rozcinają pokrywę lessową o znacznej miąższości, sięgając do zwierciadła wód gruntowych. Często ze źródłami współwystępują wysięki.

O b s z a r y o b n i ż o n e g o z w i e r c i a d ł a w ó d p o d z i e m n y c h p o d w p ł y w e m w y r o b i s k g ó r n i c z y c h . Na tablicy VI naniesiono większe wyrobiska związane z eksploatacją kopalin /siarki i piasków/. Wyrobiska te naruszają naturalną równowagę gruntów.

x

x x

K o p a l n i e o d k r y w k o w e , s z k o d y g ó r n i c z e , h a ł d y /h/ i o s a d n i k i /o/. Szkody górnicze związane są z eksploatacją siarki. Na obszarze arkusza występują dwie duże odkrywkowe kopalnie siarki - nieczynna już kopalnia "Piaseczno" na lewym brzegu Wisły i znajdująca się po drugiej południowo-wschodniej stronie Wisły czynna kopalnia "Ma-chów". W pobliżu odkrywek tych kopalni znajdują się hałdy /zwało-

wany nadkład i odpady poeksploatacyjne/. Na terenie kopalni "Machów" wykonano ponadto 6 osadników - sztucznych zbiorników ograniczonych wałami, które gromadzą drobniejsze frakcje odpadów z przeróbki siarki. W związku z zewnętrznym zwałowiskiem kopalni "Machów" występuje szereg współczesnych zjawisk geodynamicznych powodujących szkody górnicze. Zjawiska te mają miejsce głównie na północnym i zachodnim obrzeżeniu zwałowiska, a szczególnie w okolicach Suchorzowa. Szkody górnicze powstały wskutek wyporu podłoża tegoż zwałowiska. Wypór nastąpił w wyniku zwałowania olbrzymich mas gruntu na podłożu o niewielkiej nośności. Podłożem w tym przypadku są piaszczysto-ilaste utwory zalegające na ilasto-pyłastej zwietrzelinie ilów krakowieckich. Cała seria tych osadów jest najczęściej zawodniona /S. Mularz, 1975; S. Mularz, S. Rybicki, 1983/. Zewnętrznym przejawem postępującego procesu wyporu jest tworzenie się wokół zwału strefy deformacji. Strefa ta ma postać kilkunastumetrowych wypiętrzeń, zajmujących obszar o szerokości do kilkuset metrów licząc od podstawy zwałów. Deformacje podłoża polegają na przemieszczaniu się mas gruntu co stanowi zagrożenie dla wszystkich obiektów znajdujących się w otoczeniu zwałowiska. Powstają szkody w budynkach gospodarstw sąsiadujących z obszarem zwałowania, naruszanie sieci dróg itp. Procesy deformacji zachodzące w rejonie zwałów kopalni "Machów" są rzadko spotykane w takiej skali w górnictwie odkrywkowym.

W a ł y p r z e c i w p o w o d z i o w e . Ciągłą się one wzdłuż koryta Wisły oraz w dolnym biegu jej dopływów Koprzywianki i Babulówki. Wały te zabezpieczają rozległą dolinę Wisły przed wysokimi stanami wód podczas powodzi.

Na tablicy VI zaznaczono również p i a s k o w n i ę koło Swiniar Starych oraz g l i n i a n k ę koło Lipki.

VII. PODSUMOWANIE

Czteroletnie badania terenowe i laboratoryjne wsparte analizą profili z otworów wiertniczych, materiałów archiwalnych i publikacji przyniosły w efekcie opracowanie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000 arkusz Tarnobrzeg. Pozwoliły one na przeszerzenie, kartograficzne pokazanie utworów występujących na obszarze arkusza, sposobu ich zalegania i wykształcenia litologicznego. Określono ich wiek, często genezę, zinterpretowano rozwój. To właśnie wydaje się autorom największą zasługą i korzyścią związaną z opracowaniem arkusza Tarnobrzeg.

Dążąc do wskazanego powyżej celu, rozwiązywano także wiele pomniejszych problemów i zagadnień poszerzających wiedzę o budowie geologicznej arkusza. W dziedzinie litostratygrafii uzyskano znacznie dokładniejsze profile skał kambryjskich, rozdzielono je /w tym zwłaszcza poziom holmiowy/ na serie charakteryzowane także własnościami geofizycznymi. To z kolei umożliwiło konstrukcję szkicu odkrytego /tabl. III/ i interpretację tektoniczną w obrębie antyklinorium klimontowskiego. W sumie w zakresie znajomości litologii, litostratygrafii i tektoniki skał kambryjskich zanotowano znaczny postęp.

W przypadku utworów miocenkich sytuacja na badanym obszarze jest odwrotna niż w odniesieniu do skał kambru. Ilość rozproszonej w literaturze oraz w różnych dokumentacjach faktów, jest olbrzymia, brak natomiast ich ujęcia w jeden zwarty w miarę aktualny system. Zarys takiego systemu z wykorzystaniem najnowszych profili usiłowano stworzyć, zdając sobie w pełni sprawę z tego, że pełna współczesna synteza tego piętra daleka jest jeszcze od ostatecznego opracowania.

Największy postęp zanotowano w kartografii utworów czwartorzędowych, gdzie niektóre obszary skartowano w terenie w skali 1:10 000 i następnie zgeneralizowano. Udokumentowano odcinek kopalnej doliny z okresu interglacjału mazowieckiego /wielkiego/, zint. etowano rozwój osadów w obrębie Garbu Tarnobrzeskiego. Obok dotychczas znanych punktów dołączono nowy profil z glebami kopalnymi w lessach oraz w wydmach. Skały żwirowe opracowano przy wykorzystaniu badań litologiczno-petrograficznych uzyskując dla nich pełniejszą ilościową charakterystykę.

W dziedzinie badań surowcowych zdyskwalifikowano ostatecznie utwory warstw bazowych jako surowca skalnego. Potwierdzono natomiast wysoką jakość piaskowców kambru środkowego w tym względzie. Wyróżniono znaczne obszary występowania surowców pospolitych takich jak piaski i żwiry.

Bezsporne sukcesy mają do zanotowania autorki szkicu hydrogeologicznego /tabl. V/, który w sposób bardzo pełny w oparciu o dużą bazę danych wyjściowych ujmuje /regionalnie/ zagadnienia hydrogeologiczne arkusza. Trzeba przy tym dodać, że są to zagadnienia trudne, związane z odwodnieniem znacznej części obszaru przez kopalnictwo siarkowe.

Z piętyzmem potraktowano także zagadnienia geologiczno-inżynierskie /tabl. VI/, opisując warunki budowlane na obszarze arku-

szą, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń wynikających z budowy geologicznej.

Wspomniane osiągnięcia i dokonania nie mogą przesłaniać znacznych braków stref i osadów o których niewiele jeszcze wiadomo. Dotyczy to w szczególności obszaru Wyżyny Sandomierskiej, gdzie ilość otworów wiertniczych jest znikoma, a te które są, wiercone były często metodą udarową w celach poszukiwań wody. Zarówno zalegające na tym obszarze skały kambryjskie jak i brzeżne utwory miocenske poznane są jeszcze w stopniu niewystarczającym i to pod każdym względem od litologii, stratygrafii poczynając, a na surowcach i hydrogeologii kończąc. Niekiedy podobne uwagi można formułować w odniesieniu do skał czwartorzędowych z obszaru Garbu Tarnobrzeskiego i południowo-wschodniej części arkusza. Mimo dużej ilości profili wiertniczych stopień pozyskania w nich skał czwartorzędowych jest niski, a jakość litologicznego opisu często uniemożliwia interpretację. Najczęściej nie można nawet precyzyjnie ustalić spągu utworów czwartorzędowych - gdy zalegają one na drobnoziarnistych piaskach preplejstoczeńskich.

W ten sposób dziś dostrzeżone braki sygnalizują potrzeby i kierunki dalszych badań, do których, jak jest nadzieją autorów, podstawę stanowić będzie niniejsze opracowanie.

Kielce, 1984 r.

