

JACEK RUTKOWSKI

Główny koordynator Szczegółowej mapy geologicznej Polski — J. FORTUNA
Koordynator regionu karpackiego — K. ŻYTKO

OBJAŚNIENIA
DO SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ
POLSKI

1:50 000

Arkusz Kraków (973)
(z 2 tab. i 5 tabl.)

WARSZAWA 1993

Redaktor mgr Elżbieta JELEŃSKA

**Akceptował do druku 30.03.1993 r.
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
Prof. dr hab. Krzysztof JAWOROWSKI**

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1993

**Opracowała w redakcji komputerowej Zakładu Publikacji PIG
mgr Barbara Dąbrowska**

**Oddano do redakcji komputerowej 9.02.1993 r.
Druk ARW. Zlecenie nr 33/93. Objętość 5,6 ark. wyd. Nakład 200 + 50 egz.**

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	5
II. Ukształtowanie powierzchni terenu	8
A. Geomorfologia	8
B. Hydrografia	10
III. Budowa geologiczna	10
A. Stratygrafia	10
1. Jura (<i>J. Mańszkiewicz</i>)	10
a. Jura środkowa	11
Baton + kelowej	11
b. Jura górna	11
Oksford	11
Oksford dolny	11
Oksford środkowy + górny	11
2. Kreda	14
a. Kreda górna	14
Cenoman	14
Turon	15
Santon + kampan	16
3. Trzeciorzęd	17
a. Paleogen	17
b. Neogen	18
Miocen	18
Karpát (?)	18
Baden	19
Pliocen	21
4. Czwartorzęd	21
a. Plejstocen	21
Preplejstocen	21
Złodowacenie południowopolskie	22
Interglacjał mazowiecki (wielki)	22
Złodowacenie środkowopolskie	23
Interglacjał eemski	23
Złodowacenie północnopolskie	23
b. Holocen	25
B. Tektonika	27
C. Rozwój budowy geologicznej	31
IV. Charakterystyka surowców mineralnych	31
V. Charakterystyka hydrogeologiczna (<i>A. S. Kleczkowski</i>)	34
VI. Charakterystyka geologiczno-inżynierska (<i>S. Rybicki</i>)	37
VII. Podsumowanie	38
Literatura	39

I. WSTĘP

Arkusz Kraków (973) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ograniczony jest współrzędnymi geograficznymi 50°00'–50°10' szerokości północnej i 19°45'–20°00' długości wschodniej. Jest on położony na pograniczu Wyżyny Krakowskiej i Miechowskiej oraz Kotliny Sandomierskiej. W skład Wyżyny Krakowskiej wchodzi Płaskowyż Ojcowski, Rów Krzeszowski i Pasma Tenczyńskie, które to jednostki pokrywają się z głównymi jednostkami tektonicznymi, a także Brama Krakowska. Do Kotliny Sandomierskiej należy dolina Wisły i Wysoczyzna Wielicko-Łódzka. Przeważającą część terenu zajmują użytki rolne; mniejszą rolę odgrywają lasy. Południowo-wschodnia część arkusza jest zabudowana.

Geologia okolic Krakowa, w granicach arkusza badana od ponad 100 lat, jest tematem bogatej literatury, z której uwzględniono prace podstawowe, podsumowujące i najnowsze. Opublikowano szereg opracowań o charakterze regionalnym (149, 150, 51, 146, 4, 19, 41); kilka prac dotyczy geomorfologii (44, 143–146, 30, 34, 35, 119).

W niniejszym opracowaniu osady paleozoiczne (sylur, dewon, karbon i perm) nie będą omawiane. Były one tematem licznych prac (25, 72, 73, 111, 86, 112, 139, 15). Dotyczy to także ich tektoniki, związanej z orogenezą kaledońską i waryscyjską (23–25, 72, 73, 53). Z tą ostatnią wiążą się intruzje skał magmowych (26). Występują także mineralizacje bez znaczenia przemysłowego (138).

Tematem opracowań były również osady jury środkowej (56, 112, 22, 43) i górnej (33, 21, 22, 112, 4, 93–96, 39, 41, 43, 46, 112, 133, 109). Badano także przeobrażenia wtórne tych osadów (85, 36, 127, 92, 97, 98). Liczne prace dotyczą cenomanu i turonu (105, 19, 20, 1, 3, 4, 140, 45, 47) oraz senonu (114–116, 101, 8–11).

Wielu autorów zajmowało się trzeciorzędem lądowym — paleogenem i pliocenem (4, 9, 49, 120, 41). Badano również osady miocenu: wapienie

ostrygowe (84, 108), utwory typu caliche (50, 97, 98, 123) oraz ility (5, 6, 106, 41, 126, 127) i odpowiadające im piaski i wapienie (87, 42).

Wiele prac dotyczy czwartorzędu (64, 143, 144, 146), w tym szczególnie lessów (71, 132, 14, 130, 91a, 70), flory plejstoceńskiej (88–91, 135), utworów holocenów (118, 119, 56a, 121, 128, 129, 12, 13, 16, 83), żwirów i piasków (128, 118, 120, 122, 124, 126, 69) oraz mad (54).

Stosunkowo dobrze jest rozpoznana trzeciorzędowa tektonika (34, 51, 117, 123, 4, 7, 19, 41, 58, 61, 63, 55, 80), w tym także spękania ciosowe (34, 79, 38, 147).

Pierwszą szczegółową mapę terenu arkusza ogłosił przed 100 laty S. Zaręczny (149, 150). W ciągu ostatnich 40 lat Państwowy Instytut Geologiczny opublikował mapy geologiczne odkryte i zakryte, mapy surowców skalnych, geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne i geofizyczne w skali 1:300 000 i częściowo 1:200 000 oraz 1:50 000.

Zajmowano się także problematyką surowcową (134, 57, 76, 110, 113, 136, 141), hydrogeologiczną (99, 100, 107, 17, 58–63, 31, 67, 68, 141) i geologiczno-inżynierską (32, 52, 131, 131a, 91a, 70).

Arkusz Kraków (973) Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 wykonano w Zakładzie Kartografii Geologicznej Instytutu Geologii i Surowców Mineralnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie według projektu KOPBG/015/2332/81, opracowanego pod redakcją J. Rutkowskiego w 1980 r., zatwierdzonego przez Centralny Urząd Geologii 4.05.1981 r. Badania obejmowały prace geofizyczne, kartograficzne, laboratoryjne i kameralne.

Reinterpretację badań grawimetrycznych wykonał J. Śliz na dwóch przekrojach położonych pomiędzy rejonem Kryspinowa i Zabierzowa (otw. 25) i pomiędzy Pychowicami a Wolą Justowską. Wyniki nie zawsze były zgodne z interpretacją geologiczną, co wiąże się z dużą zmiennością gęstości skał, głównie wapieni jurajskich.

W czasie prac sprofilowano i opracowano stratygrafię dla 20 otworów wiertniczych, wykonanych głównie dla celów hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich, o łącznym metrażu 1825 m, zlokalizowanych głównie w centrum Krakowa i w rejonie Zabierzowa. Na arkuszu przedstawiono profile 104 otworów. Ponadto przeanalizowano krytycznie około 1500 wierceń zestawionych w projekcie badań. Wybrano je z kilkakrotnie większej liczby wierceń archiwalnych. Specjalnie dla potrzeb arkusza, na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego, „Geobud” i Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie wykonały 100 sond do głębokości 10 m oraz 100 wkopów.

Prace zdjęciowe w latach 1981–1987 wykonali T. Leśniak, J. Małecki, J. Matyszkiewicz, T. Feliksiak, Z. Wiśniowski, J. Rutkowski i T. Sokołowski, zgodnie z metodyką określoną w Instrukcji Państwowego Instytutu Geologicznego i w oparciu o zatwierdzony projekt badań. Opracowaniem objęto powierzchnię 330 km², w tym około 50 km² obszaru miejskiego gęsto zabudowanego. Oparto je na odsłonięciach, wkopach, sondach i wierceniach, profilowanych w czasie wykonywania arkusza oraz materiałach archiwalnych. Dla obszaru miasta oparto się głównie o archiwalne mapy I. Kmietowicz-Drathowej i R. Gradzińskiego oraz o profile wierceń.

W zakresie hydrogeologii wykorzystano dane z około 400 hydrogeologicznych otworów wiertniczych, z ponad 900 studzien kopanych, kilku głębokich otworów badawczych i 67 zarejestrowanych źródeł. Dane archiwalne uzupełniono pomiarami stanu zwierciadła wód podziemnych wykonanymi w 1986 r. w przeszło 400 studniach kopanych. Dysponowano, średnio na 1 km² powierzchni, przeszło 1 wierceniem hydrogeologicznym i około 3 punktami dla wyznaczenia stanu zwierciadła wody. Większość danych odnosi się do obszaru Krakowa.

W zakresie geologii inżynierskiej wykorzystano bardzo liczne dokumentacje geologiczno-inżynierskie, dotyczące głównie obrzeża Krakowa, a także doliny Wisły (dokumentacje stopni wodnych Kościuszko i Dąbie oraz inne materiały archiwalne). Centralna część miasta poznana jest znacznie słabiej.

Przy opracowaniu arkusza wykorzystano specjalistyczne badania osadów czwartorzędowych (148), które zgodnie z projektem objęły oznaczenia składu ziarnowego piasków, żwirów, lessów i mułków, obtoczenia ziarn kwarcu frakcji 0,5–1,0 mm metodą fotograficzną, składu minerałów ciężkich we frakcji 0,1–0,25 mm i składu petrograficznego żwirów frakcji 5–10 mm. Ponadto wykorzystano opracowania: otwornic miocenu i kredy oraz ślimaków holocenu (S. W. Alexandrowicz — AGH), ślimaków miocenu słodkowodnego (E. Stworzewicz — PAN), jeżowców górnej kredy (W. Nastaj — AGH), fauny górnej jury (R. Tarkowski i M. Krobicki — AGH) i badania palinologiczne torfów z Kryspinowa (K. Mamakowa — Instytut Botaniki PAN). Uwzględniono także badania litologiczne martwic wapiennych (J. Szulc — UJ), wapieni caliche (M. Paszkowski — UJ), lessów (Z. Śnieszko — UŚ i T. Ratajczak — AGH) i torfów (K. Lipka — Akademia Rolnicza), zestawienie ważniejszych obiektów archeologicznych (B. Ginter — UJ) oraz oznaczenia wieku bezwzględnego ¹⁴C i TL (M. Pazdur — Politechnika w Gliwicach).

Wyniki uzyskane w trakcie opracowywania arkusza zostały częściowo opublikowane przez autora i jego współpracowników. Ważniejsze prace

dotyczą: czwartorzędu (118–122, 124, 125, 128–130, 135, 83, 89, 90, 54), jury (92–96, 39, 41), tektoniki (117, 123, 40, 41), hydrogeologii (62, 63) i zagadnień surowcowych (110).

Fauna cytowana w tekście pochodzi z opracowań publikowanych i wykonanych dla potrzeb arkusza. Jej nazewnictwa nie aktualizowano. Mapa i załączniki graficzne przedstawiają stan w 1988 r., kiedy zakończono opracowanie. W objaśnieniach, które są skrótem pierwotnej wersji, uwzględniono publikacje po początek 1991 r.

Na arkuszu Kraków problematykę surowcową opiniował prof. dr hab. S. Kozłowski, hydrogeologiczną — mgr B. Witkowska, geologiczno-inżynierską — mgr W. Łodzińska.

II. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU

A. GEOMORFOLOGIA

Najważniejsze formy morfologiczne występujące na arkuszu są pochodzenia tektonicznego. Są to: Płaskowyż Ojcowski, Rów Krzeszowski, Grzbiet Tenczyński oraz szereg mniejszych zrębów w południowej części arkusza. Niekiedy są one ograniczone wyraźnymi, prostoliniowymi krawędziami tektonicznymi. Na zrębach zaznacza się paleogeńska powierzchnia zrównania (44). W części zachodniej, gdzie występują wyłącznie wapienie jury, możliwe jest, że nakładają się one na powierzchnię przedgórmokredową (30, 41). Jest ona obniżona tektonicznie od 400–440 m n.p.m. na północy, do 200–250 m n.p.m. na południu. Młodsza powierzchnia, uważana za plioceńską, ścina różnowiekowe osady badenu na wzgórzu Pasternik (270–280 m n.p.m.) oraz badenu i senonu w Węgrzicach (280–300 m n.p.m.).

Na wzgórzach w północnej i środkowej części arkusza występują pokrywy zbudowane z lessów górnych, młodszych. Równiny lessowe występują na północ od Cholerzyna i w rejonie Ściejowic – Piekar. W lessach wycięte są liczne wąwozy.

W dolinach rzek występują tarasy rzeczne, głównie akumulacyjne. Taras najniższy (2–4 m n.p. rzeki), zwany też zalewowym (119), w dolinie Wisły widoczny jest w zachodniej, niezabudowanej części arkusza. Jego rozcięcie, rzędu 4 m, miało miejsce w XIX i XX wieku. Tworzy on wąskie listwy wzdłuż koryta rzeki nie mieszczące się w skali mapy i na szkicu geomorfologicznym (tabl. I). Następny taras, zwany rędzińnym lub nad-

zalewowym, w dolinie Wisły zbudowany jest głównie z osadów holocenu. Wznosi się on 4–7 m n.p. rzeki (119). Występuje on także w dolinie Sanki i Rudawy, gdzie ma wysokość 3–6 m n.p. rzeki (121, 16) i w dolinach Prądnika (13) oraz Dłubni, gdzie wysokość wynosi 1,0–3,5 m.

Na tarasie zalewowym Wisły występują starorzecza (119). Starsze, o promieniach łuków 110–130 m i szerokościach koryt 70–90 m, były czynne co najmniej od 6700 ± 130 lat BP (Gd 2361) do 2080 ± 70 lat BP (Gd 5037). Młodsze, o promieniach rzędu 200–550 m i szerokości do 160 m, wiążą się ze wzrostem przepływów na skutek działalności człowieka. Większość starorzeczy jest sucha. Na taras nadzalewowy (rędziny, Rudawy nałożone są młodoholocenne stożki napływowe, zbudowane z mad lessowych.