Oddział Świętokrzyski
Imienia J. Czarnockiego
Instytutu Geologicznego

L I T E R A T U R A

- A d a m i a k o w s k i L., 1954 - Dokumentacja złoża surowca ilastego i piasków schudzających w nadkładzie cegielni "Chmielów II". Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- A d a m i a k o w s k i L., 1957 - Dokumentacja geologiczna złoża ilów krakowieckich "Chmielów I" i złoża czwartorzędowych piasków schudzających dla cegielni "Chmielów". Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- B a b i a r z M., 1965 - Problemy geologiczno-inżynierskie związane z naruszeniem calizny nadkładu złoża siarki w rejonie Tarnobrzega. W: Przew. Zjazdu XXXVIII Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.

- B e n k o M., 1954 - Dokumentacja geologiczna złoża piasków szklarskich kopalni "Swiniary". Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- B i e l e c k a M., 1968 - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Sandomierz. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- B ł a s z a k M., 1957 - Opracowanie geologiczne występowania piasków kwarcowych w Swiniarach koło Sandomierza. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- B o k a n T., P r ę d o t a Z., 1968 - Opinia geologiczna o możliwości wykorzystania surowca ilastego do produkcji cegły pełnej w Roprzywnicy. Arch. U. Woj. Tarnobrzeg.
- B u g a j s k a - P a j ą k A., 1974 - Charakterystyka geologiczno-surowcowa utworów węglanowo-detrytycznych miocenu z południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich ze szczególnym uwzględnieniem rejonu Smerdyny i Karolinowa. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- B u r a c z y ń s k i J., W o j t a n o w i c z J., 1967-68 - Zagadnienia geomorfologiczne północnej części Kotliny Sandomierskiej w widłach Wisły i Sanu. Folia Soc. Sc. Lub. Sect. D., v.7-8. Lublin.
- C y w i c k a K., 1982 - Sprawozdanie geologiczne z badań zwiadowczych za kruszywem naturalnym w obrębie czasz projektowanych zbiorników wodnych w rejonie tarnobrzeskim. Arch. Zakł. Badań Geol. Kielce.
- C z a p o w s k i G., 1976 - Several kinds of Carbonate cementation in Miocene Sediments in the vicinity of Sandomierz /Holy Cross Mts., Central Poland/. Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. Terre., v.24, nr 2. Warszawa.
- C z a r n o c k i J., 1935 - O ważniejszych zagadnieniach stratygrafii i paleogeografii polskiego tortonu. Spraw. Państw. Inst. Geol. T.8, z.2. Warszawa.
- C z a r n o c k i J., K o w a l e w s k i K., 1931 - Sprawozdanie z badań wykonanych na obszarze trzeciorzędowym między Wisłą, Wisłoką i Sanem oraz uwagi ogólne o stosunkach facjalnych tortonu górnego w Polsce. Posiedz. nauk. Państw. Inst. Geol., nr 29. Warszawa.
- D o w g i a ł ł o W. D., 1974a - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Opatów. Inst. Geol. Warszawa.

- D o w g i a ł ł o W. D., 1974b - Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, 1:50 000, arkusz Opatów. Inst. Geol. Warszawa.
- D y l i k J., D y l i k o w a A., 1960 - Sprawozdanie z wycieczek w dniach 19-30 września 1958 r. Biul. peryglac. nr 8. Łódź.
- F a l k o w s k i E., 1965 - Holocénska historia i prognoza rozwoju Wisły środkowej na odcinku od Zawichostu do Solca. Mat. Symp. w Kazimierzu Dln. "Geolaw". SiT Górnictwa. Zarząd Główny Katowice.
- F a l k o w s k i E., 1967 - Ewolucja holocénskiej Wisły na odcinku Zawichost-Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju. Biul. Inst. Geol. nr 198. Warszawa.
- F a l k o w s k i E., 1970 - Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych. Biul. Geol. T.12. Warszawa.
- F a l k o w s k i E., 1972 - Regularities in developpment of lowland riwers and changes in river bottoms in the Holocene. Excursion Guide-Book. Symp. of INQUA Commission Stud. of the Holocene. Poland.
- G a t k o w s k i Z., M a s t e r n a k Z., 1978 - Opracowanie fizjograficzne wstępne woj. tarnobrzeszkiego. Geoprojekt. Kielce.
- G i l e w s k a S., 1972 - Wyżyny Śląsko-Małopolskie. W: Geomorfologia Polski. T.1. PWN. Warszawa.
- G r a b o w s k a - O l s z e w s k a ., 1983 - Własności fizyczno-mechaniczne utworów lessowych w północnej i północno-wschodniej części świętokrzyskiej strefy lessowej na tle ich litologii i stratygrafii oraz warunków występowania. Biul. geol. UW T.3, Warszawa.
- J a h n A., 1956 - Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd. Pr. geogr. Inst. Geogr. PAN, nr 7. Inst. Geogr. PAN. Warszawa.
- J e r s a k J., 1969 - Stratigraphy of loesses in Poland on the basis of studies in the foreland of the Świętokrzyskie Mts. Biul. peryglac., nr 19. Łódź.
- J e r s a k J., 1973 - Litologia i stratygrafia lessu wyżyn południowej Polski. Acta geogr. Lodziensis nr 32. Łódź.
- J u r k i e w i c z H., W o i ń s k i J., 1981a - Mapa Geologiczna Polski, 1:200 000, arkusz Mielec. Wyd. A. Inst. Geol. Warszawa.

- Jurkiewicz H., Woźniński J., 1981b - Mapa Geologiczna Polski, 1:200 000, arkusz Mielec. wyd. B. Inst. Geol. Warszawa.
- Kasprówicz M., 1980 - Program badań geologicznych dla ustalenia zasobów piasków kwarcowych nadających się do budowy nasypów drogowych. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- Kasprzyk A., 1982 - Badania geologiczno-poszukiwawcze złóż strontu w miocenie południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich rejon: Staszowa, Woli Wiśniowskiej, Żurawicy i Solca. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- Konecka - Betley K., Straszewska K., 1977 - Badania paleopedologiczne lessów okolic Sandomierza na tle ich stratygrafii. Stud. geol. pol., v.52. Warszawa.
- Kopczyńska K., Straszewska K., 1961 - Odsłonięcie w Szewcach. INQUA Guide book of Excursion., FROM THE BALTIC TO THE TATRAS. Part. II. v.II. PWN. Łódź.
- Kowalczewski Z., 1973 - Studium tektoniczne synkliny bardziańskiej i antykliny dymińskiej w Górach Świętokrzyskich. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- Kowalczewski Z., 1979 - Osady preholmiowe na południowych peryferiach Gór Świętokrzyskich i w podłożu niecki miechowskiej. Kwart. geol. T.23, nr 4. Warszawa.
- Kowalewski K., 1918 - Trzeciorząd w dolinie Opatówki i Koprzywianki. Spraw. z Posiedz. Tow. Nauk. Wydz. III, t.11, z.6. Warszawa.
- Kowalewski K., 1929 - Stratygrafia ilów krakowieckich w Swinlarach w stosunku do pozostałych obszarów miocenu południowego zbocza Gór Świętokrzyskich oraz ich analogie z utworami solonośnymi Wieliczki. Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol. nr 24. Warszawa.
- Kowalewski K., 1930 - Sprawozdanie z badań geologicznych w południowo-wschodniej części arkusza Staszów. Posiedz. nauk. Państw. Inst. Geol. nr 27. Warszawa.
- Kowalewski K., 1950 - O miocenie okolic Rybnicy pod Klimontowem. Acta geol. pol. vol., 1. z.1. Warszawa.
- Kowalewski K., 1957 - Trzeciorząd na północnym obszarze Niziny Sandomierskiej. Biul. Inst. Geol. nr 119. Warszawa.
- Kowalewski K., 1958 - Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Kwart. geol. T.2, nr 1. Warszawa.