15–25 m n.p. Wisły wznosi się taras średni zbudowany z piasków rzecznych i peryglacialnych pochodzących z okresu zlodowacenia północnopolskiego, ale zawierający także fragmenty starsze. Jest on rozwinięty dobrze w Krakowie (64, 144, 125), gdzie jego część w pobliżu wylotu doliny Prądnika, uważana jest za stożek napływowy. Taras średni widoczny jest także na północ od Zabierzowa (124) i zrębu Lasu Wolskiego. Niekiedy jest on przykryty lessem.

Taras erozyjne (3 poziomy), które nie mieszczą się w skali mapy i na szkicu geomorfologicznym, występują w dolinach rozcinających Płaskowyż Ojcowski i koło Skały Kmity w Zabierzowie (35, 30). Ich formowanie rozpoczęło się w pliocenie i trwało do starszego czwartorzędu.

Na krawędziach wzgórz występują rozcięcia erozyjne; są to wąwozy, parowy i doliny o nieckowatym dnie. Formy te powstały w wielu fazach. Rozcinanie osadów mezozoicznych miało głównie miejsce w pliocenie i w starszym czwartorzędzie, ale także przed mioceniem. Pokrywa czwartorzędowa zbudowana obecnie głównie z lessów młodszych górnych, była rozcinana u schyłku zlodowacenia północnopolskiego i w holocenie.

Przełom Wisły pod Tyńcem, o szerokości 400 m, jest rowem tektonicznym lub doliną erozyjną. Powstał on wskutek usunięcia przez erozję osadów miocenu, a po ponownym jego zasypaniu, utworów czwartorzędowych (2). Przełom Rudawy, pod Skałą Kmity w Zabierzowie, jest efektem rozcięcia wapieni jury przez rzekę płynącą z Płaskowyżu Ojcowskiego (35). Przełom Rudawy w Szczyglicach nie był badany. Klasyczna brama dolinna (Brama Bolechowicka) powstała na krawędzi Płaskowyżu Ojcowskiego na skutek erozji i zjawisk krasowych (34).

Na zboczach dolin, rozcinających wzgórza zbudowane z wapieni skalistych jury, występują liczne skałki powstałe na skutek erozji i procesów krasowych.

W Ściejowicach, pomiędzy Tyńcem i Pychowicami oraz w Krakowie (Wawel), występują izolowane wzgórza zbudowane z wapieni oksfordu. Są to zręby tektoniczne, a być może także stare ostańce erozyjno-denudacyjne, wypreparowane spod pokrywy osadów miocenu i czwartorzędu.

Występują również niewidoczne na powierzchni leje krasowe. W wapieniach jurajskich wypełniają je głównie osady paleogenu (49, 41). Stwierdzono także leje w gipsach. W wapieniach skalistych jury, rzadziej w ławicowych, występują liczne jaskinie (74, 137).

Formy antropogeniczne stanowią wały przeciwpowodziowe, nasypy, wykopy drogowe i kolejowe, kopce: Piłsudskiego, Kościuszki i Krakusa oraz osadniki zakładów sodowych. Należą tu także stare piaszczyste wypełnione wodą, kamieniołomy i gliniarki,

B. HYDROGRAFIA

Obszar arkusza Kraków należy do dorzecza Wisły. Stary wody w obrębie arkusza są obecnie pod wpływem stopni piętrzących, które doprowadziły do podniesienia się zwierciadła Wisły w Kryspinowie (od 1988 r.), Dąbiu (od 1960 r.) i w Przewozie (od 1955 r.). Do Wisły od północy uchodzą: Sanka, Rudawa, Prądnik (Białucha) i Dłubnia (poza obrębem arkusza). Od południa do Wisły uchodzi Wilga. Na terenie arkusza znajdują się stawy położone w dawnych piaszczystych i odcięte meandry Wisły.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

A. STRATYGRAFIA

1. Jura

Na terenie arkusza występują utwory batonu, keloweju i oksfordu, przy czym jedynie te ostatnie odsłaniają się na powierzchni. Stratygrafię starszego podłoża przedstawiono na profilu oraz w legendzie do mapy.

a. Jura środkowa

Baton + kelowej

Baton jest reprezentowany przez ility i mułowce z wkładkami piaszczystymi, powstałe w warunkach limnicznych, a wyżej przez mułowce i piaszkowce z fauną morską (56, 43). Do kelowej należą piaski, piaszkowce i wapienie piaszczyste, lokalnie ze zlepieńcami utworzonymi z otoczków skał podłoża (113). W stropie kelowej obserwuje się ślady rozmywania i powierzchnię twardego dna oraz zlepienie tworzące tzw. „warstwę bułastą” (43, 112).

b. Jura górna

Oksford

Na terenie arkusza miąższość osadów oksfordu waha się od 27 m w Karniowicach (otw. 3) do ponad 230 m w Pychowicach i Zabierzowie. Podział oksfordu na poziomy biostratygraficzne przyjęto za Kutkiem (82).

Oksford dolny

Oksford dolny i niższą część środkowego stanowią wapienie margliste i margle o miąższości do 15 m, z biohermami gąbkowymi o wielkości od kilku do kilkunastu metrów (poziomy *Quenstedtoceras mariae*, *Cardioceras cordatum* i *Perisphinctes plicatilis*).

Oksford środkowy + górny

Niższą część oksfordu środkowego stanowią opisane uprzednio wapienie margliste i margle. Powyżej zalega kilkudziesięciometrowy kompleks wapieni płytowych (mikrytowych i ziarnistych), bez krzemieni, w dolnej części z wkładkami margli, z obfitą fauną amonitów oraz wapieni skalnych (poziom *Peltoceras transversarium* i niższa część poziomu *Perisphinctes bifurcatus*). Na obszarze arkusza utwory te nie odsłaniają się. Wapienie skaliste kontynuują się w wyższej części profilu.

Wyższą część oksfordu środkowego i oksford górny reprezentują: wapienie skaliste, wapienie ławicowe i wapienie płytowe z wkładkami margli i wapieni skalistych.

Wapienie skaliste są skałą twardą i zwięzłą, barwy jasnej, o przełamie nierównym, pozbawioną w zasadzie uławicenia i krzemieni (33). Występują one jako wapienie masywne (lite) oraz wapienie gruzłowate. Wapienie skaliste budują formy o wymiarach od poniżej metra do kilkunastu metrów, o różnym kształcie, przechodzące w sposób ciągły ku górze i na boki w wapienie ławicowe (patrz profil geologiczny). Wapienie skaliste są najlepiej widoczną facją. W czasie wietrzenia ulegają one wypreparowaniu, tworząc malownicze skałki. Występują one głównie pomiędzy Karniowicami i doliną Prądnika, na Grzbiecie Tenczyńskim, w Tyńcu i Lesie Wolskim.

Wapienie ławicowe są skałami barwy białej, szarej lub kremowej, o przełamie nierównym lub zadziorowatym, znacznej twardości i zwięzłości. Miąższość ławic wynosi od kilkunastu centymetrów do 2,5 m. Zawierają one krzemienie (33, 109), ułożone przeważnie równolegle do powierzchni uławicenia, o średnicach od kilku do kilkunastu centymetrów. Barwa krzemieni jest ciemna, przełam muszlowy, mają zwykle kilkumilimetrową białą korę. Utworzone są głównie z chalcedonu i kwarcu mikrokryształicznego. W Piekarach krzemienie stanowią do 5% skały. Wapienie ławicowe odsłaniają się w mniejszym stopniu niż skaliste. W pobliżu wapieni skalistych wykazują one ugięcia synsedymენტacyjne do 30° (41, 96). Najlepsze odsłonięcia wapieni ławicowych znajdują się w Tyńcu, Piekarach, dolinie Garliczki, Zabierzowie, Rząsce, Mydlnikach, Krzypinowie i Podgórzu.

Zarówno w wapieniach skalistych jak i ławicowych występują podobne typy mikrofacji, a różnice polegają na częstotliwości ich występowania (93, 94, 96). Głównymi elementami skałotwórczymi obu typów wapieni są struktury pochodzenia sinicowego: oskorupienia, stromatolity, onkoidy, peloidy i częściowo tuberoidy. Wśród fauny dominują gąbki krzemionkowe *Hexactinellidae* i *Lithistidae*, a ponadto ramienionogi *Septaliphoria moravica* (Uhlir), *Septaliphoria astieriana* (d'Orbigny), *Monticlairella strioplicata* (Quenstedt), *Monticlairella triloboides* (Quenstedt), *Dictyothyropsis loricata* (Schlotheim), *Tridonellina pectunculus* (Schlotheim), *Ismeria recta* (Quenstedt) i *Cheirothyris fleuriausa* (d'Orbigny), gąbki wapienne, szkarłupnie, otwornice, mszywioly, wieloszczety, małże, małżoraczkę, ślimaki, stulbiopławy i glony wapienne. W świetle analizy mikrofacjalnej wapienie skaliste są sinicowo-gąbkowymi budowlami węglanowymi o sztywnym szkieletie, zaś wapienie ławicowe powstały z osadu, który wypełniał obniżenia między budowlami.

Pomiędzy Tyńcem a Krakowem w wapieniach ławicowych i skalistych znaleziono amonity (148): *Orthosphinctes alternans* Enay, *Decipia* cf. *lin-*

tonensis (Arkell) i *Decipia latecosta* (Dohm) (poziom *Epipeltoceras bimammatum*), a także *Idoceras* sp. (poziom *Idoceras planula*). Zdaje się to wskazywać, że jedynie najwyższa część wapieni wchodzi do poziomu *Idoceras planula*.

W górnej części profilu występują dolomity uważane za wczesnodia-genetyczne (85). Są barwy jasnożółtej, a po zwiertzeniu stają się brunatne, cukrowate i rozsypliwie. Tworzą nieregularne soczewki i skupienia o nieregularnym spągu i stropie, wielkości od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. W przypadku słabiej zaznaczającej się dolomitizacji skała ma charakter plamisty. Zawartość MgO dochodzi do 19,3%. Dolomity występują w górnej części wapieni skalistych i ławicowych w Pychowicach, skałach Twardowskiego w Krakowie, wzgórzu Winnica w Tyńcu i w otw. 55. W Podgórkach Tynieckich tworzą one gniazda wśród ciemnych, spirytyzowanych wapieni (4).

Wapienie płytowe (ziarniste i mikrytowe) z wkładkami margli i wapieni skalistych występują w najwyższej, zachowanej części profilu osadów oksfordu. Zdają się wypełniać obniżenia między wapieniami skalistymi, a ich widoczna miąższość nie przekracza 20 m (95). Wapienie płytowe są barwy żółto-kremowej, o przełamie muszlowym, niewyraźnym uławiceniu i kostkowej oddzielności. Ich strop jest nierówny, pokryty miejscami kilkucentymetrową warstwą margli, ponad którymi występuje gruzłowaty wapień skalisty. W wapieniach płytowych obserwuje się płaskury krzemieni o długości do kilku metrów. Takie następstwo sedymentacyjne, wiążące się z osuwiskami, stwierdzono w Ujeździe, Tyńcu i Lesie Wolskim (95). W Ujeździe powyżej wapieni skalistych i w Zabierzowie, występują wapienie płytowe (ziarniste i mikrytowe) z wkładkami margli. Niektóre ławice wapieni wykazują uziarnienie frakcyjne, ślady drażeń i struktury związane z niestatecznym warstwowaniem gęstościowym. W Sudole margle z wkładkami wapieni płytowych są zaburzone przez synsedymen-tacyjne osuwisko (46). Struktury osuwiskowe stwierdzono także w Ujeździe (95) oraz w rejonie Bielan (39). W dwóch pierwszych miejscowościach w marglach występują otwornice (46, 95).

W stopie osadów jurajskich, na odcinku kilkunastu metrów poniżej spągu kredy, występują epigenetyczne utwory krzemionkowe zbudowane z kwarcu (93). Tworzą one naskorupienia, gniazda i żyły w wapieniach, polewy pokrywające miejscami powierzchnie ciosu i nieregularne skupienia krzemionki, zachowane lokalnie na powierzchni abrazyjnej. Wielkość ich sięga 1 m średnicy, barwa jest mlecznokawowa lub szara; na powierzchniach zwiertzałych ciemnobrunatna lub czarna. Utwory te zawierają liczne enklawy niezsylifikowanych wapieni. Stwierdzono je w Tyń-

cu, Kostrzu, Pychowicach, Zabierzowie, Bielanych, a także w Krakowie na Podgórzu, w dolinie Garliczki, Zakrzówku i w Bonarce. Pochodzenie tych utworów wiąże się z mineralizacją hydrotermalną wzdłuż uskoku, na co wskazują temperatury dekrepitacji (85–250°). Na podobny zakres temperatur wskazuje obecność haczetynu w spągu osadów senonu na Bonarce, utworzonego w temperaturze co najmniej 80°C.

W wapieniach jurajskich obserwuje się lokalnie nieregularne strefy lub żyły barwy ciemnoszarej lub niebieskoszarej (36). Zabarwienie to pochodzi od piryty, którego zawartość dochodzi do 0,5%. Wapienie spirytyzowane występują w Bonarce, Zabierzowie, Giebułtowie i Witkowicach, gdzie mineralizacja obejmuje także utwory cenomanu i turonu. W otw. 60 spirytyzowane wapienie stanowią sedymenty wewnętrzne wypełniające spękania (127), a być może również formy krasowe. Pirytyzacja ma charakter epigenetyczny i wiąże się z roztworami, które migrowały od dołu wykorzystując uskoki i spękania (36). Pirytyzacja otoczków zbudowanych z wapieni jury, jakie niekiedy występują w spągu osadów miocenu, ma charakter infiltracyjny (48).

2. Kreda

a. Kreda górna

Kreda górna reprezentowana jest przez piaski i zlepieńce cenomanu, wapienie turonu oraz margle senonu (santonu i kampanu).

Cenoman

Cenoman wykształcony jest w postaci piaskowców kwarcytowych z krzemieniami i piasków uważanych dawniej za alb (19, 20) oraz zlepieńców, utworzonych przeważnie z kwarcu. Piaskowce kwarcytowe z krzemieniami występują lokalnie w Wielkiej Wsi i Korzkwi (20). Tworzą je w różnym stopniu obtoczone krzemienie jurajskie o średnicy 5–12 cm, z domieszką otoczków kwarcu o średnicy do 1 cm i nielicznych skał krzemionkowych. Masą wypełniającą jest piaskowiec kwarcowy, średnio- i gruboziarnisty, źle wysortowany, o spoiwie krzemionkowym. Miąższość tych utworów dochodzi do 60 cm.