- K o w a l i k J., P i s k o r z S., 1980 - Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża siarki rodzimej "Baranów Sandomierski-Skopanie". Arch. Zakł. Bad. Geol. Kielce.
- K o w a l s k i R. W., 1983 - Stratigraphy of the Upper Precambrian and lowest Cambrian striata in southern Poland. Acta Geol. Pol. v.33, nr 1-4. Warszawa.
- K o z y d r a Z., 1965 - Ogólna charakterystyka surowcowa ilów krakowieckich w okolicach Tarnobrzega. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- K o z y d r a Z., W y r w i c k i A., 1978 - Osady ilaste miocenu morskiego jako surowiec ceramiczny. Biul. Inst. Geol. nr 309. Warszawa.
- K r a j e w s k i R., 1962 - O budowie i powstaniu złoża siarki w Piasecznie. Wszechświat z.4. Warszawa.
- K r a u s s A., M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., S z c z e p a n e k K., 1965 - Wstępne wyniki badań nad wiekiem osadów Wisły pod Tarnobrzegiem. Prz. geol. R.13, nr 6. Warszawa.
- K u b i c a B., 1965 - Kopalnia siarki w Piasecznie. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- K u c h c i Ń s k i J., 1955 - Dokumentacja geologiczna złoża ilów krakowieckich "Tarnobrzeg". Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- K u t e k J., G ł a z e k J., 1972 - The Holly Cross area. Central Poland in the Alpine cycle. Acta geol. pol., v.22, nr 4. Warszawa.
- L a s k o w s k a - W y s o c z a Ń s k a W., 1971 - Stratygrafia czwartorzędu i paleogeomorfologia Niziny Sandomierskiej i Przedgórzia Karpat rejonu rzeszowskiego. Stud. geol. pol. v.34. Warszawa.
- L e n d z i o n K., M o c z y d ł o w s k a M., Z a k o w a H., 1982 - A New Look at the Bazów Cambrian sequence /Southern Holy Cross Mts/ Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Terre. v.30, nr 1-2. Warszawa.
- L o m n i c k i M., 1903 - Atlas geologiczny Galicji. Objasnienia do zeszytu 15: arkusze Rozwadów, Tarnobrzeg, Mielec, Tarnów, Szczucin, Ujście Solne - Spraw. Kom. Fizjogr. PAU. Kraków.

- Ł u c z k o w s k a E., 1964 - Stratygrafia mikropaleontologiczna miocenu w rejonie Tarnobrzeg-Chmielnik. Kom. Nauk Geol. PAN, nr 20. Kraków.
- M i c h n i a k R., 1969 - Petrografia górnego prekambriu i kambriu wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Stud. geol. pol., v.30. Warszawa.
- M i c h n i a k R., O r ł o w s k i S., 1963 - Uwagi o tablicy stratygraficznej prekambriu i kambriu w Górach Świętokrzyskich. Prz. geol. R.11, nr 11. Warszawa.
- M i g a s z e w s k i Z., S i u d a T., B u g a j s k a J., 1984 - Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych z arkusza Tarnobrzeg. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- M u l a r z S., 1975 - Proces naporu podłoża na zwałowisku kopalni "Machów" na tle pomiarów geodezyjnych. Zesz. nauk. AGH., nr 225. Kraków.
- M u l a r z S., R y b i c k i S., 1983 - Geologiczno-inżynierskie problemy szkód górniczych w rejonie zewnętrznego zwałowiska odkrywkowej kopalni w Machowie. Ochrona Terenów Górniczych, Nr 66. Katowice.
- M y c i e l s k a E., 1960 - Formy krasowe na północ od Osieka Sandomierskiego. Prz. geogr., t.32, z.4. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1963 - Pomiarzy stopnia obtoczenia ziarn piasku i zastosowanie ich do badań geomorfologicznych. Prz. geogr., t.35, z.1. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1965 a - Rozwój geomorfologiczny południowo-wschodniej części Wyżyny Sandomierskiej w górnym miocenie i pliocenie. Prz. geogr. T.37, z.4. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1965 b - Zarys stratygrafii osadów doliny Wisły w nawiązaniu do budowy geologicznej południowej krawędzi Wyżyny Sandomierskiej. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1966 - Zarys rozwoju rzeźby w plejstocenie południowej części Wyżyny Sandomierskiej. Kwart. geol., t.10, z.1. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1967 - Formy szczelinowe i inwolucyjne w piaskach i żwirach doliny Wisły koło Tarnobrzega. Biul. peryglac. Nr 16. Warszawa.

- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1969 - Próba rekonstrukcji warunków paleohydrodynamicznych rzeki na podstawie badań sedymentologicznych w dolinie Wisły pod Tarnobrzegiem. Prz. geogr., t.41, z.3. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1972 - Rozwój doliny środkowej Wisły w holocenie w świetle badań z okolic Tarnobrzega. Prz. geogr., t.44, z.1. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., 1978 - Rozwój rzeźby fluwialnej w północnej części Kotliny Sandomierskiej w świetle badań sedymentologicznych. Rozpr. UW., nr 120. Warszawa.
- M y c i e l s k a - D o w g i a ł ł o E., K r z y w o b ł o - c k a - L a u r o w R., 1975 - Piaśki rzeczne i wydmy międzyrzecza Wisły i Łęgu /kotliną Sandomierską/ w świetle analizy urzeźbienia powierzchni ziarn kwarcowych w mikroskopie elektronowym. Prz. geogr. T.47, z.3. Warszawa.
- N i e ć M., 1970 - Morfologia stropu złóż siarki i jej wpływ na mikrotektonikę skał nadkładu. Roczn. Pol. Tow. Geol. T.40, z.2. Kraków.
- O d r z y w o ł s k a - B i e n k o w a E., 1965 - Stratygrafia mikropaleontologiczna wierzeń z rejonu Tarnobrzegu. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- O r ł o w s k i S., 1975 - Jednostki litostratygraficzne kambru i górnego prekambriu Gór Świętokrzyskich. Cambrian and Upper Precambrian Lithostratigraphic Units in the Holy Cross Mts. Acta geol. pol. v.25, nr 3. Warszawa.
- O s m ó ł s k i T., 1972 - Studium porównawcze i analiza materiałów geologicznych zebranych w toku badań złoża siarki Piaśeczno w różnych stadiach rozpoznania i dokumentowania. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- P a w ł u s K., S a w i c k i J. A., K o w a ł s k i J., 1969 - Dokumentacja hydrogeologiczna poziomów wód czwartorzędowych międzyrzecza Wisły i Łęgu w rejonie Sandomierz - Tarnobrzeg - Baranów Sandomierski - Krawce - Grębów - Gorzyce - - pn Kraków. Arch. Przeds. Hydrogeol. Kraków.
- P a w ł o w s k a A., 1983 - Dokumentacja badań geoelektrycznych dla opracowania Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Tarnobrzeg. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- P a w ł o w s k a K., 1965 - Syntetyczny opis litostratygraficzny osadów miocenu na obszarze między Chmielnikiem i Tarnobrzegiem. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.

- P a w ł o w s k a K., 1981 - Geologia polskich złóż siarki. Historia odkryć i eksploatacji siarki w Polsce /materiały na Sympozjum/ Kielce - Tarnobrzeg.
- P a w ł o w s k i S., 1955 - O pracach nad rozpoznaniem bazy surowcowej w Górach Świętokrzyskich. Prz. geol. z.7. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., 1957 - Mapa Geologiczna okolic Tarnobrzega. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., 1958 a - Siarka rodzima. Chemia w szkole. Rok IV, z.2. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., 1958 b - Mapa Geologiczna okolic Tarnobrzega 1:50 000. Inst. Geol. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., 1961 - O polskiej siarce i jej znaczeniu. Prz. geol. nr 1. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., 1965 - Zarys budowy geologicznej okolic Chmielnika - Tarnobrzega. W: XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- P a w ł o w s k i S., P a w ł o w s k a K., K u b i c a B., 1965 - Kopalnia siarki w Piasecznie. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- P i ą t k o w s k i T., 1973 - Uwagi o genezie osadów piaszczysto-ilastych wypełniających zagłębienia w stropie ilów sarmatu i osadów badenu okolic Tarnobrzega. Kwart. geol., t.18, nr 4. Warszawa.
- P i s k o r z S., 1976 - Dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża siarki rodzimej "Osiek-Baranów Sandomierski". Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- P i s k o r z S., 1977 - Program badań dla sporządzania karty rejestracyjnej złoża kruszywa naturalnego "Piaseczno-Krzcin". Arch. Zakł. Badań Geol. Kielce.
- P i s k o r z S., 1982 - Dokumentacja geologiczna w kat. B+C₁+C₂ złoża siarki rodzimej "Machów". Arch. Zakł. Badań Geol. Kielce.
- P o r ę b a E., 1962 - Dokumentacja geologiczna złoża piasków szklarskich "Świniary II". Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- P r a c a z b i o r o w a , 1981 - Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w zachodniej części województwa tarnobrzegskiego. Arch. Przedś. Geol. Kielce.
- P r ę d o t a Z., 1969 a - Opinia geologiczna o możliwości wykorzystania surowca ilastego w Chobrzeżanach. Arch. Oddz. Geol.

- Prędoła Z., 1969 a - Opinia geologiczna o możliwości wykorzystania surowca ilastego w Chobrzeżanach. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- Prędoła Z., 1969 b - Opinia geologiczna o możliwości wykorzystania surowca ilastego w miejscowości Niedźwice. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- Radańsk A., 1973 - Transgresja dolnego tortonu na południowo-wschodnich i wschodnich stokach Gór Świętokrzyskich. Acta geol. pol., v.23, nr 2. Warszawa.
- Rogański J., 1955-1958 - Zdjęcie geologiczne okolic Tarnobrzegu. Odcinki map roboczych w skali 1:25 000. Materiały niepublikowane. Arch. Inst. Geol. Kielce.
- Romanek A., 1977 - Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Klimontów. Inst. Geol. Warszawa.
- Różycki S. Z., 1972 - Plejstocen Polski środkowej. PWN. Warszawa.
- Rupieć W., 1965 - Warunki hydrogeologiczne i odwodnienie kopalni siarki "Piaseczno". W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- Rutkowski J., 1969 - Uwagi o sedymentacji detrytycznych osadów sarmatu na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Kwart. geol., nr 1. Warszawa
- Rutkowski J., 1976 - Detrytyczne osady sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN. Kraków.
- Samsónowicz J., 1918 - Materiały do geologii Gór Świętokrzyskich. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. T.11, z.5. Warszawa.
- Samsónowicz J., 1928-1931 - Rękopisy map 1:20 000 z obszaru arkusza Sandomierz 1:100 000. Centr. Arch. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
- Samsónowicz J., 1934 - Objaśnienia arkusza Opatów ogólnej mapy geologicznej Polski w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Samsónowicz J., 1959 a - On Strenuaeva from Lower Cambrian in Klimontów anticlinorium. Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. chim. v.7, nr 7. Warszawa.
- Samsónowicz J., 1959 b - On Strenuella and Germaropyge from the Lower Cambrian in the Klimontów anticlinorium. Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. chim. v.7, nr 7. Warszawa.

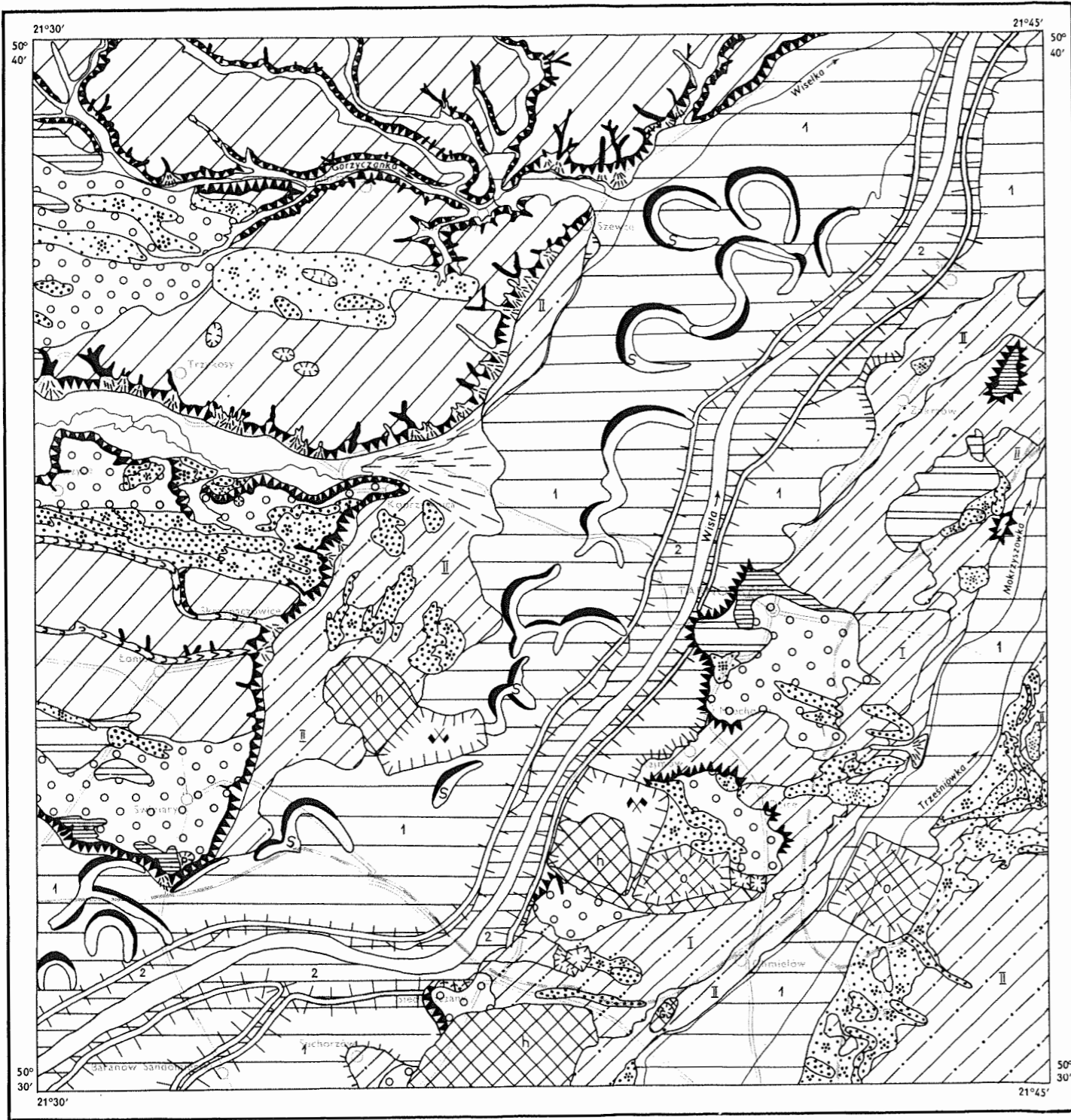
- S a m s o n o w i c z J., 1959 c - On the Holmia-fauna in the Cambrian of the anticlinorium of Klimontów. Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Ser. Sc. chim. V.7, nr 7. Warszawa.
- S a m s o n o w i c z J., 1960 - The Lower Cambrian of the Klimontów Anticlinorium. Rep. of. the Twendy-First Session Norden. Part. VIII. Inst. Geol. Congr. Copenhagen.
- S m u s z k i e w i c z A. M., S m u s z k i e w i c z K., 1965 - Charakterystyka hydrogeologiczna rejonu Machowa. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.
- S t r a s z e w s k a K., K o p c z y ń s k a K., 1961 a - Odślonięcie w Samborcu. INQUA Guide-book of Excursion from the Baltic to the Tatras. Part. I, v.II. PWN. Łódź.
- S t r a s z e w s k a K., K o p c z y ń s k a K., 1961 b - Odślonięcie w Żurawicy. INQUA Guide-book of Excursion from the Baltic to the Tatras. Part I, v.II. PWN. Łódź.
- S z u m a ń s k i A., 1972 - Dolina dolnego Sanu /w Kotlinie Sandomierskiej/. Zmiany rozwinięcia koryta dolnego Sanu w późnym plejstocenie i w holocenie. W: Paleogeograficzne zmiany den dolinnych dorzecza Wisły w holocenie. Cz.2. Niż Polski. Przewodnik wycieczek Sympozjum Komisji Badań Holocenu. INQUA. Polska. Wrzesień 1972. PAN. Warszawa.
- Ś m i e c h S., 1984 - Wpływ eksploatacji kopalni Machów na poziom wód czwartorzędowych w dzielnicy Tarnobrzeg-Miechocin. Arch. Przeds. Geol. Kielce.
- Ś w i e r k o s z M., 1972 - Dokumentacja geologiczna złoża piasków kwarcowych przydatnych dla przemysłu szklarskiego w Kat. C₁. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- Ś w i e r k o s z W., 1981 - Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża piasków szklarskich kopalni "Swiniały" w kat. B. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- T o k a r s k i Z., 1964 - Surowce ceramiki budowlanej. Pr. Kom. Nauk Techn. PAN. Ceramika 1. Warszawa.
- T o m c z y k H., 1964 - Nowe dane o stratygrafii i tektonice starszego paleozoiku w Polsce. Prz. geol., nr 6. Warszawa.
- T u r e k S., 1965 - Charakterystyka hydrochemiczna wód poziomu trzeciorzędowego w rejonie Tarnobrzega na tle obszaru środkowej części zapadliska przedkarpackiego. W: Przewodnik XXXVIII Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Tarnobrzegu. Wyd. Geol. Warszawa.