Na wapieniach jury lub opisanych piaskowcach kwarcytowych, w Korzkwi i Przybysławicach, leżą średnioziarniste, dobrze wysortowane pia-

ski, utworzone prawie wyłącznie z ziarn kwarcu, barwy zazwyczaj białej (20). Zawierają one cienkie przeławicenia jasnozielonych mułowców i diagenetyczne konkrecje czy płaskury piaskowców o spoiwie opalowym i średnicy do kilku metrów. Miąższość piasków dochodzi do 17,5 m. Piaski zawierają nieliczne otwornice (np. *Gavelinella cenomanica* Brotzen; 140).

Wyższą część cenomanu reprezentują zlepieńce, niekiedy przedzielone piaskami (105, 19, 20, 45). We frakcji żwirowej przeważa kwarc, kwarcyty, litydy i różne skały krzemionkowe. Spoiwem zlepieńców są wapienie piaszczyste. Znane są one z Korzkwi, Giebułtowa, Witkowic, Sudółu, Pychowic i Podgórz. Osiągają one miąższość do 2 m. Zlepieńce leżą na wapieniach jury, które w Sudole są ścięte przez powierzchnię abrazyjną wykazującą ślady organizmów drażących (45), lub na piaskach.

Z ważniejszej fauny występują *Parahibolites tourtia* (Weigner), *Scaphites equalis* Sowerby, *Schloenbachia varians* (Sowerby), *Pecten asper* Lamark, *Rhynchonella compressa* Lamark, *Pyrina ovalis plana* Mączyńska, *Pyrina ovalis ovalis* d'Orbigny, *Pyrina laevis* (Agassiz) i *Phymosoma cenomanense* Cotteau. W Korzkwi i Sudole występuje cenoman dolny i środkowy, w Podgórzu i Pychowicach górny (105).

Turon

Turon wykształcony jest w formie wapieni w różnym stopniu zapiaszczonych z otoczkami kwarcu o średnicach do 2 cm, wapieni płytkowych i gruzłowych oraz zlepieńców (1, 4, 19), barwy szarej, jasnożółtej lub brunatnej. Osady turonu odsłaniają się w dolinie Prądnika, w Korzkwi, Zabierzowie, Mydlnikach i Tyńcu. Ich podłożem są ścięte przez powierzchnię abrazyjną wapienie jury, a w rejonie Korzkwi osady cenomanu. Szczątki organiczne reprezentują pokruszone włókna skorup inoceramów i otwornice, rzadziej same szczątki inoceramów (1). Osady turonu są dwudzielne. Część dolna o miąższości do 2 m zawiera faunę: *Inoceramus labiatus* Schlotheim, *Rhynchonella cuvieri* d'Orbigny, *Conulus ellipticus* (Zaręczny), *Conulus castaneus rhotomagensis* Agassiz i otwornice *Helvetog lobotruncana helvetica* (Bolli) i *Marginotruncana marginata* While (3). Wskazują one na dolny turon (poziom *Inoceramus labiatus*); brak jest osadów wyższej części turonu dolnego.

Turon górny leży niezgodnie na ściętych przez powierzchnię abrazyjną osadach turonu dolnego (w Korzkwi pokrytych stromatolitem) lub na jurze. W jego stropie w Zabierzowie i Mydlnikach występuje stromatolit wzbogacony w związki fosforu (4). Występują tu *Scaphites geinitzi* d'Or-

bigny, *Hyphantoceras* cf. *reussianum* (d'Orbigny), *Lewesicerus peramplum* Mantell, *Terebratula becksi* Roemer, *Conulus subrotundus* (Mantell), *Conulus subrotundus conoidea* Popiel-Barczyk, *Galerites albogalerus* Lamarck, *Conulus subrotundus subglobosa* Popiel-Barczyk i otwornice *Globotruncana lapparenti* Brotzen, *Globotruncana bulloides* Vögler i *Margino truncana marginata* (Reuss) (3). Wskazują one na dolną część turonu górnego (poziomu *Inoceramus costellatus*), brak jest osadów górnej części turonu górnego i koniak.

Santon + kampan

Do santonu zaliczono margle glaukonitowe leżące na ściętej abrazyjnie, nierównej powierzchni osadów jury, cenomanu i turonu. Ich miąższość wynosi do 3 m. W niektórych rejonach mogą one nie występować (Garlica, Owczary, Witkowice). Powyżej występują szare margle (2–10 m), w obrębie których przebiega granica santon/kampan. Wyższą część kampanu dolnego stanowią wapienie margliste i opoki z czertami, leżące na szarych marglach, a wyjątkowo na jurze (Zielonki). Kampan górny rozpoznano tylko w Bibicach. Senon na arkuszu Kraków jest wykształcony identycznie jak w rejonie Miechowa (114–116).

Margle glaukonitowe są to miękkie margle ilaste z licznymi ziarnami glaukonitu (do 14%). Szczątki organiczne reprezentują otwornice i włókna pokruszonych skorup inoceramów. To skalne stanowi substancja węglanowo-marglista. Widoczne są one najlepiej w Zabierzowie. Zawierają *Actinocamax verus* Miller, *Goniot euthis granulata* (Blainville) i *Goniot euthis westfalica* (Schlüter), a z otwornic: *Gavelinella thalmani* (Brotzen), *Gavelinella stelligera* (Marie), *Globorotalites subconicus* (Morrow) i *Cibicoides eriksdalensis* (Brotzen).

Powyżej występują szare margle, w których szczątki organiczne stanowią pokruszone fragmenty skorup inoceramów, a w wyższej części profilu także otwornice. To skalne stanowi substancja węglanowo-marglista. Widoczne są one w Witkowicach. Spągowa część szarych margli zawiera *Marsupites testudinarius* Schlotheim i *Goniot euthis granulata* (Blainville), wskazujące na santon. Z jeżowców występują *Conulus albogalerus* Klein, *Echinocorys vulgaris* Breynius, *Echinocorys ovatus* Leske, *Micraster cortestudinarium* (Goldfuss) i *Micraster* Malecki (Mączyńska). W górnej części szarych margli pojawiają się *Goniot euthis quadrata* (Blainville) i otwornice *Stensioina exsculpta* (Reuss), *Gavelinella stelligera* (Marie), *Gavelinella costulata* (Marie), *Gavelinella umbilicatulata* Mjatluk i *Globorotalites micheliniana* (d'Orbigny), wskazujące na dolny kampan.

Granica santon/kampan przebiega w obrębie szarych margli od 0 do kilku metrów powyżej ich spagu.

Wyższą część profilu stanowią wapienie margliste i opoki z czertami, przedzielone nieregularnymi przeławieniami szarych margli. Różnica pomiędzy wapieniami i opokami polega na obecności w tych ostatnich szkieletu opalowego, który powoduje nierozpadanie się próbek przy trawieniu w HCl. Szczątki organiczne reprezentują otwornice i igły gąbek. Niektóre partie opok są przesycone krzemionką tworzącą białe lub białoszare czerty. Osady te widoczne są najlepiej w Bibicach i w Krakowie (Bonarka). Niekiedy występują w nich wkładki jasnozielonych bentonitów o miąższości do paru centymetrów, utworzone ze smektytu oraz margle z domieszką smektytu i blaszek biotyту (Witkowice, Bonarka, Zabierzów; 116). Faunę stanowią *Actinocamax quadratus* Blainville, *Pachydiscus* aff. *pseudostobei* (Moberg), jeżowce: *Echinocorys marginatus* (Goldfuss), *Echinocorys pyramidatus* (Portlock), *Galeola senonensis* (d'Orbigny), *Galeola popillosa* (Klein) i *Micraster glyphus* (Schütter), liczne gąbki i małże. Otwornice reprezentują *Stensioina exculpta gracilis* Brotzen, *Gavelinella umbilicatulata* Mjatiuk, *Gavelinella stelligera* (Marie), *Globotruncana fornicata* Plummer i *Globotruncana arca* (Cushman), typowe dla dolnego kampanu. W najwyższej części tego kompleksu pojawiają się *Pseudovalvulineria monterelensis* (Marie), *Cibicidoides aktulagayensis* (Vassilenko) i *Bolivinoidea decorata* (Jones) wskazujące na górny kampan.

Stropowa część omawianego kompleksu w Bibicach jest rozmyta, perforowana kanałami pochodzenia organicznego, stwardniała oraz wzbogacona w węglan wapnia i związki fosforu. Jest to typowe twarde dno (114). Powyżej i w kanałach leżą margle z glaukonitem (ok. 3,7%) grubości kilkunastu centymetrów, z nielicznymi otoczkami skał podłoża o średnicy do 2 cm w części spągowej. Ponad nimi występują margle i opoki białoszare, o miąższości nie przekraczającej kilkunastu metrów i nieznany zasięgu. Reprezentują one niższą część górnego kampanu.

3. Trzëciorzëd

a. Paleogen

Paleogen wykształcony jest w formie dwóch facji. Pierwszą, wykształconą głównie na wapieniach jurajskich i w lejach krasowych, reprezentują rumosze krzemienne, drugą, obserwowaną na osadach kredowych i w formach krasowych, stanowią piaski niekiedy zailone i iły.

Rumosze krzemienne tworzą bryły krzemieni o średnicy do 30 cm wypreparowane przez wietrzenie z wapieni górnego oksfordu. Są one zarówno połamane, jak i wykazują pierwotne kształty. Krzemienie występują samodzielnie lub tkwią w ilach barwy ciemnoszarej (Podgórze k/Tyńca; 121), pstrej (czerwonej i zielonej, otw. 47, gdzie miąższość ich w leju krasowym wynosi 37 m), czy też zielonkawej (Rączna). Rumosze są szeroko rozprzestrzenione w Rącznej, gdzie zalegają na wapieniach jury, oraz w Krakowie na Bielanych i w Mydlnikach, gdzie podłożem ich są osady senonu. Jest również możliwe, że osady traktowane tu jako paleogen, mogą częściowo stanowić pliocen.

Drugą fację stanowią przeważnie drobnoziarniste, białe piaski niekiedy zailone, czasem z wkładkami smektytowego iłu i żwiru, utworzonego z odwapnionych opok kampanu dolnego, kwarcu i krzemieni. Niekiedy piaski są lokalnie scementowane krzemionką (otw. 83). Osady te tworzą pokrywę na utworach kredy i jury, a ich miąższość może dochodzić do 16 m (otw. 12). Odpowiadają one warstwom z Rudawy (9). Mogą one także wypełniać kotły krasowe, gdzie niekiedy zawierają bloki skał senonu (Podgórze w Krakowie, kamieniołom w Kryspinowie; 49). Podobny charakter mają wystąpienia senonu na Wawelu (tabl. II). Paleogen obserwuje się również w kanałach krasowych sięgających do około 40 m poniżej stropu wapieni jury (otw. 23, 60), które niekiedy mogą być przykryte osadami senonu (otw. 55; 127).

b. Neogen

Miocen

Do miocenu zaliczono wapienie ostrygowe oraz leżące powyżej utwory typu caliche i odpowiadające im facjalnie margle słodkowodne. Stratygraficznie mogą one reprezentować karpata. Leżące powyżej iły z poziomem gipsowym oraz iły i piaski zalicza się do badenu.

Karpat (?)

Wapienie ostrygowe są przeważnie twarde i zwięzłe, barwy jasnoniebieskiej lub szarżółtej. Niekiedy mają one charakter marglisty i przechodzą w margle. Wśród szczątków organicznych przeważają gruboskorupowe ostrygi; miejscami skała składa się prawie z samych pokruszonych skorup. Obecnie są one odsłonięte tylko w Tyńcu. Występują

także w Przegorzalach, Bodzowie, Pychowicach i na Wawelu. Ich podłożem są wapienie jury, nadkładem zazwyczaj ility badenu, a w otworach 56 i 59 wapienie caliche. Na Zwierzyńcu (nieistniejące odsłonięcie w korycie Wisły; 108) i w Bodzowie, poniżej wapieni ostrygowych rozwinięta była powierzchnia abrazyjna, pocięta przez organizmy drążące *Polydora ciliata* (Johnston), *Lithophaga* sp. i *Cliona vastifica* Hancock. Obserwowano je także w otworze 56. Wapienie zawierają gruboskorupowe ostrygi: *Ostrea lamellosa boblayei* Deshayes, *Ostrea digitalina* Dubois, *Crassostrea gryphoides* (Schlotheim) i *Pycnodonta cochlear navicularis* (Brochi), a na Zwierzyńcu także duże pąkle *Balanus tintinnabulum* Linne. We wkładkach marglistych przedzielających wapienie występuje masowo otwornica *Ammonia beccarii* (Linne). Lokalnie (otwór obok pl. Serkowskiego w Krakowie) ponad wapieniami ostrygowymi występują białe wapienie mikrytowe z czertami. Podobne utwory, ale bez czertów, stwierdzono w otworze 83. Wapienie i margle caliche rozwinięte na wapieniach jury (Zakrzówek), wykształcone są w spągu jako wapienie margliste, wnika-jące szczelinami w podłoże na głębokość do kilku metrów (88, 89). Ku górze ilość wapienia typu caliche zwiększa się kosztem wapieni jury, które ulegają calichefikacji. W części stropowej osad staje się niekiedy laminowany. Ponadto występują zlepierce pizolitowe określane terminem wadoidowych. Jeśli caliche rozwija się na osadach kampanu dolnego (Bielany), to jego wnikanie w podłoże jest ograniczone, a zlepierce wadoidowe są częściowo zsylikowane. Rzadziej obserwuje się wapienie caliche rozwinięte na wapieniach ostrygowych (Kraków — otw. 56 i 58; 127, 41). Miąższość utworów caliche dochodzi do 4,3 m. Występują one pomiędzy Tyńcem, Bielanami i Podgórzem, w Witkowicach, Zabierzowie i Krakowie (otw. 55, 56, 50, 63, 58).

Odpowiednikiem facjalnym opisywanych utworów są białoszare ility i słodkowodne margle o miąższości do 31 m (otw. 31), tworzące się w obniżeniach terenu. Mają one podobny zasięg jak osady caliche w odsłonięciach; stwierdzono je między innymi w Ujeździe koło Zabierzowa. Margle zawierają liczną faunę słodkowodnych ślimaków: *Cochlostoma polonicum* (Łomn.), *Tudora conica bielanensis* (Łomnicki), *Trichia kleini kleini* (Klein), *Cepaea silvana* (Klein) i inne.

Baden

Najniższą część badenu reprezentują warstwy skawińskie wykształcone jako ility, rzadziej mułowce, na ogół margliste, barwy szarej lub zielonoszarej. Minerale ilaste reprezentują illit, smektyt, odmiany miesza-

nopakietowe i kaolinit. W spągu obserwuje się niekiedy domieszkę glaukonitu, a z fauny *Pycnodonta cochlear*. W całym profilu występują z rzadka wkładki tufitów (106), niekiedy zbentonizowanych oraz sporadycznie cienkie wkładki piaskowców (127). Iły leżą na nierównej, rozmytej powierzchni osadów jury, kredy, paleogenu oraz na wapieniach ostrygowych i marglach słodkowodnych miocenu. Brak tu jest powierzchni abrazyjnej, a zlepierńce podstawowe wykształcone są na niewielką skalę. Warstwy skawińskie są szeroko rozprzestrzenione w rejonie Krakowa, a ich dobre odsłonięcia znajdują się w cegielni w Zielonkach. Całkowita miąższość warstw skawińskich na arkuszu Kraków zmienia się od około 60 m do ponad 109 m (otw. 28, 40).

W obrębie warstw skawińskich można wyróżnić 4 zony otwornicowe o dużym znaczeniu korelacyjnym (II A, II B, II C i II D; 5, 6). Następstwo to jest typowe dla okolic Krakowa (6, 10, 127), tylko lokalnie na starszym podłożu leżą bezpośrednio iły młodszych zon otwornicowych (otw. 28, zona II B), świadcząc zapewne o przekraczającym załęganiu warstw skawińskich na starszym podłożu.

W północnej części arkusza w Wielkiej Wsi spągowa część warstw skawińskich jest zastąpiona lokalnie przez piaski heterosteginowe (6). Są to drobno- i średnioziarniste piaski kwarcowe, leżące na wapieniach jury, a pod ilami warstw skawińskich. Miąższość piasków obecnie niewidocznych wynosiła 15 m. Ponadto wapniste piaskowce z bogatą fauną obserwowano w Toniach w postaci luźnego bloku (43) i w glinach morenowych w Bibicach.

Iły z wkładkami gipsu należące do warstw wielickich, występują pomiędzy Borkiem Fałęckim, a Skotnikami i Wolą Duchacką, na wzgórzu Pasternik, na Nowym Kleparzu w Krakowie i we wschodniej części arkusza. W czasie prac terenowych w wykopach w Woli Duchackiej i Kurdwanowie obserwowano gipsy laminowane, przeławiczone ilami, z licznymi pokładowymi żyłkami gipsu włóknistego, a wyżej konkretne gipsu alabastrowego o średnicach do 20–30 cm, tkwiące w ilach. Na powierzchni warstewek gipsów laminowanych (ul. Malwowa w Krakowie) obserwowano prostokątne lub kwadratowe zagłębienia (pseudomorfozy po kryształach halitu?) i warstewki wzbogacone w biotyt, pochodzenia tufogenicznego. Laminowane gipsy widoczne są w Toniach. Miąższość poziomu gipsowego wynosi 18–24 m.

Wyższa część profilu jest słabo poznana. Ponad gipsami występują szare iły i mułowce, niekiedy z wkładkami piasków pyłowatych i tufitów (warstwy chodenickie). Występują one we wschodniej części arkusza oraz w rejonie Pasternika i Węgrzec. Mikrofauna jest uboga — zona III A

(5, 6). Zachowana miąższość warstw chodenickich wynosi 53 m (otw. 40). Powyżej zalegają tu ility pyłowate przelawicone przeważnie pyłowatymi piaskami, zaliczane do warstw grabowieckich (103). Występują one w południowo-wschodniej części arkusza, a ich zasięg nie jest rozpoznany. Mikrofaunistycznie przynależą one do zony III B (5, 6). Miąższość tych osadów wynosi co najmniej 54 m (otw. 98). W południowo-wschodnim krańcu arkusza (Kraków – Prokocim, Instytut Pediatrii) występują gruboziarniste piaski, niekiedy z wkładkami wapnistych piaskowców, opisywane jako piaski bogucickie (104, 60, 63). Tworzą one wkładki w obrębie warstw grabowieckich.

Pliocen

Żwiry pliocenu utworzone są z kwarcu oraz krzemieni jurajskich, zsylikowanych wapieni oraz opok kredowych (123). Tworzą one cienką (do 1 m) pokrywę na ściętych przez powierzchnię zrównania różnych poziomach ilów badenu na Pasterniku. Są one efektem plioceńskiego wietrzenia skał mezozoicznych oraz rozmywania osadów paleogeńskich.

4. Czwartorzęd

Osady czwartorzędowe leżą na powierzchni erozyjnej różnej genezy i wieku, ścinającej osady od górnej jury po pliocen włącznie. Miąższość czwartorzędu wynosi najczęściej kilka do kilkunastu metrów, maksymalnie ponad 50 m (otw. 51).

a. Plejstocen

Preplejstocen

Do preplejstocenu zaliczono żwiry utworzone z kwarcu i piaskowców karpackich, częściowo wtórnie zanieczyszczone materiałem morenowym z Tyńca (wzgórze Bogucianka). Wypełniały one leje w wapieniach jury (4, 122), położone na wysokości 230–255 m n.p.m. Żwiry te zostały przyniesione z Karpat w czasie, gdy obniżenie pomiędzy Tyńcem i Karpatami było wypełnione osadami miocenu i w związku z tym należy je traktować

jako preglacjalne, lub z okresu nasuwania się lądolodu południowopolskiego, gdy obniżenie to wypełniały osady wynoszone z Karpat.

Złodowacenie południowopolskie

Do złodowacenia południowopolskiego (Sanu) zaliczono gliny zwałowe, piaski i żwiry lodowcowe oraz piaski wodnolodowcowe. Szare lub żółtoszare piaszczyste gliny zwałowe zachowane są szczątkowo w formie izolowanych płatów. Odsłaniają się one jedynie w Bibicach, gdzie wypełniają obniżenie wyerodowane w osadach kampanu. Znane są także z Kobylan, Szczyglic i Tyńca (146, 130, 4) oraz Burowa (otw. 43). Miąższość glin wynosi kilka metrów. W składzie petrograficznym obserwuje się kwarc, skały krystaliczne, piaskowce karpackie, wapienie i krzemienie jurajskie, rzadziej wapienie staropaleozoiczne (skandynawskie) i sporadycznie wapienie miocenne. Głazy narzutowe, stanowiące residuum zniszczonych osadów glacialnych, występują rzadko. Są to różnego rodzaju granity i granitognejsy oraz różowe kwarcyty pochodzenia skandynawskiego. Największy głaz w Ujeździe ma co najmniej 1,8 x 1,6 x 0,8 m. Na uwagę zasługują skały miocenne: piaskowiec z Toń (42) i organodetryczny wapień z Ujazdu.

Piaski lodowcowe są drobno- i średnioziarniste, niekiedy zailone, czasem z wkładkami żwirów. Tworzą one pokrywy na zboczach i wzgórzach wznoszących się do wysokości 360 m n.p.m. Są one szeroko rozprzeszczerzone w południowej części arkusza, na Grzbiecie Tenczyńskim i Pasterniku. Materiał tych piasków jest pochodzenia lodowcowego, być może kemowego (144). Po złodowaceniu południowopolskim były one przemieszczane przez wody płynące, soliflukcję i wiatr.

Piaski wodnolodowcowe są to różnoziarniste piaski ze żwirem utworzonym z kwarcu, skał skandynawskich, z domieszką krzemieni jurajskich. Opisywano je z niedostępnych dla obserwacji odsłonień z doliny Kobylańskiej (gdzie miały miąższość do 7 m), Witkowic i Szczyglic (146, 19, 130).

Interglacjał mazowiecki (wielki)

Do interglacjału mazowieckiego zaliczono żwiry piaszczyste z materiałem karpackim, występujące w północnej części Krakowa pod żwirami wapiennymi ze złodowacenia północnopolskiego (64). Podobne utwory występują w strefie starego przepływu Wisły przez Kryspinów i Wolę

Justowską. W składzie petrograficznym żwirów dominują piaskowce karpackie z domieszką kwarcu (90). Nie można jednak wykluczyć, że osady te mogą pochodzić z interglacjału eemskiego.

Złodowacenie środkowopolskie

Złodowacenie środkowopolskie reprezentują piaski rzeczno-peryglacialne oraz lessy. Piaski rzeczno-peryglacialne, o zróżnicowanym uziarnieniu, zawierają wkładki żwirów i pyłów, które niekiedy tworzą ich nadkład. Występują one w północno-zachodniej części Krakowa (Azory; 125). Należą tu także piaski podścielające lessy, znane ze stanowisk archeologicznych w Piekarch i Krakowie (ul. Spadzista), oraz piaski z domieszką żwiru utworzonego z kwarcu, piaskowców karpackich i skał krystalicznych, wypełniające zagłębienia krasowe w wapieniach jury w Cholerzynie (90). Rozdzielenie osadów piaszczystych złodowaceń środkowo- i północnopolskiego jest bardzo utrudnione.

Lessy związane ze złodowaceniem środkowopolskim stwierdzono w niedostępnym dla obserwacji odsłonięciu w Szczyglicach (130). Występują tu lessy starsze dolne (2,5 m), na których rozwinęła się gleba kopalna typu Tomaszów, datowana metodą TL na 244 ± 36 ka BP (Lub 1046), (91a). Powyżej zalega less starszy górny (8 m).

Interglacjał eemski

Interglacjał eemski reprezentują gleby kopalne typu Nietulisko, rozwinięte na lessach w Szczyglicach, gdzie datowano je metodą TL na 111 ± 15 ka BP (Lub 1047) i w Piekarach (130, 91a), lub na osadach piaszczystych (Ujazd). Z okresem tym mogą wiązać się częściowo osady żwirowo-piaszczyste, występujące w dolinie Wisły.

Złodowacenie północnopolskie

Do złodowacenia północnopolskiego zaliczono piaski rzeczno-peryglacialne, żwiry wapienne oraz lessy. Piaski rzeczno-peryglacialne są drobno- i średnioziarniste, wyraźnie warstwowane, niekiedy z wkładkami żwirów, utworzonych w dolinie Rudawy (Brzezie; 124) głównie z wapieni jurajskich i krzemieni, a w dolinie Wisły z piaskowców karpackich i wapieni jurajskich (126). W pobliżu zboczy występują wkładki piasków gliniastych

i pyłów, które tworzą lokalnie ich nadkład, a we wschodniej części Krakowa przechodzą w lessy. Piaski te budują taras średni, szeroko rozprzestrzeniony w Krakowie, w dolinie Rudawy i w pobliżu Kryspinowa (124, 125). Miąższość tych osadów dochodzi do kilkunastu metrów. W Kryspinowie i Ściejowicach (89, 90) zawierają one florę datowaną na $32\,400 \pm 1100$ lat BP (Gd 1870) i $38\,300 \pm 3600$ lat BP (Gd 2750). Jest możliwe, że omawiane piaski należą częściowo do zlodowacenia śródkowopolskiego.

Żwiry wapienne tworzą głównie wapienie jurajskie z domieszką krzemieni (128). Budują one północną część stożka napływowego Prądnika, stanowiącego część tarasu średniego. Powstały one w klimacie peryglacjalnym, kiedy wietrzenie fizyczne dostarczało do dolin rzecznych duże ilości pokruszonych wapieni jurajskich. Ich podłożem są przeważnie żwiry, utworzone głównie z piaskowców karpaccich, wypełniające dolinę Wisły. Częściowo utwory te mogą reprezentować zlodowacenie śródkowopolskie.

Lessy pochodzące ze zlodowacenia północnopolskiego są dwudzielne (130, 70, 71, 131a). Ich niższą część — less młodszy dolny barwy brunatnordzawej, stwierdzono w Szczyglicach i na Zwierzyńcu w Krakowie. Zachowana miąższość wynosi kilka metrów. W stropie lessów występuje brunatna gleba kopalna i oglejone lessy bagienne (poziom glebowy Komorniki). W Szczyglicach datowano go metodą TL na 30 ± 5 ka BP (Lub 1045) (91a); ponadto zawiera on kości nosorożca, których wiek oznaczono metodą ^{14}C na $23\,400 \pm 500$ lat BP (Gd 2415). Gleby tego poziomu występują w Piekarach, Ujeździe, w Krakowie na Zwierzyńcu i na ul. Spadzistej. Less młodszy górny, typowy eoliczny less barwy żółtej, nieuwarstwiony, przeważnie nieoglejony, jest zazwyczaj wapienisty. Tylko górna partia może być odwapniona. Pokrywa on płaszczem o grubości do ponad 10 m około 1/3 powierzchni omawianego arkusza, leżąc na stokach i wzniesieniach oraz na osadach piaszczystych tarasu średniego (Ściejowice, Ujazd, Wola Justowska). W jego obrębie w Szczyglicach występują pseudomorfozy po wielkich (do 6 m) klinach lodowych i zaburzenia soliflukcyjne. Niekiedy obserwuje się ślimaki: *Succinea oblonga elongata* Sandberger, *Pupilla loessica* Łożek, *Pupilla muscorum* (Linneusz), *Vallonia tenuilabris* (Braun) i *Columella columella* (Martens). Na ul. Spadzistej w Krakowie w lessach występuje nagromadzenie kości mamutów, wykorzystywanych do konstrukcji szałasów przez paleolitycznego człowieka (75). Omawiane lessy osadzały się w okresie 24–15 tysięcy lat BP, na co wskazują daty uzyskane z badań metodą TL ze Zwierzyńca (21 ± 3 i 14 ± 2 ka) oraz datowania ^{14}C z ulicy Spadzistej

— od $21\,090 \pm 170$ lat BP (GrN 6636) do $18\,650 \pm 1050$ lat BP (Ly 631) i Bibic — $14\,800 \pm 300$ lat BP (Ly 3513), (71, 14).

b. Holocen

Do holocenu zaliczono osady budujące niskie tarasy rzeczne (zalewowy i nadzalewowy), których sedymantacja rozpoczęła się po rozcięciu tarasu średniego, około 13–15 ka BP, tj. u schyłku zlodowacenia północnopolskiego. Zalicza się tu także utwory wypełniające obniżenia terenu i piaski eoliczne. Piaski i żwiry budują dolną część profilu niskich tarasów w dolinie Wisły i Rudawy (119, 121) oraz łachy piaszczysto-żwirowe w korycie Wisły. W dolinie Wisły miąższość tych osadów wynosi od 3 do ponad 10 m. W ich obrębie występują pnie drzew, głównie dębów, pochodzące z okresu od 3250 ± 100 lat BP (Gd 2073) do 1320 AD (119, 77, 78). Piaski i żwiry budujące niskie tarasy reprezentują stratygraficznie cały holocen, a ich sedymantacja zaczęła się nie później niż w allerödzie. Prawdopodobnie piaski te i żwiry mogą częściowo pochodzić z okresów starszych. W żwirach doliny Wisły występują przeważnie piaszczyste karpacie z domieszką kwarcu. Na współczesnych łachach mogą być one zanieczyszczone węglem pochodzenia antropogenicznego (118). W dolinie Rudawy (Zabierzów) żwiry budują głównie wapienie jurajskie, rzadziej skały węglanowe paleozoiczne i krzemienie, a w dolinie Dłubni (Michałowice) margle, opoki i czerty kredowe.