- W o r o n i e c k i J., 1961 - Wstępne orzeczenie geologiczne dotyczące możliwości uzdatnienia złoża kruszywa naturalnego jako surowca do produkcji żwiru i pospółki w skali przemysłowej w rejonie Tarnobrzega. Arch. Oddz. Geol. U. Woj. Tarnobrzeg.
- Ż a k C., 1968 - Góry Świętokrzyskie i przedgórze Karpat. W: Budowa Geologiczna Polski. T.1, cz.1. Prekambr i paleozoik. Inst. Geol. Warszawa.
- Ż a k o w a H., J a g i e l s k a L., 1970 - Najstarsze skamieniałości dolnego kambru Gór Świętokrzyskich. Kwart. geol. T.14, nr 1. Warszawa.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark Tarnobrzeg (888) 1:50 000

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



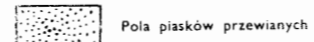
FORMY POCHODZENIA LODOWCOWEGO



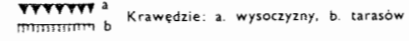
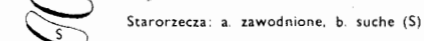
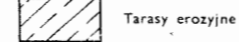
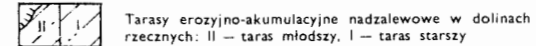
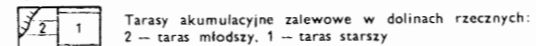
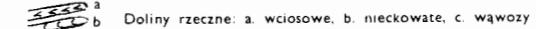
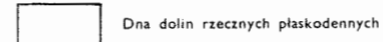
FORMY POCHODZENIA WODNOLODOWCOWEGO



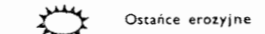
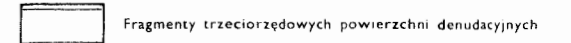
FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO



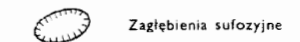
FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO



FORMY POCHODZENIA DENUACYJNEGO



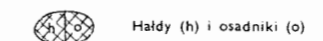
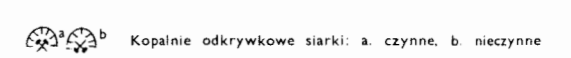
FORMY KRASOWE I SUFOZYJNE



FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ



FORMY ANTROPOGENICZNE



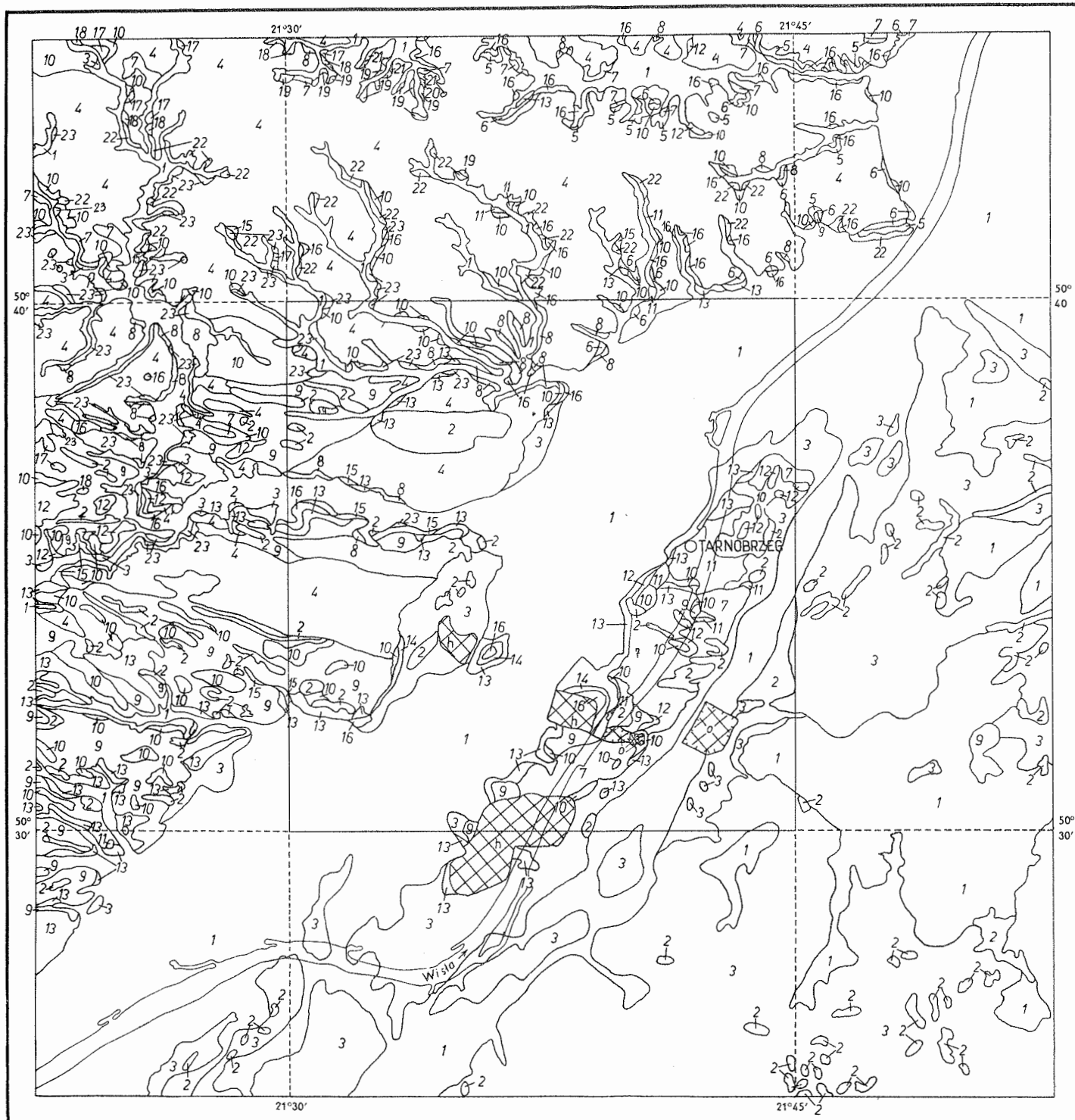
Opracował A. ROMANEK

Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE — 1987 r.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark. Tarnobrzeg (888) 1:50 000

PRZEGLĄDOWY SZKIC GEOLOGICZNY

Skala 1:200 000



Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE – 1987 r.