Mułki, gliny i piaski aluwialne facji powodziowej budują stropową część tarasów rzecznych w dolinie Wisły i jej dopływów (119, 121, 13). W dolinie Wisły utwory te (mady), barwy szarej lub szarozółtej, mają miąższość 2–4 m. Reprezentują one cały holocen. Najstarsze daty z tego kompleksu to 9390 ± 180 lat BP (H 1458–1031) i 9640 ± 70 lat BP (Gd 1886). Współczesne mady w pobliżu koryta Wisły są silnie zanieczyszczone metalami ciężkimi (mady przemysłowe; 54). W dorzeczu Rudawy oraz w dolinach Prądnika i Dłubni mady są dwudzielne (121, 13). Ich dolna część, zabarwiona substancją organiczną na kolor ciemnoszary (mada organiczna), posiada miąższość 2–3 m. Powstawała ona od 7310 ± 160 lat BP (Gd 2256) do co najmniej 3300 ± 100 lat BP (Gd 2589), a prawdopodobnie do około 1500 lat BP. Podobne utwory występują też miejscami w dolinie Wisły w Krakowie (131a). Mady organiczne zawierają liczną malakofaunę: *Acicula polita* (Hartmann), *Vitrea crystallina* (Müller), *Perforatella bidentata* (Gmelin), *Vallonia pulchella* (Müller), *Cochlicopa lubrica* (Müller), *Carychium tridentatum* (Risso), *Vertigo angustior* Jeffreys i *Valvata*

cristata Müller Powyżej występują żółtawe mady lessowe, o miąższości 1–2 m, powstałe z rozmytych lessów, co spowodowane było antropogenicznym wylesieniem zlewni (121, 13). W madach lessowych występują *Cecilioides acicula* (Müller), *Vallonia pulchella* (Müller), *Vallonia costata* (Müller), *Pupilla muscorum* (Linneusz), *Succinea oblonga* Draparnaud, *Valvata cristata* Müller i *Lymnaea truncatula* (Müller), (13). Martwice wapienne tworzą wkładki o miąższości do 0,5 m w obrębie lub w podłożu mad organicznych. Są one zbudowane ze skupień węgla wapnia o różnym kształcie, zmieszanych z mułem wapiennym. Występują one w Kobylanach, gdzie uzyskano datę 4970 ± 120 lat BP (Gd 2203), oraz Ujeździe i Zielonkach (12, 13). Martwice zawierają bogatą faunę mięczaków: *Anisus crystallina* (Millet), *Carychium tridentatum* (Risso), *Vitrea crystallina* (Müller), *Aegopinella pura* (Alder) i *Cochlicopa lubrica* (Müller).

Torfy niskie występują głównie w dolinach Sanki, Rudawy, Wisły i Wilgi (148, 64). Największe torfowisko w Cholerzynie rozwinięte jest w obniżeniu terenu. Ma ono miąższość 3,8 m i sporadycznie zawiera wkładki gyti (83). Torfy występujące zazwyczaj na powierzchni, niekiedy są przykryte częściowo (Zabierzów) lub całkowicie (Skala Krnity koło Zabierzowa, Rondo Mogiłskie i ogród botaniczny w Krakowie; 16, 88) madami. W torfowiskach przeważa torf turzycowo-trzcinowy (*Cariceto-phragmiteti*), ponadto występują torfy olchowe (*Alneti*), turzycowo-mszyste (*Caricetobryaleti*) i inne. Średni stopień rozkładu wynosi 30–65%. Sedymentacja torfu z Cholerzyna rozpoczęła się 8260 ± 60 lat BP (Gd 3092), a z Krakowa (ul. Piastowska) w młodszym dryasie, a być może nawet w allerödzie (83, 88). Torfy na terenie Krakowa (64) są częściowo zniszczone przez zabudowę i utlenione.

W starorzeczach doliny Wisły występują bardzo plastyczne osady ilasto-mułkowe, niekiedy laminowane (119). W stanie świeżym są one zabarwione hydrotroilitem na kolor czarny; po jego utlenieniu stają się szare, a potem żółtawe. Miąższość wynosi do 3,5 m. W starych meandrach są one przykryte przez mady. Datowania z Bielana wykazały wiek 6700 ± 150 i 2080 ± 70 lat BP (Gd 2361 i Gd 5037).

Piaski eoliczne są przeważnie gruboziarniste o wyraźnie zmatowiałych ziarnach. Tworzą one niewielkie, częściowo wyeksploatowane wydmy. Rozwijają się na tarasie średnim (Tyniec, Ściejowice) i na piaskach lodowcowych, pokrywając wzgórze w Kobierzynie i Rącznej, gdzie zawierają wkładkę torfu datowaną na 700 ± 50 lat BP (Gd 5273).

W dnach wąwozów i mniejszych dolin rzecznych występują namuły, piaski i żwiry, powstałe na skutek rozmywania różnorodnych osadów budujących zbocza.

B. TEKTONIKA

Zaburzenia tektoniczne, obserwowane w utworach powierzchniowych w obrębie arkusza Kraków, pochodzą głównie z trzeciorzędu. Zaburzenia starsze mają niewielkie znaczenie. Z tektoniką laramijską wiąże się małe, w terenie niemierzalne, nachylenie osadów jury i kredy ku północnemu wschodowi. Granica powstałej w tym okresie niecki nidziańskiej i monokliny śląsko-krakowskiej przyjmowana jest umownie, zgodnie z przebiegiem wychodni kredy (Garliczka – Witkowice). Niepokój tektoniczny w czasie sedymentacji cenomanu, turonu i senonu, przejawiający się nierównomiernym dźwiganie poszczególnych bloków, powodującym ściśnięcie osadów przez kolejne powierzchnie abrazyjne i niewielkie uskoki (1, 4, 18), wiąże się z fazą austrijską i subhercyńską. Zaburzenia związane z fazą młodokimeryjską polegają na nieznacznym nachyleniu całego obszaru ku NE i są w terenie niemierzalne (123).

Analiza mapy geologicznej i szkicu geologicznego odkrytego (tabl. II) wskazuje, że trzeciorzędowa tektonika jest uskokowa i pozwala na wydzielenie kilku większych jednostek. Zaczynając od północy można wyróżnić: płytę ojcowską, rów krzeszowicki, zrąb pasma tenczyńskiego, zapadlisko cholerzyńskie, zrąb Lasu Wolskiego i inne.

Płyta ojcowska zbudowana jest z wapieni oksfordu, przykrytych osadami kredy, których znaczenie wzrasta w miarę przesuwania się ku wschodowi. Lokalnie obserwuje się tu ility i piaski badenu oraz osady paleogenu.

Od południa uskoki schodowe o kierunkach W-E i NWW-SEE oddzielają ją od rowu krzeszowickiego. W zachodniej części arkusza ich zrzut, obliczony z położenia granicy kelowej/oksford, wynosi około 300 m (patrz przekrój geologiczny) i jest o około 80 m większy niż wynikający z położenia paleogeńskiej powierzchni zrównania (117). Wysunięte ku południowi wystąpienie jury w rejonie Bolechowic jest załomem uskokowym. Tektonika wschodniej części płyty w rejonie Wielkiej Wsi – Giebułtowa jest słabo poznana ze względu na zakrycie terenu. Płyta ojcowska należy do monokliny śląsko-krakowskiej, a obszar położony na południe od niej stanowi część zapadliska przedkarpackiego (18).

Rów krzeszowicki stanowi równoleżnikowe zapadlisko wypełnione osadami badenu i kredy, rozpoznane od zachodniej granicy arkusza po Pasternik. Na Pasterniku rów jest najgłębszy, strop jury znajduje się na wysokości około 90 m, a miąższość miocenu wynosi prawie 180 m (10,

117). Dalszy przebieg rowu ku wschodowi jest nierozpoznany. Płytkie występowanie jury i kredy w otworach w północnej części Krakowa wyklucza związek rowu z obniżeniem tektonicznym we wschodniej części Krakowa. Uskoki schodowe, ograniczające od południa rów krzeszowicki, mają kierunek zbliżony do W-E. W Zabierzowie, gdzie zrzuć wynosi około 110 m, zmienia się on na NWW-SEE, a następnie na NW-SE.

Zrąb Pasma Tenczyńskiego, położony pomiędzy rowem krzeszowickim i zapadliskiem cholerzyńskim, budują wapienie oksfordu przykryte w części wschodniej przez margle senonu. W części zachodniej ma on kierunek W-E. W rejonie Zabierzowa struktura ta skręca ku SE, staje się coraz węższa i na wschód od Mydlnik zanika. Północna krawędź zrębu, w kamieniołomie w Zabierzowie, jest najsilniej zaburzona strefą uskokową obserwowaną na arkuszu (41, 42). W miejscowości tej pasmo tenczyńskie rozcina kilka kopalnych dolin, wypełnionych łami badenu, a niekiedy paleogenem (42). Od południa Pasma Tenczyńskie ograniczają uskoki schodowe o przypuszczalnym zrzucie około 200 m.

Zapadlisko cholerzyńskie położone jest pomiędzy zrębami Pasma Tenczyńskiego i zrębem Lasu Wolskiego na południowym wschodzie. Stanowi on wschodnią część zapadliska Cholerzyn - Półwieś, rozciągającego się w kierunku NE-SW (34). Wypełniają je ility miocenu o miąższości około 100 m (otw. 68). W zapadlisku znajdują się drugorzędne zręby, czy też wyniesienia, zbudowane z wapieni oksfordu.

Zrąb Lasu Wolskiego stanowi wzniesienie zbudowane z wapieni oksfordu. Od północy jest ograniczony uskokami schodowymi i krawędziami morfologicznymi o kierunku NWW-SEE i W-E i jest dźwignięty w stosunku do zapadliska cholerzyńskiego o około 100 m. Podobne krawędzie o kierunku SWW-NEE zaznaczają się w części południowej. W Przegórzach zrąb jest przecięty uskokiem o kierunku N-S i rozcięty doliną erozyjną, której południową część wypełnia baden. Liczne uskoki zaznaczają się na Bielanych, gdzie dokumentują je wystąpienia senonu (42). Strefa ta jest obniżona tektonicznie w stosunku do szczytowej partii zrębu o około 120 m.

Tektonika północno-wschodniej części arkusza jest słabo poznana. Na północ od Bibic i w Michałowicach występują osady kampanu. Pomiędzy Zielonkami, Bibicami i Węgrzcami znajduje się zapadlisko o kierunku SW-NE, wypełnione osadami miocenu aż po poziom gipsowy włącznie. Różnice w hipsometrycznym zaleganiu granicy jura/kreda w wierceniach wskazują na istnienie tu dużych uskoków. Osady jury i kredy odsłaniające się w Witkowicach budują zrąb tektoniczny, a położona

dalej na południe wschodnia część Krakowa, jest obniżona w stosunku do niego o około 150 m.

W centrum Krakowa w kilkunastu punktach stwierdzono pod czwartorzędem występowanie wapieni oksfordu i margli kredowych otoczonych ilami miocenu. Szczegółowsza interpretacja tektoniczna jest możliwa tylko w centrum miasta, gdzie opracowano stratyografię dla szeregu wierceń i zdjęcie grawimetryczne (127, 37). Szczegółowiej poznano zręby: śródmieścia, obejmujący obszar położony na północ od ul. Franciszkańskiej w granicach Plant, zbudowany z wapieni jury przykrytych miejscami osadami senonu, oraz Wawelu i Skalki, zbudowanych z wapieni jury przykrytych lokalnie wapieniami ostrygowymi (127, 37, 63, 61). Na zrębach śródmieścia i Skalki występuje niekiedy (otw. 57, 74) cienka pokrywa ilów warstw skawińskich (zona IIA). Są one ograniczone zapadliskami wypełnionymi miocenem, a zrzuty uskoków dochodzą do 80 m. Dalsze zręby stwierdzone metodami grawimetrycznymi (37), zostały potwierdzone nielicznymi archiwalnymi wierceniami. Nie można wykluczyć, że część z nich stanowią wyniesienia morfologiczne.

W południowej części arkusza występuje szereg drobnych zrębów i rowów tektonicznych. Wzgórza tyńskie ograniczone są szeregiem uskoków i pocięte przez nie (4, 92). W części południowej mają one charakter schodowy (patrz przekrój geologiczny), a ich sumaryczny zrzut wynosi około 60 m. Obniżenie położone na północny wschód od Tyńca jest wypełnione osadami badenu po poziom gipsowy włącznie, spod których wznosi się wzgórze Winnica, uważane za zrąb tektoniczny. Podobny charakter ma płytkie wystąpienie wapieni jury pod osadami badenu, w dnie doliny Wisły na południe od Bielán (patrz przekrój geologiczny).