CZWARTORZĘD	HOLO-CEN	1	Mułki, piaski (mady) i namuly torfiaste	TRZECIORZĘD	12	Piaski, piaskowce i wapienie detrytyczne	MIOCEN			
		2	Piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach			13		Iły krakowieckie oraz margle, iły i wapienie pektenowe		
	PLEJSTOCEN	3	Mułki, piaski (mady) i żwiry rzeczne		ZŁODOWACENIE PÓŁNOCNOPOLSKIE			14	Gipsy, wapienie pogipsowe oraz wapienie i margle siarko- nośne	
		4	Lessy i lessy piaszczyste			ZŁODOWACENIE ŚRODKOWOPOLSKIE			15	Wapienie litotamniowe
		5	Gliny zwałowe							INTERGLACJAŁ MAZOWIECKI (W I E Ł K I)
		6	Mułki i iły zastoiskowe		ZŁODOWACENIE PÓŁDNIOWOPOLSKIE					
		7	Piaski i piaski ze żwirami rzeczne							
		8	Piaski i żwiry rzeczne							
		9	Piaski i żwiry lodowcowe		ZŁODOWACENIE PÓŁNOCNOPOLSKIE					
		10	Gliny zwałowe							
		11	Piaski ze żwirami i mułki		PREPLEJSTOCEN					
NEOGEN	SARMAT	17	Dolomity	DEWON	ŚRODKOWY	18	Piaskowce i mułowce	EIFEL		
			DEWON DOLNY				19		Piaskowce, piaskowce szarogłazowe, mułowce i iłowce	EMS
					SYLUR	GÓRNY		20	Iłowce graptolitowe	
SYLUR DOLNY	ORDOWIK	21	Piaskowce glaukonitowe oraz zlepience, wapienie i margle							
			KAMBR ŚRODKOWY	22	Iłowce i mułowce z przelawieniami piaskowców					
KAMBR DOLNY	23	Mułowce i piaskowce z przelawieniami piaskowców								



Hałdy (h) i osadniki (o)

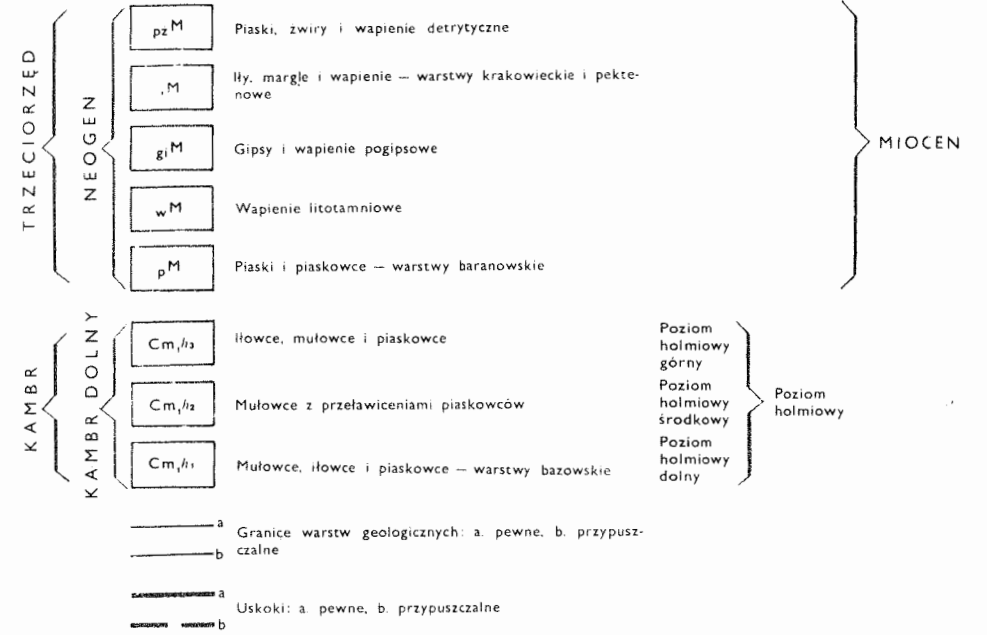
Opracował A. ROMANEK



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark. Tarnobrzeg (888) 1:50 000

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

Skała 1:100 000



Opracował A. ROMANEK

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark. Tarnobrzeg (888) 1:50 000

SZKIC WYSTĘPOWANIA SUROWCÓW MINERALNYCH

Skala 1:100 000

OZNACZENIA LITOLOGICZNO-SUROWCOWE

Surowce chemiczne

- Siarka rodzima (S)
- Gipsy (gi)

Surowce skalne

- Mułki ilaste (mi)
- Lessy (l)
- Iły i łupki ilaste (i)
- Iły bentonitowe (ibr)
- Piaskowce (pc)
- Piaskowce kwarcytowe (pcQ)
- Piaski i żwiry rzeczne i wodnolodowcowe (pz-f+fg)
- Piaski: średnio- i gruboziarniste — wodnolodowcowe (pz-fg), różnoziarniste — wodnolodowcowe (pr-fg), różnoziarniste rzeczne (pr-f)
- Piaski kwarcowe (pQ)

OZNACZENIA ZŁÓŻ SUROWCÓW MINERALNYCH

- Siarka rodzima (S)
- Surowce ilaste ceramiki budowlanej (icb)
- Piaski szklarskie (ps)
- Kruszywo naturalne drobne: piaski budowlane (ph)

OZNACZENIA STRATYGRAFICZNE

- Q — Czwartorzęd
- Tr — Trzeciorzęd
- Cm — Kambryj
- Cm₂ — Kambryj środkowy
- Cm₁ — Kambryj dolny

ZNAKI KONWENCJONALNE

- Kopalnie odkrywkowe: a, czynne, b, nieczynne
- Żwirownie i piaskownie czynne
- Glinianki czynne
- Hałdy
- Wyrobiska eksploatacyjne
- Wybrane otwory wiertnicze z numeracją według mapy geologicznej oraz z rzędną terenu w m.n.p.m. (symbol oznacza wiek: Tr — trzeciorzęd, w nawiasie głębokość otworu)
- Granice obszarów występowania surowca
- Granice obszarów perspektywicznych

ZASADY PRZYJĘTE DO OZNACZEŃ SUROWCOWYCH NA SZKICU

- Kontury dużych złóż udokumentowanych
- Nr złoża (zgodny z tabelą 7)
- Znak umowny: siarka rodzima (S)
- Oznaczenie surowca (rodzaj surowca)
- Oznaczenie stratygraficzne (wiek)

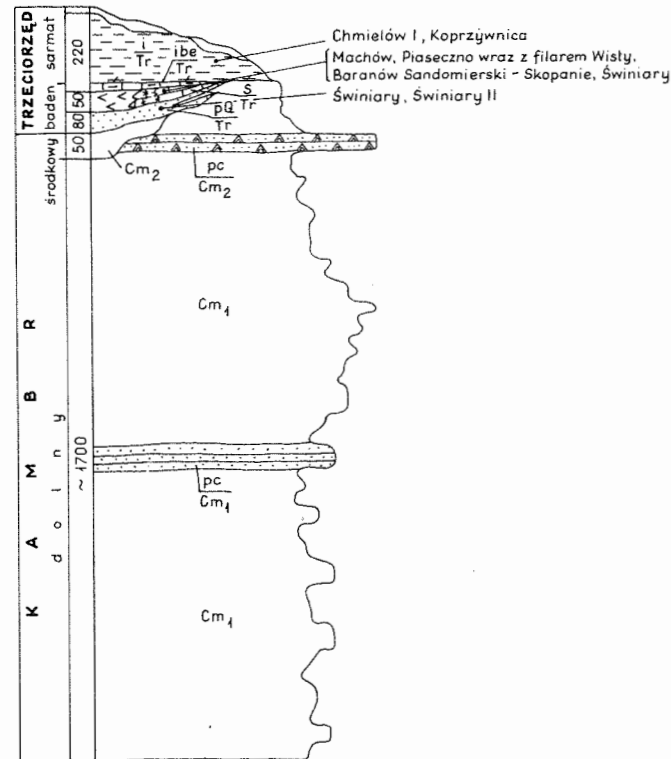
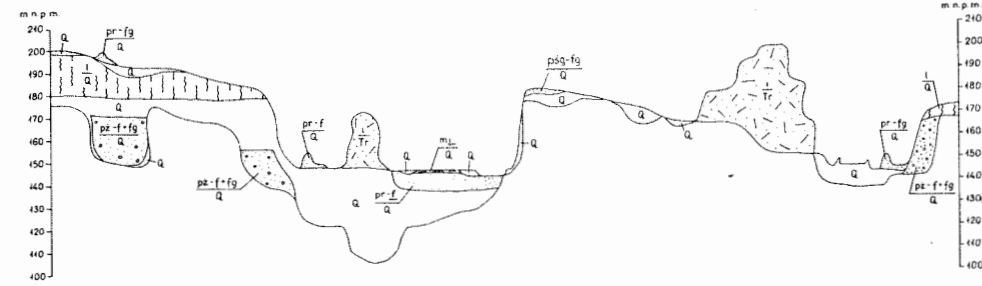
Złóża pozabilansowe lub wyeksploatowane, mające dokumentację lub inne opracowanie (orzeczenie, opinia, sprawozdanie)

- Numer złoża (zgodny z tabelą 8)
- Znak umowny: piaski szklarskie (ps)
- Oznaczenie surowca (rodzaj surowca)
- Oznaczenie stratygraficzne (wiek)

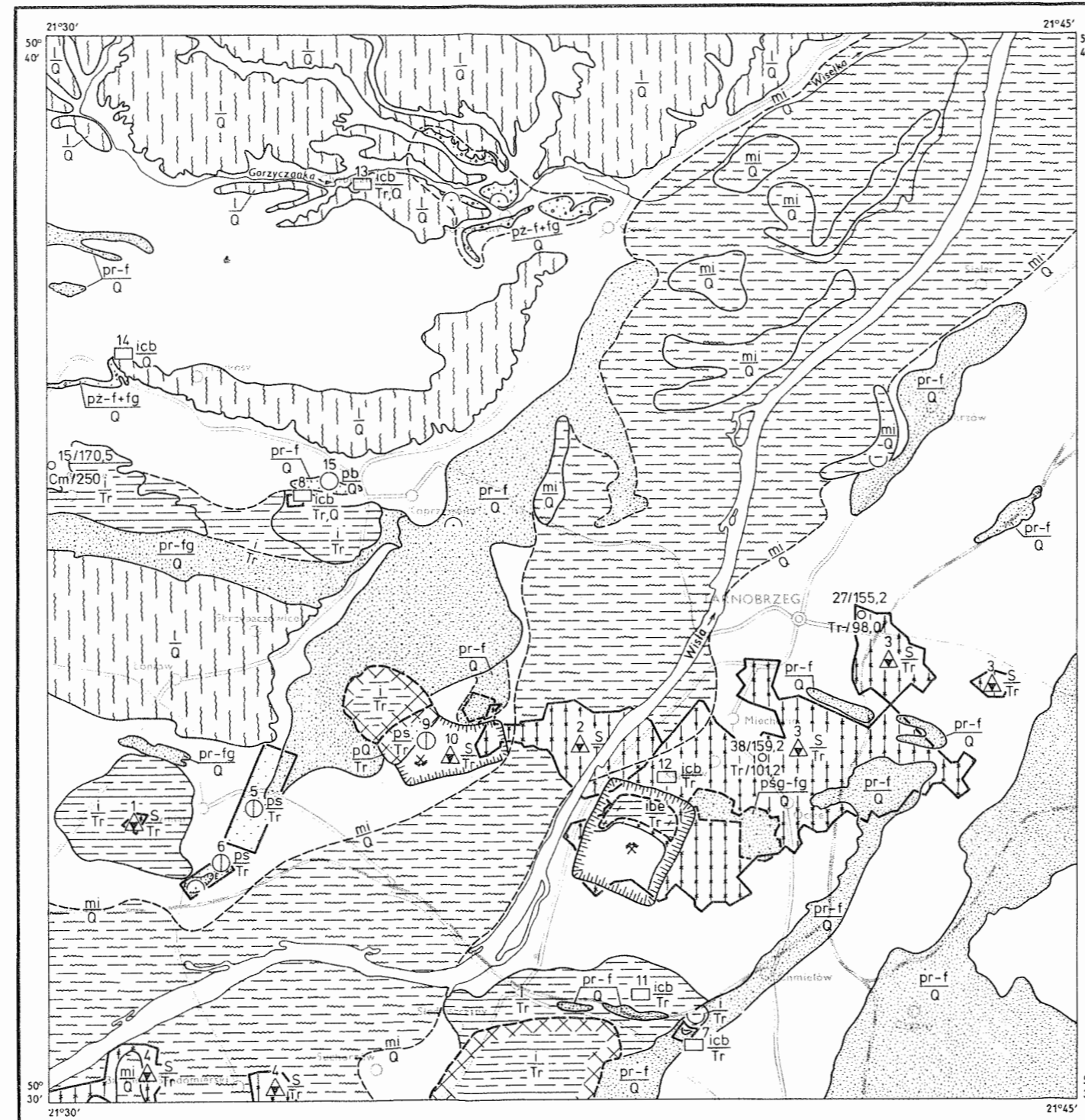
Granice obszarów występowanych do badań w pierwszej kolejności

Opracowała: A. KASPRZYK

PROFILE LITOLOGICZNO-SUROWCOWE



U w a g a: miąższość podano w metrach



Opracowanie graficzne i druk WYDAWNICTWA GEOLOGICZNE — 1987 r.

Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark. Tarnobrzeg (888) 1:50 000

SZKIC HYDROGEOLOGICZNY

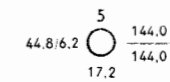
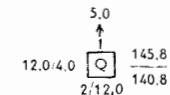
Skala 1:100 000

WODY POWIERZCHNIOWE

- Ciek i zbiorniki wodne: a. naturalne, b. sztuczne
- Podmokłości
- Wycieki i wysięki
- Działy wodne: a. II rzędu, b. III rzędu, c. IV rzędu

WODY PODZIEMNE

- Obszary występowania pierwszego poziomu wód w utworach:
 - czwartorzędowych
 - trzeciorzędowych
- Obszary praktycznie bezwodne
- Obszary obniżonego zwierciadła wód podziemnych pod wpływem wyrobisk górniczych
- Kopalnie odkrywkowe: a. czynne, b. nieczynne
- Haldy (h) i osadniki (o)
- Ekran ilowo-cementowy
- Hydroizohipsy pierwszego poziomu wodonośnego w metrach: a. co 10,0, b. co 5,0, c. co 2,5
- Kierunki odpływu wód
- Źródła
 - 0,5 Wydajność w m³/h
 - 157,5 Wysokość zwierciadła wody w m n.p.m.



Punkty ujęć wodnych z kolejną numeracją (symbol oznacza wiek utworów: Q – czwartorzędowych, Tr – trzeciorzędowych Q-Tr – czwartorzędowych i trzeciorzędowych, z których eksploatowane są wody)

- 1 Numer
- 12,0 Wydajność eksploatacyjna w m³/h
- 4,0 Depresja w metrach
- 145,8 Wysokość ustalonego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 140,8 Wysokość nawierconego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 2,12,0 Ilość otworów eksploatacyjnych (wydajność eksploatacyjna ujęcia w m³/h)

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

- 5 Numer
- 44,8 Wydajność maksymalna w m³/h
- 6,2 Depresja w metrach
- 144,0 Wysokość ustalonego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 144,0 Wysokość nawierconego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 17,2 Głębokość otworu w metrach