Wzgórza położone pomiędzy Kostrzem, Pychowicami i Zakrzówkiem są zrębami tektonicznymi przedzielonymi przez rowy wypełnione ilami badenu. Ograniczające je uskoki widoczne są najlepiej w Kostrzu i Pychowicach, gdzie dokumentują je różnice w hipsometrycznym zaleganiu osadów kredy. Tektonika południowo-wschodniej części arkusza jest słabiej poznana. Zrębem tektonicznym o kształcie zbliżonym do prostokąta jest obszar Podgórze, ograniczony ze wszystkich stron uskokami. Zrzuty wynoszą od kilkudziesięciu do 200 m. W obrębie zrębu zaznaczają się uskoki widoczne szczególnie dobrze w rezerwacie geologicznym Bonarka. Zrębem tektonicznym jest także wystąpienie wapieni oksfordu w Kurdwanowie. Od północy i południa ograniczone jest ono schodowymi uskokami o zrzutach rzędu 70 i 130 m.

Opisane uskoki mają charakter normalny i progowy, a ich powstanie nastąpiło w warunkach tensji (34, 123). Przesunięcia poziome są opisywane z wapieni jurajskich jedynie na Kapelance koło Dębnik, ale problem ten jest dyskusyjny (34, 51, 55, 80). Poziome przesunięcia, występujące niekiedy w ilach warstw skawińskich, manifestują się poziomymi lustrami i rysami tektonicznymi (127). W strefach uskokowych zaznacza się zbrekcjowanie, co widoczne jest w wapieniach jury i w ilach warstw skawińskich (127). Warstwy skalne leżą poziomo. Nachylenie w wapieniach jury do 30° wiąże się ze strukturami sedymentacyjnymi (117, 39, 96). Przy uskockach obserwuje się niekiedy nachylenie warstw, a sporadycznie zafałdowania (48).

Na arkuszu Kraków spękania ciosowe w wapieniach jury (147) należą do dwóch systemów o kierunkach 70–115° i 175–215° oraz 115–175° i 40–75°. W marglach senonu oraz w ilach i piaskowcach badenu należą one głównie do pierwszego systemu.

Uskoki są głównie wieku trzeciorzędowego i należą do kilku generacji, których ściśle datowanie jest możliwe w wyjątkowych przypadkach. Datowanie utrudnia zanikanie uskocków przy przejściu do bardziej plastycznych osadów — z jury do senonu (34, 42), a zapewne także z mezozoiku do ilów miocenu. Uskoki nie zaznaczające się w morfologii terenu (starsze od paleogeńskiej powierzchni zrównania; 34, 123), występują na granicy płyty ojcowskiej i rowu krzeszowickiego (patrz przekrój geologiczny), która w tym czasie została założona, a następnie odmładzana. Uskoki przecinające osady jury, kredy i badenu (w tym także gipsy) na Pasterniku i w rejonie Węgrzec, ścięte następnie plioceńską powierzchnią zrównania, są od nich młodsze i być może powstały na pograniczu badenu i sarmatu, kiedy to w Niece Nidziańskiej miała miejsce główna faza uskokowa (117). Należy oczekiwać również istnienia badeńskich uskocków synsedymentacyjnych (18, 7). Z trzeciorzędową tektoniką wiąże się obecność epigenetycznej sylifikacji i pirytyzacji stropowej części wapieni jurajskich (92, 36).

Rzeźba podczwartorzędowa na terenie arkusza pokrywa się generalnie z rzeźbą współczesną. Wyjątkiem jest kopalna dolina, biegnąca od Bielan i Kryspinowa, na północ od Lasu Wolskiego w kierunku Olszanicy i na południe od Mydlnik w stronę Krakowa. Jest ona wypełniona osadami czwartorzędowymi (złodowacenie północnopolskie i interglacjał wielki), których miąższość może nawet przekraczać 50 m (otw. 51). Rozcięcia erozyjne w stropie ilów miocenu zaznaczają się również w północnej części Krakowa, gdzie wiążą się z Prądnikiem, oraz w południowej części miasta pod doliną Wilgi (65).

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

Stratygrafia				Ruchy górotwórcze		U t w o r y (opis litologiczny)	Procesy geologiczne		Charakterystyka surowcowa	Charakterystyka hydrogeologiczna	Charakterystyka geologiczno-inżynierska	
Sys-tem	Od-dział	Pod-od-dział	Piętro	Oro-ge-neza	Faza		na wierzcho- winach i na stokach	w dolinach i w obniże- niach				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
C z n o w e j m a p y g e o l o g i c z n e j P o l s k i	P o d l e g o c z n o s t r o n o w e j m a p y g e o l o g i c z n e j P o l s k i	H o l o c e n n e j m a p y g e o l o g i c z n e j P o l s k i	Złodowacenie północnopolskie Stadiał główny	a	k	Namuły, piaski i żwiry den dolinnych - f_{nQ_h}		Sedymentacja rzeczna		Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 0-3 m. Wahania poziomu duże. Duże zanieczyszczenia	Torfy, namuły, iły, gliny, mułki starorzeczny i dolin rzecznych nie nadają się do bezpośredniego posadowienia, jak również piaski i żwiry, sypkie, luźne. Warunki geologiczno-inżynierskie dodatkowo niekorzystne z uwagi na płytkie występowanie wody gruntowej	
						Piaski eoliczne - e_{pQ_h}	Przewiewanie	piasków, tworzenie się wydm	Piaski budowlane o znaczeniu lokalnym			
						Torfy niskie- tn_{Q_h}	Wietrzenie oraz denudacja i rozwój rozcięć erozyjnych, szczególnie intensywne po wylesieniu	Sedymentacja rzeczna, lokalnie organiczna. Formowanie się tarasu zalewowego i nadzalewowego. W obniżeniach i pod stokami sedymentują deluwia	Torfy bez znaczenia gospodarczego	Grube kru-szywo naturalne	Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 0-5m. Silne wahania poziomu. Zasobność duża; wody żelaziste. W dolinie Wisły antropogeniczne zanieczyszczenia	Korzystne warunki budowlane w miejscach głębszego położenia zwierciadła wody. Wymagają każdorazowo badań
						Martwica wapienna - mt_{Q_h}						
						Iły i mułki starorzeczy - li_{imQ_h}						
						Mułki, gliny i piaski (mady) - f_{maQ_h}						
						Piaski i żwiry rzeczne - $f_{pżQ_h}$						
							Degradacja wieloletniej zmarzliny około 13-15 ka BP	Rozcięcie tarasu śred-niego				
						Lessy górne - $12_{Q_p^4}$						
						Gleby kopalne - $gl_{Q_p^4}$			Lessy jako surowiec schudzajacy	Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 5-20 m. Zasobność mała, wahania poziomu duże	Grunty makroporowate, lokalnie o nietrwałej strukturze (stropowa część) i zmiennej konsystencji. Warunki budowlane na ogół korzystne, lokalnie niekorzystne (utwory plastyczne i miękkoplastyczne), wymagają każdorazowo badań	
						Lessy dolne - $11_{Q_p^4}$						
						Żwiry - $z_{Q_p^4}$	Wietrzenie i denudacja w klimacie peryglacjalnym. Procesy soli-flukcji	Sedymentacja rzeczna. Tworzenie się tarasu śred-niego. W obniżeniach tworzenie się piasków peryglacjalnych		Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 5-20 m. Zasobność duża, wahania małe	Grunty średnioza-gęszczone lub zagęszczone; warunki budowlane korzystne	
						Piaski i żwiry rzeczno-peryglacjalne - $f_{pżQ_p^4}$						
									Piaski budowlane o znaczeniu przemysłowym	Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 5-15 m. Zasobność duża, wahania średnie	Grunty średnioza-gęszczone lub zagęszczone, warunki budowlane korzystne, utrudnienia dla budownictwa w miejscach lokalnego, płytszego występowania zwierciadła wody gruntowej	
						Gleby kopalne - $gl_{Q_p^{3-4}}$	Wietrzenie i denudacja	Sedymentacja rzeczna w warunkach klimatu interglacjalnego				
						Lessy górne - $12_{Q_p^3}$						
						Gleby kopalne - $gl_{Q_p^{1-2}}$						
						Lessy dolne - $11_{Q_p^3}$						
						Piaski i żwiry rzeczno-peryglacjalne - $f_{pżQ_p^3}$	Wietrzenie i denudacja w klimacie peryglacjalnym	Sedymentacja rzeczna. W obniżeniach tworzenie się piasków peryglacjalnych	Piaski budowlane o znaczeniu lokalnym	Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 2-15 m. Wahania średnie, zasobność średnia	Grunty średnioza-gęszczone lub zagęszczone, warunki budowlane korzystne	
						Piaski i żwiry - $f_{pżQ_p^{2-3}}$	Wietrzenie i denudacja	Sedymentacja rzeczna w warunkach klimatu interglacjalnego	Grube kru-szywo naturalne	Wody porowe. Zwierciadło na głęb. 10-15 m. Wahania małe, zasobność bardzo duża		
						Piaski i żwiry lodowcowe - $g_{pżQ_p^2}$	Erozja i denudacja	Topienie się lądolodu i sedymentacja glacialna		Wody porowe. Zwierciadło wody na głęb. 2-5 m. Zasobność niska, wahania duże		
						Gliny zwałowe - $g_{Q_p^2}$	Nasunięcie się lądolodu					

C. ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Rozwój budowy geologicznej ilustruje tabela 1; ponadto jest on omówiony w oddzielnym artykule (123).

IV. CHARAKTERYSTYKA SUROWCÓW MINERALNYCH

Na terenie arkusza surowcami o znaczeniu przemysłowym są wapienie jurajskie, ily miocenne oraz piaski i żwiry czwartorzędowe (tab. 2, tabl. III).

Wapienie jurajskie wykazują stosunkowo wysoką zawartość CaO i niską zanieczyszczeń oraz zmienne właściwości techniczne (57, 134). Są one wykorzystywane na małą skalę w Zabierzowie do produkcji kredy technicznej i nawozowej. Wapienie z Zakrzówka użytkowano dawniej do produkcji sody. Dla celów tych rozpoznano skreślone z bilansu złoża Zabiedzenie i Wzgórze św. Piotra. Wapienie jurajskie nadają się także do produkcji wapna palonego i były wykorzystywane w Rzęsce, Mydlnikach, Tyńcu, Pychowicach, Krakowie (kamieniołom Liban) i Korzkwi. Wapienie jurajskie z rejonu Krakowa, głównie odmiany ławicowe z krzemieniami, od średniowiecza stosowano jako kamień łamany i dla celów dekoracyjnych (57).

Wychodnie wapieni jurajskich i złoża, poza rejonem Zabierzowa, położone są w obrębie parków krajobrazowych lub zabudowy miejskiej. Kamieniołomy z wyjątkiem Zabierza są nieczynne, a zakłady przerabiające surowiec zlikwidowane (110).

Krzemienie towarzyszące wapieniom ławicowym oksfordu wybierano z urobku na Zakrzówku. Po usunięciu kory można z nich uzyskać kulaki i materiały ściernie (113, 136). Krzemienie zawarte w osadach trzeciorzędowych (Rączna) są mniej jednorodne i bardziej zwietrzałe.

Iły miocenne (warstw skawińskich) eksploatowane są jedynie w Zielonkach. Wykazują one wysoką skurczliwość wysychania i wodę zarobową (57, 134, 142). Jest to surowiec plastyczny, wymagający schudzenia, przeważnie wrażliwy na suszenie. Iły z Zielonek nadają się do wyrobów cienkościennych. W okresie dawniejszym eksploatowano ily miocenu w Krakowie (złoża Bonarka – Łagiewniki, liczne dawne wyrobiska w południowej części miasta). Ze względu na położenie wychodni w strefie zabudowanej lub w jej pobliżu, nie są one surowcem perspektywi-

Wykaz złóż udokumentowanych

Nr wg tabl. III	Nazwa złoża	Rodzaj surowca	Wiek surowca	Kategoria zasobów. Rodzaj opracowania
5	Zabierzów	wapienie skaliste i ławicowe	J	B + C ₂ dokumentacja geol.
7	Wzgórze św. Piotra	wapienie ławicowe i skaliste	J	C ₂ dokumentacja geol.
8	Zakrzówek*	wapienie ławicowe	J	B + C ₁ dokumentacja geol.
3	Zielonki	iłły i lessy	M + Q	C ₁ + C ₂ dokumentacja geol.
4	Zielonki II	iłły i lessy	M + Q	C ₁ dokumentacja geol.
9	Bonarka – Łagiewniki*	iłły	M	karta rejestracyjna
1	Przybysławice	piaski	Cr	karta rejestracyjna
2	Przybysławice II	piaski	Cr	karta rejestracyjna
6	Budzyń	piaski	Q	C ₁ dokumentacja geol.

* W roku 1991 zakład zlikwidowano

** Zasoby na dzień 31.12.1989 r.

cznym. Lessy są surowcem średnio i mało plastycznym o niskiej skurczliwości. W Zielonkach są one surowcem uzupełniającym, używanym do schudzania łtów miocenu.

Piaski rzeczno-peryglacjalne o znaczeniu surowcowym występują w Budzynie i Kryspinowie. Dolną część złoża stanowią piaski i żwiry, górną piaski. Materiał po odsianiu nadziarna nadaje się do zapraw i wypraw, a po usunięciu pyłów także do betonów. Wschodnia część złoża Budzyń znajduje się w końcowej fazie eksploatacji. Brak jest perspektyw rozpoznania nowych zasobów.