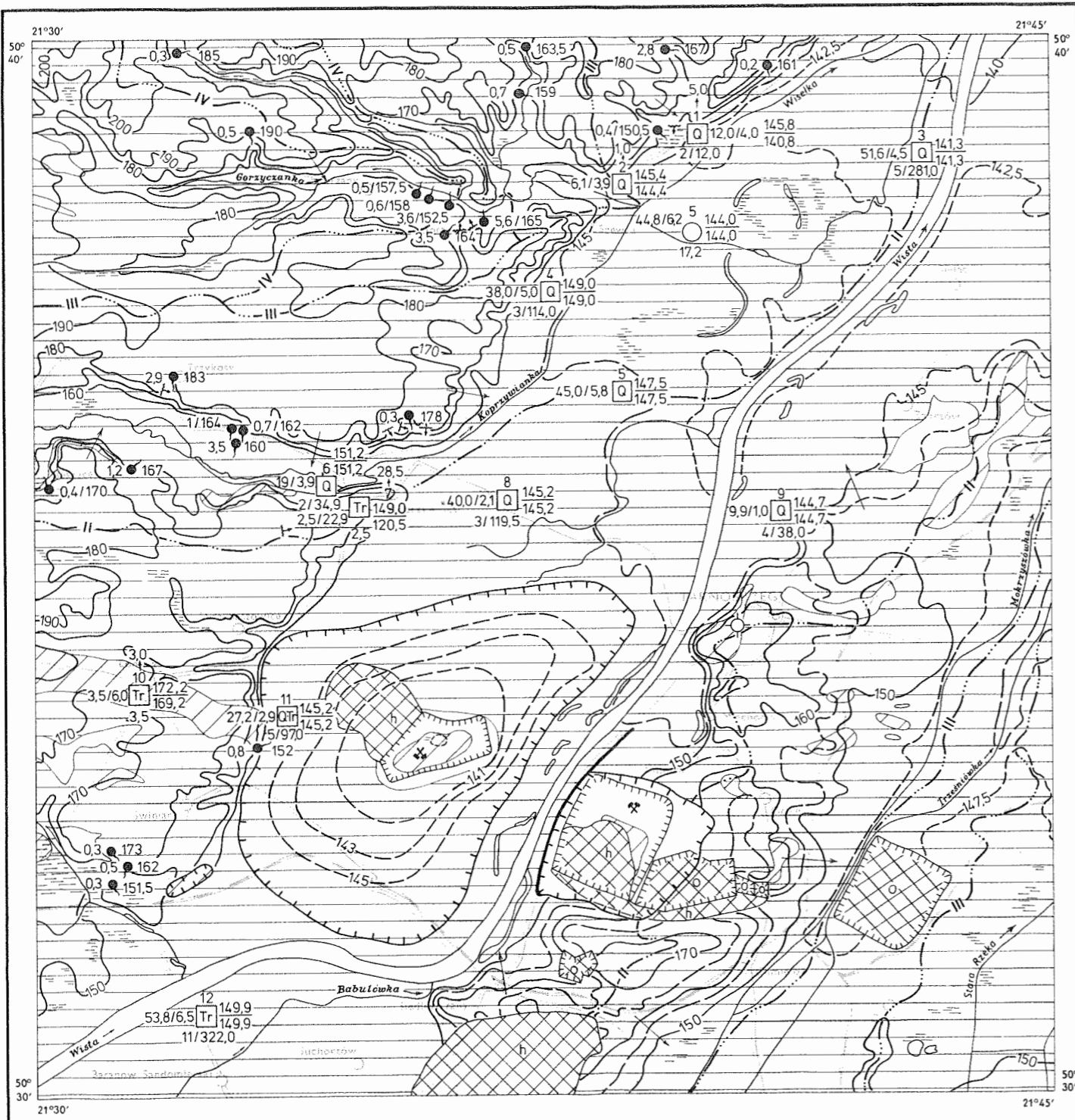


Studnie – stałe punkty obserwacyjne Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (obserwacje cotygodniowe)



Ciśnienie hydrostatyczne wody (wysokość słupa wody) w metrach

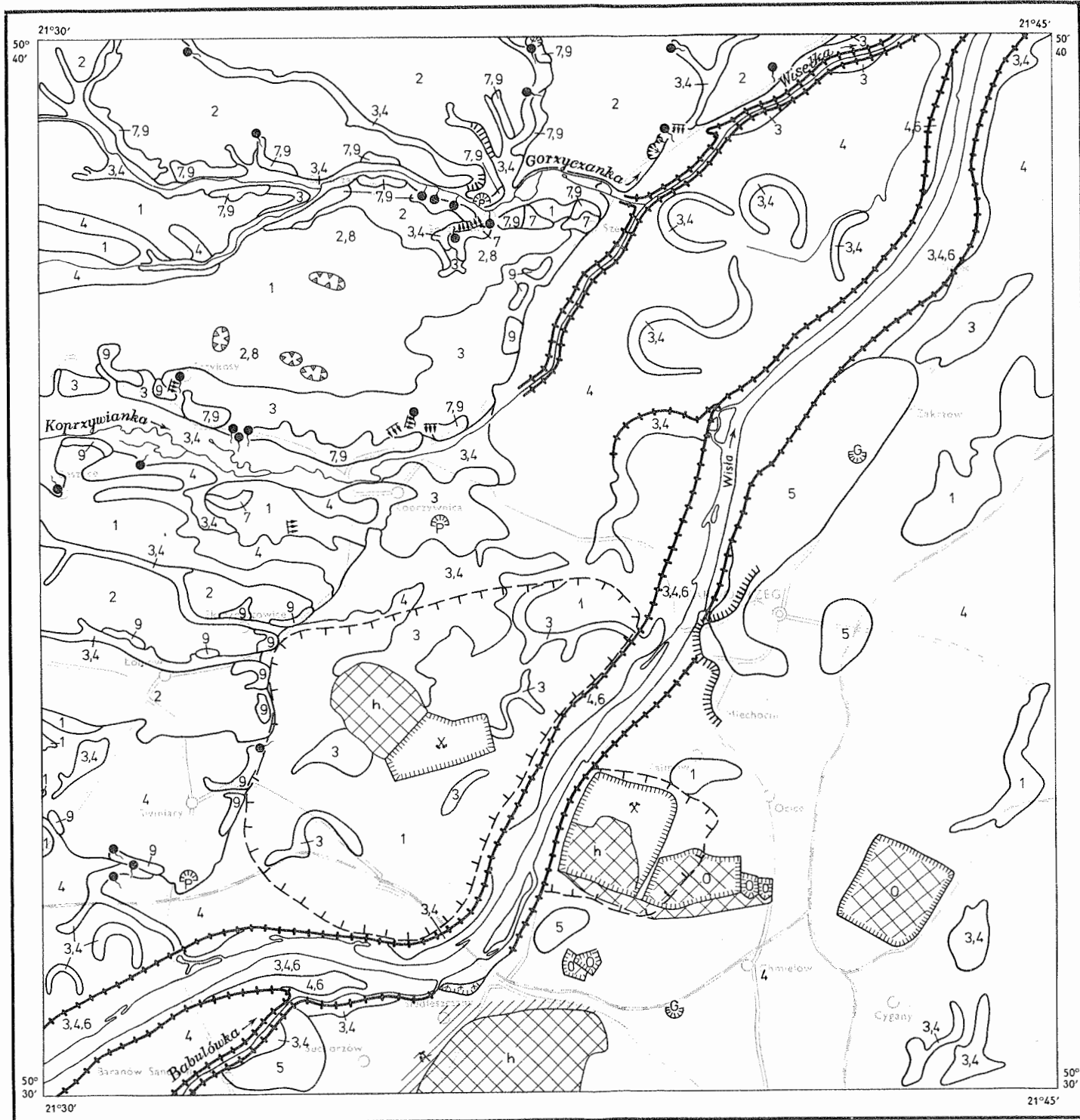
Opracowały: G. KOWALCZEWSKA, D. MARKIEWICZ



Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
Ark. Tarnobrzeg (888) 1:50 000

SZKIC GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI

Skala 1:100 000



A. REJONIZACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

I. Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich korzystnych dla budownictwa

1. Obszary gruntów spoiwych, zwartych, półzwartych i twaroplastycznych oraz gruntów sypkich średniozagęszczonych na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m

II. Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo

2. Obszary występowania lessów

3. Obszary gruntów słabonośnych (grunty organiczne, grunty spoiwe plastyczne, miękkoplastyczne i grunty sypkie luźne)

4. Obszary płytkiego występowania wód gruntowych (0-2 m)

5. Obszary występowania wód agresywnych

6. Obszary zalewane w czasie powodzi

7. Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych

8. Obszary predysponowane do występowania zjawisk sufozyjnych

9. Obszary o spadkach powyżej 12%

B. ZJAWISKA GEODYNAMICZNE

Zapadiska sufozyjne

Obrywy

Osuwiska

Krawędzie i skarpy

C. ZJAWISKA HYDROGEOLOGICZNE

Źródła

Wsięki

Obszary obniżonego zwierciadła wód podziemnych pod wpływem wyrobisk górniczych

D. INNE

Piaskownie

Żwirownie

Glinianki

Wały przeciwpowodziowe

Kopalnie odkrywkowe: a. czynne, b. nieczynne

Hałdy (h) i osadniki (o)

Szkody górnicze

Opracowała E. WRÓBLEWSKA