Dla celów lokalnych wydobywane są piaski cenomanu w Przybysławicach (20), nadające się do celów budowlanych. Dawniej wykorzystywano osady żwirowo-piaszczyste z holocenijskich tarasów Wisły (Scie-

Tabela 2

i zarejestrowanych

Zasoby w tys. t lub m ³ **	Zastosowanie	Kopaliny towarzyszące	Miejsce przechowywania dokumentacji. Rok jej opracowania
4 312 t	przemysł chemiczny	–	Urząd Miasta Krakowa, 1965
11 151 t	przemysł chemiczny	–	Przedsiębiorstwo Geologiczne Kraków, 1965
15 838 t	przemysł chemiczny	krzemienie	Urząd Miasta Krakowa, 1972
3 592 m ³	ceramika budowlana	–	Urząd Miasta Krakowa, 1983
1 176 m ³	ceramika budowlana	–	Urząd Miasta Krakowa, 1986
1 484 m ³	ceramika budowlana	–	Urząd Miasta Krakowa, 1966
20 t	budownictwo	–	Urząd Miasta Krakowa, 1977
80 t	budownictwo	–	Urząd Miasta Krakowa, 1981
2 598 t	budownictwo	–	Urząd Miasta Krakowa, 1980

owice, Jeziorzany, Bielany; 119) i z samego koryta. Ze względu na zabudowę i małą szerokość doliny, brak jest terenów perspektywicznych. Pozostałe po eksploatacji stawy użytkowane są dla celów rekreacyjnych (Kryspinów), lub też zasługują na takie wykorzystanie (staw Bagry w Podgórzu, Ściejowice).

W okresie dawniejszym wydobywano (58, 110): w Bonarce (lata 1885–1929) margle santonu i niższej części dolnego kampanu, stosowane do wyrobu cementu, gipsy w Płaszowie, Łągievnikach, Podgórzu i Skotnikach, mady rzeczne, stosowane do produkcji cegieł, w Przegorzalach, piaski akumulacji lodowcowej w Prokocimiu i rzecznej w Płaszowie, używane do produkcji cegły wapienno-piaskowej. Nie są one obecnie wykorzystywane i nie rodują żadnych perspektyw. To samo dotyczy torfów

z Cholerzyna. Ze względu na położenie potencjalnych surowców na terenie parków krajobrazowych i w obrębie zabudowy, z punktu widzenia surowcowego arkusz nie jest perspektywiczny.

Znaczna część arkusza położona jest na terenie Jurajskich Parków Krajobrazowych. Ponadto znajduje się tu kilka rezerwatów. Obejmują one Bramę Bolechowicką i Skałę Kmity koło Zabierzowa oraz Panieńskie Skały i okolice Przegorzał w Lesie Wolskim, a także okolice Tyńca (tabl. III). Jest w nich chroniona roślinność i częściowo formy skalne. W rezerwacie geologicznym „Bonarka” w Krakowie obiektem ochrony są uskoki i powierzchnia abrazyjna senonu na wapieniach jurajskich. Parkiem miejskim jest „Las Wolski”.

Cały obszar arkusza położony jest na terenie kłęski ekologicznej. Zanieczyszczenia powietrza pochodzą głównie z terenu województwa katowickiego, a w przypadku południowo-zachodnich i wschodnich wiatrów — z położonych w pobliżu Krakowa elektrowni w Skawinie, elektrociepłowni w Łęgu i huty w Nowej Hucie. Źródłem zanieczyszczeń są również pojazdy mechaniczne oraz lokalne kotłownie. Wody Wisły zanieczyszczone są w dużym stopniu przez ścieki komunalne i przemysłowe pochodzące z górnej części dorzecza. Wyraża się to na przykład wysokimi zawartościami metali ciężkich, a także związków bitumicznych we współczesnych osadach Wisły (mady przemysłowe; 54, 119). Wody jej dopływów zanieczyszczają w dużym stopniu ścieki, odprowadzane przez poszczególne gospodarstwa. Na terenie całego arkusza znajdują się bardzo liczne „dzikie” wysypiska śmieci.

V. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

Skomplikowana budowa geologiczna arkusza sprawia, że warunki hydrogeologiczne są różnorodne i złożone (tab. 1, tabl. IV). Znaczenie użytkowe mają głównie piętra wodonośne czwartorzędowe i jurajskie, w mniejszym stopniu kredowe, a najmniejszym trzeciorzędowe. Wody w wapieniach dewonu i w piaskowcach środkowej jury nie mają praktycznego znaczenia.

Górnojurajski poziom wodonośny (63, 61, 58) występuje w spękanych i częściowo skrasowiałych wapieniach, pociętych uskokami, tworzących szereg zrębów i rowów tektonicznych. Powoduje to istnienie oddzielonych od siebie zbiorników, w których zwierciadło wody występuje na różnych

poziomach. Tylko bezpośrednie sąsiedztwo zrębów i rowów tektonicznych sprzyja więziom hydraulicznym, co znajduje odbicie m. in. w zbliżonym poziomie położenia zwierciadła wód podziemnych.

Na układ ciśnień piezometrycznych w wapieniach górnej jury wpływają strefy zasilania — północny i częściowo zachodni pas występowania jury (poziom zwierciadła naporowego na 250–300 m n.p.m.) i strefy drenażu, którymi są rowy i zręby w centralnej i południowej części obszaru (zwierciadło wód podziemnych poniżej 220 m n.p.m.). Wody jurajskie oddawane są tu do utworów czwartorzędowych i cieków powierzchniowych, bądź też są punktowo eksploatowane. W zachodniej części Krakowa, w otworach (otw. 55, 55a, 60) wykonanych w zapadliskach wypełnionych ilami warstw skawińskich, występuje artezyjski poziom wodonośny (samowypływ na wysokość 12–22 m nad poziomem terenu).

W wapieniach jury, występujących na powierzchni jako odosobnione wzgórza różnej wielkości, będących zrębami tektonicznymi, spotyka się wody o zwierciadle swobodnym. Wykazują one kontakty z wodami powierzchniowymi lub z wodami piętra czwartorzędowego. Zwierciadło wód w obrębie wapieni jurajskich w zrębach układa się na różnych wysokościach (220–375 m n.p.m.). Na taki układ ma wpływ morfologia terenu i litologia wapieni oraz obecność lub brak kontaktów z drenującymi utworami czwartorzędu i ciekami powierzchniowymi. Zwierciadło wód, szczególnie w obrębie wzgórz jurajskich, ulega dużym wahaniom sezonowym (4,1–9,0 m). Termika wód potwierdza wyraźny związek z opadami i ich infiltracją do masywów wapieni.

Źródła jurajskie charakteryzują się zmienną wydajnością związaną z opadami. Wydajność pojedynczych studzien wierconych wynosi 0,5–35 m³/h. Wody z utworów jurajskich należą ogólnie do słodkich. Chemizm tych wód, pochodzących z wierceń, jest zróżnicowany. Wody w obrębie wyniesionych morfologicznie zrębów, o stosunkowo łatwych kontaktach hydraulicznych z powierzchnią terenu, należą do wód słodkich i półsłodkich (sucha pozostałość do 0,8 g/l). Wody występujące w płytkich rowach tektonicznych i na skłonach zrębów pokrytych nieprzepuszczalnymi ilami miocenu, bądź w obrębie zrębów wyraźnie odizolowanych, charakteryzują się podwyższoną mineralizacją (sucha pozostałość w granicach 1,5–2 g/l) i podwyższoną zawartością SO₄. Wody w rowach tektonicznych, gdzie wapienie jurajskie przykryte są ilami miocenu dużej miąższości, wykazują suchą pozostałość do 5 g/l; dominują jony SO₄, Na i Cl.

Wody w utworach kredowych mają znaczenie w NE części arkusza. Stwierdzono je otworami wiertniczymi i w źródłach. Nieprzepuszczalne podłoże dla tych wód stanowią margle santonu. Zwierciadło wód pod-

ziemnych leży na 230–300 m n.p.m. Wydajność pojedynczego otworu studziennego wynosi 13–60 m³/h. Mineralizacja wód kredowych jest niska (sucha pozostałość do 1 g/l).

Wody w utworach trzeciorzędowych są słodkie, związane z warstwami grabowieckimi i piaskami bogucickimi, lub zmineralizowane — związane z serią gipsową. Poziom wód słodkich ograniczony jest do SE części arkusza (Prokocim). Ujmujące je otwory studzienne wykazują wydajność 10–30 m³/h. Wody są słodkie z podwyższoną zawartością żelaza i należą do typu HCO₃–Ca–Mg. Wody piasków bogucickich występujące blisko wychodni zawierają tryt, co wskazuje na współczesne zasilanie. Poziomy głębsze wyraźnie izolowane nie zawierają trytu, a pomiary ¹⁴C sugerują wiek tych wód na 3000–4000 lat.

Z poziomem gipsowym badenu wiążą się wody mineralne uzdrowiska Mateczny w Krakowie (otw. 83; 63), występujące w piaskach paleogenu i w spękanych wapieniach miocenu, przykrytych przez ropy warstw skałkowych. Znajdują się one pod ciśnieniem dającym samowypływ około 3–10 m nad powierzchnię terenu. Wody te o mineralizacji około 2,5 g/l określa się jako siarczkowe solanki glauberskie. Wiołojonowa woda typu SO₄–Cl–Na–Mg–Ca jest używana do celów balneologicznych, a po usunięciu H₂S i nasyceniu CO₂ jako woda stołowa. Są to w większości wody infiltracyjne i w świetle badań izotopowych wiążą się z końcem ostatniego glacjału (ponad 10 000 lat). Tylko w jednym z odwiertów skład izotopowy wskazuje na częściowe zasilanie współczesne.

Wody w utworach czwartorzędowych poznano najlepiej, zwłaszcza w granicach wielkiego Krakowa. Główny poziom wodonośny wiąże się z obszarem kopalnej doliny (pradoliny Wisły), gdzie wody występują w utworach żwirowo-piaszczystych wieku plejstocénskiego, a w pobliżu koryta Wisły także holocénskiego. Poziom ten, o dużym rozprzestrzenieniu, ma podstawowe znaczenie dla zaopatrzenia w wodę (tabl. IV). Utwory wodonośne osiągają w kopalnej dolinie Wisły i w obrębie stożka Prądnika miąższość do kilkunastu metrów, w znacznej mierze uzależnioną od urzeźbienia podłoża (ropy miocenu). Największe miąższości występują w obrębie dawnych nurtów Prawisły i Prądnicy, najmniejsze we współczesnym korycie Wisły, a szczególnie w jej odcinku przełomowym (Tyniec – Puchowice – Wawel – Skalka) i na brzegach pradoliny.

Wydajności otworów studziennych są zróżnicowane i wynoszą 5–70 m³/h. Większe wartości obserwuje się w obszarach o dużej miąższości utworów piaszczysto-żwirowych. Wody te charakteryzują się wysoką i zróżnicowaną mineralizacją (sucha pozostałość w granicach 0,3–3,5 g/l, niekiedy nawet wyższa), co wiąże się z dopływem wód z miocenu. W sil-

niej zmineralizowanych wodach zwykle przeważa SO_4 , lub są to wody o charakterze mieszanym — wielojonowe (SO_4 , HCO_3 , Cl , występujące w mniej więcej równych proporcjach). Często zaznacza się duża zawartość żelaza (do 0,015 g/l).

Poziom wód układa się na głębokościach od 0 do ponad 10 m poniżej terenu, co w głównej mierze zależy od morfologii i zasięgu oddziaływania czynnych ujęć. Spiętrzenie Wisły stopniem wodnym w Dąbiu (do 4 m) spowodowało podniesienie zwierciadła wody na terenie miasta, co następnie zmusiło na niskim tarasie do prowadzenia odwodnienia za pomocą barier studni (tabl. IV). Wahanie zwierciadła wody wynoszą 0,5–4,0 m i są wyraźnie uzależnione od opadów i odległości od Wisły. W środkowej i południowej części arkusza wody występują także w lessach i w osadach pylasto-piaszczystych holocenu.

Cieki powierzchniowe drenują wody podziemne czwartorzędu i wody innych pięter. Tylko w obrębie stożka napływowego Prądnika istnieją odcinki cieków zasilające wody podziemne; nie odwzorowano ich kartograficznie z uwagi na skalę mapy i przyjęte moduły hydroizohips. Wody Sanki i Rudawy są ujmowane dla celów komunalnych.

VI. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Warunki geologiczno-inżynierskie korzystne dla budownictwa dominują głównie w środkowej i północnej części arkusza (tabl.V). Są to rejony występowania gruntów lessowych w strefie przypowierzchniowej, pozostających w twardoplastycznym i półzwarłym stanie konsystencji. W sąsiedztwie przewarstwień piaszczystych, w zagłębieniach terenu i w przypadku zawodnienia, stan konsystencji lessów może być plastyczny lub miękkoplastyczny. Lokalnie struktura lessów w ich stropowej części jest nietrwała, występują zjawiska sufozji i spełzywania, stwarzając utrudnienia dla budownictwa. Korzystne warunki budowlane posiadają średnio zagęszczone piaski zlodowceń środkowo- i północnopolskiego, o ile zwierciadło wody leży głębiej niż 2 m.

Korzystne dla budownictwa są także rejony występowania ilów miocenu. Ich konsystencja na głębokościach około 1–3 m jest na ogół twardoplastyczna, głębiej półzwarła. Własności ilów twardoplastycznych najczęściej są następujące: wilgotność — 27–36%; pozorny kąt tarcia wewnętrznego — 9–15°; pozorna spójność — 0,3–0,6 MPa; moduł odkształcenia — 10–40 MPa. Iły półzwarłe wykazują najczęściej: wilgotność

około 26%; pozorny kąt tarcia wewnętrznego — 14° i pozorną spójność — 0,6 MPa.

Utwory skaliste jury i kredy, a także obszary występowania zjawisk krasowych w wapieniach jury, nie stwarzają utrudnienia dla budownictwa, jeżeli spadki terenu wynoszą poniżej 12%. Wapienie jury posiadają ciężar objętościowy około 23,3–26,0 kN/m³ i wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie około 48–82 MPa. Dla opok i margli senonu wartości te wynoszą odpowiednio 19,2–24,1 kN/m³ i 6–60 MPa.

Do rejonów o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo należą dna dolin i obniżenia morfologiczne, gdzie konsystencja gruntów spoistych jest plastyczna, lokalnie międko-plastyczna, a zagęszczenie gruntów sypkich małe. Zaliczyć tu można obszary występowania ilów mioceńskich z powodu płytkiego występowania zwierciadła wód gruntowych i ich agresywności siarczanowej. Utrudnienia z racji dużych spadków terenu występują też na zboczach dolin i zrębów oraz w obrębie skrasowiących partii wapieni jurajskich, a także skrasowiących i pociętych dawnymi wyrobiskami górniczymi skał poziomu gipsowego. Utrudnienia dla budownictwa występują w centrum starego Krakowa i na Kazimierzu, gdzie miąższość nasypów jest duża i istnieją zasypane piwnice, studnie i szamba (52).

VII. PODSUMOWANIE

Wykonane badania dostarczyły wielu nowych danych do poznania budowy pogranicza monokliny śląsko-krakowskiej i zapadliska przedkarpackiego. Do najważniejszych należą:

- wykazanie urozmaiconego środowiska sedymentacyjnego wapieni górnego oksfordu, gdzie występują osuwiska podmorskie i ugięcia warstw w pobliżu wystąpień wapieni skalistych,

- ustalenie na podstawie otwornic szczegółowej stratygrafii osadów badanu w wierceniach i odsłonięciach; uściślenie pozycji stratygraficznej procesów calichefikacji, które są młodsze od wapieni ostrygowych,

- uszczegółowienie obrazu tektoniki uskokowej rejonu Krakowa, która ma charakter mozaikowy, i wykazanie, że w budowie terenu znaczną rolę odgrywa przedmioceńska morfologia; nakładanie się tych procesów utrudnia jednoznaczną interpretację,

— rozpoziomowanie holocenijskich mady w dolinach rzek, reprezentowanych przez mady organiczne, powstałe w warunkach naturalnych, mady lessowe, związane z rolniczą działalnością człowieka, i mady przemysłowe, silnie zanieczyszczone metalami ciężkimi,

— szczegółowe opracowanie bardzo zróżnicowanych petrograficznie żwirów,

— rozpoziomowanie profilu lessów w Szczyglicach, gdzie występują cztery poziomy lessów przedzielone trzema glebami kopalnymi.

Silne zakrycie terenu i brak reperów stratygraficznych nie pozwoliło na rozpoznanie tektoniki w rejonie Pasternika, Węgrzec, budowy podłoża we wschodniej części Krakowa oraz pomiędzy Skotnikami i Płaszowem. Brak jest także możliwości rozwiązania problemu osadów rzecznych z interglacjałów mazowieckiego i eemskiego oraz zlodowacenia środkowopolskiego. Słabo poznane są osady badenu młodsze od warstw skawińskich.

Opracowano
w Zakładzie Kartografii Geologicznej
Instytutu Geologii Surowców Mineralnych
Akademii Górniczo-Hutniczej
Kraków, 1991 r.

Oddział Karpacki
Państwowego Instytutu Geologicznego

LITERATURA

1. Alexandrowicz S., 1954 — Turon południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geol. Pol.* V. 4, nr 3. Warszawa.
2. Alexandrowicz S., 1955 — Uwagi o genezie przełomu Wisły pod Tyńcem. *Biul. Inst. Geol.* 97. Warszawa.
3. Alexandrowicz S., 1956 — Zespoły globotruncan w turonie okolic Krakowa. *Acta Geol. Pol.* V. 6, nr 1. Warszawa.
4. Alexandrowicz S., 1960 — Budowa geologiczna okolic Tyńca. *Biul. Inst. Geol.* 152. Warszawa.
5. Alexandrowicz S., 1963 — Stratygrafia osadów miocenijskich w Zagłębiu Górnośląskim. *Pr. Inst. Geol.* T. 39. Warszawa.
6. Alexandrowicz S. W., 1964 — Stratygrafia mikropaleontologiczna iłów miocenijskich na obszarze Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
7. Alexandrowicz S. W., 1964 — Przejawy tektoniki miocenijskiej w Zagłębiu Górnośląskim. *Acta Geol. Pol.* V. 14, nr 2. Warszawa.
8. Alexandrowicz S. W., 1969 — Transgresyjne osady santonu w okolicach Krakowa. *Zesz. Nauk. AGH. Geologia* z. 11. Kraków.

9. Alexandrowicz S. W., 1969 — Utwory paleogenu w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 39, z. 4. Kraków.
10. Alexandrowicz S. W., 1971 — Profil osadów miocenu i budowa geologiczna wzgórza Pasternik. Przewodnik 43 Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Krakowie.
11. Alexandrowicz S. W., 1971 — Charakterystyka mikrofauny senonu Niecki Miechowskiej. Przewodnik 43 Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Krakowie.
12. Alexandrowicz S. W., 1983 — Malacofauna of Holocene calcareous sediments of the Cracow Upland. *Acta Geol. Pol.* V. 33, nr 1-4. Warszawa.
13. Alexandrowicz S. W., 1988 — The stratigraphy and malacofauna of the Holocene sediments of the Prądnik River valley. *Bull. Pol. Ac. Earth Sci.* V. 36, nr 2. Warszawa.
14. Alexandrowicz S. W., Evin J., 1988 — Owiewu lessów w Bibicach koło Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.* T. 30, z. 1-2. Kraków.
15. Alexandrowicz S. W., Bojkowski K., Brzozowska M., Bukowy S., Czekał A., Jachowicz A., Kotlicki S., Moszczyńska U., 1968 — Wyniki wiercenia Borek Szlachecki. *Biul. Inst. Geol.* 212. Warszawa.
16. Alexandrowicz Z., 1967 — Utwory czwartorzędowe przełomowej doliny Rudawy w Zabierzowie koło Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
17. Bank HYDRO. Przeds. Geol. Kraków.
18. Bogacz K., 1967 — Budowa geologiczna północnego obrzeżenia rowu krzeszowickiego. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN. Krak.*, nr 41. Warszawa.
19. Bukowy S., 1956 — Geologia obszaru pomiędzy Krakowem a Korzkwią. *Biul. Inst. Geol.* 108. Warszawa.
20. Bukowy S., 1960 — Uwagi o sedymentacji i diagenezie albu okolic Krakowa. *Biul. Inst. Geol.* 152. Warszawa.
21. Bukowy S., 1960 — Osuwiska podmorskie w wapieniach skalistych okolic Krakowa. *Biul. Inst. Geol.* 155. Warszawa.
22. Bukowy S., 1962 — Profil jury i kredy w Raciborowicach koło Krakowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 32, z. 2. Kraków.
23. Bukowy S., 1972 — Budowa podłoża karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.* 61. Warszawa.
24. Bukowy S., 1974 — Monoklina śląsko-krakowska i zapadlisko górnośląskie. W: Budowa geologiczna Polski. T. 4. Tektonika, cz. 1 Niż Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
25. Bukowy S., 1984 — Struktury waryscyjskie regionu śląsko-krakowskiego. *Pr. Nauk. UŚL. Geologia* nr 691. Katowice.
26. Bukowy S., Cebulak S., 1964 — Nowe dane o magmatyzmie antyklinorium śląsko-krakowskiego. *Biul. Inst. Geol.* 184. Warszawa.
27. Burzewski W., 1969 — Strukturalne warunki jury olkusko-wolbromskiej jako brzegowe dla hydrodynamiki złóż naftowych niecki nidziańskiej. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN. Krak.*, nr 61. Warszawa.
28. Cebulak S., 1958 — Zlepienie paleozoiczne w Bąkowicach koło Krakowa. *Prz. Geol.* nr 8-9. Warszawa.
29. Chmielewski W., Konecka-Betley K., Madeyska T., 1977 — Paleolithic site Kraków-Zwierzyniec I in the light of the investigations carried out in 1972-1974. *Biul. Inst. Geol.* 305. Warszawa.
30. Drzał M., 1954 — Morfologia dorzecza Prądnika. *Ochr. Przyr.* R. 22. Kraków.

31. Dynowski J., 1967 — Stosunki wodne obszaru miasta Krakowa. *Foł. Geogr. Str. Geogr. Phys. V. 1*. Kraków.
32. Dzierwa K., 1989 — Wpływ warunków geologiczno-inżynierskich na projektowanie i realizację stopnia wodnego „Kościuszkę” na rzece Wiśle. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
33. Dżułyński S., 1952 — Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol. T. 21, z. 2*. Kraków.
34. Dżułyński S., 1953 — Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geol. Pol. V. 3, nr 3*. Warszawa.
35. Dżułyński S., Henkiel A., Klimek K., Pokorny J., 1966 — Rozwój rzeźby dolinnej południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol. T. 36, z. 4*. Kraków.
36. Dżułyński S., Żabiński W., 1954 — Ciemne wapienie w jurze krakowskiej. *Acta Geol. Pol. V. 4, nr 1*. Warszawa.
37. Fajkiewicz Z., Ostrowski C., 1991 — Nowe dane o budowie geologicznej podłoża Krakowa na podstawie szczegółowych badań grawimetrycznych. W: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geochemiczne podłoża Krakowa. Wyd. AGH. Kraków.
38. Felisiak I., 1981 — Niektóre wyniki badań drobnych struktur tektonicznych zrębu Lasu Wolskiego w Krakowie. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak., T. 23*.
39. Felisiak I., 1982 — O strukturach sedymentacyjnych wapieni oksfordu w Forcie Skala w Krakowie. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN. Krak., T. 24/1*.
40. Felisiak I., 1985 — Zabierzów quarry. Carpatho-Balkan. Geol. Assoc. 13 Congress. Guide to Excur. 2. Warszawa.
41. Felisiak I., 1988 — Budowa geologiczna obszaru między Krakowem, Zabierzowem i Morawicą. Praca doktorska. Arch. AGH. Kraków.
42. Friedberg W., 1933 — Przyczynki do znajomości miocenu Polski. Cz. I. *Rocz. Pol. Tow. Geol. V. 9*. Kraków.
43. Garlicka I., Reymannówna M., Tarkowski R., 1986 — Profil geologiczny wiercenia Skawina koło Krakowa. *Zesz. Nauk. AGH. Geologia, T. 12, z. 4*. Warszawa.
44. Gilewska S., 1972 — Wyżyny Śląsko-Małopolskie. Geomorfologia Polski. T. 1. PWN. Warszawa.
45. Głazek J., Marcinowski R., Wierzbowski A., 1971 — Lower Cenomanian trace fossils and transgressive deposits in the Cracow Upland. *Acta Geol. Pol. V. 21, nr 3*. Warszawa.
46. Głazek J., Wierzbowski A., 1972 — W sprawie rzekomej transgresji kimerydu na Wyżynie Krakowskiej. *Acta Geol. Pol. V. 22, nr 1*. Warszawa.
47. Gołonka J., Rajchel J., 1972 — Stromatolity z górnej kredy okolic Krakowa. *Kwart. Geol. T. 16, nr 3*. Warszawa.
48. Gradziński R., 1955 — Przyczynki do znajomości miocenu okolic Krakowa. *Acta Geol. Pol. V. 5, nr 1*. Warszawa.
49. Gradziński R., 1962 — Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol. T. 32, z. 4*. Kraków.
50. Gradziński R., 1963 — Sedymentacja wapieni słodkowodnych w okolicach Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
51. Gradziński R., 1972 — Przewodnik geologiczny po okolicach Krakowa. Wyd. Geol. Warszawa.

52. Grodzicki J., Klich S., 1989 — Geologiczno-inżynierska i geotechniczna problematyka rewaloryzacji miasta Krakowa. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
53. Harańczyk C., 1989 — Rozwój wulkanizmu krakowskiego. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
54. Helios-Rybicka E., Wardas M., 1989 — Metale ciężkie w dolinie Wisły i jej dopływów w rejonie Krakowa. *Prz. Geol.* nr 6. Warszawa.
55. Jaroszewski W., 1968 — Gzysmy tektoniczne — nowy element drobnej tektoniki. *Acta Geol. Pol.* V. 18, nr 1. Warszawa.
56. Jurkiewiczowa I., 1974 — Rozwój jury środkowej we wschodniej części obszaru krakowskiego. *Biul. Inst. Geol.* 278. Warszawa.
- 56a. Kalicki T., 1991 — The evolution of the Vistula river valley between Cracow and Niepołomice in late Vistulian and Holocene times. *Geogr. Stud. Special Issue* nr 5. Wrocław.
57. Kamiński M., Rutkowski J., 1975 — Surowce skalne. W: Surowce mineralne regionu krakowskiego. Wyd. Geol. Warszawa.
58. Kleczkowski A. S., 1967 — Mineral waters in Cracow and their connection with geological structure. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Géol. Géogr.* V. 15, nr 3. Warszawa.
59. Kleczkowski A. S., 1973 — Wody powierzchniowe i podziemne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. *Stud. Ośr. Dok. Fizjogr. PAN.* nr 1. Kraków.
60. Kleczkowski A. S., 1974 — Zaopatrzenie w wodę i regulacja stosunków wodnych w Krakowie. *Zesz. Nauk. AGH. Sozologia i Sozotechnika* 1. Kraków.
61. Kleczkowski A. S., 1977 — Warunki hydrogeologiczne w obrębie wzgórza wawelskiego. *Biul. Geol. Wdz. Geol. UW.* T. 21. Warszawa.
62. Kleczkowski A. S., 1989 — Szkic zagadnień hydrogeologicznych Krakowa. *Prz. Geol.* nr 6. Warszawa.
63. Kleczkowski A. S., Myszka J., 1989 — Hydrogeologia regionu Krakowa. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
64. Kmiotowicz-Drathowa I., 1964 — Rys budowy geologicznej czwartorzędu Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
65. Kmiotowicz-Drathowa I., 1964 — Podłoże podczwartorzędowe Krakowa i ukształtowanie stropu miocenu. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
66. Kmiotowicz-Drathowa I., 1966 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych) regionu Karpat i Przedgórze 1:50 000 ark. Kraków. Inst. Geol. Warszawa.
67. Kmiotowicz-Drathowa I., 1967 — Rejony hydrogeologiczne i miąższość warstwy zawodniowej Krakowa. *Kwart. Geol.* T. 9, nr 2.
68. Kmiotowicz-Drathowa I., 1967 — Naturalne warunki wodne Krakowa. *Spraw. z Pos. Komis. PAN. Krak.*
69. Kociszewska-Musiał G., 1969 — Charakterystyka piasków współczesnej Wisły od źródeł do ujścia Bugu. *Biul. Geol. Wdz. Geol. UW.* T. 11. Warszawa.
70. Kolasa M., 1963 — Geotechniczne własności lessów okolicy Krakowa. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN. Oddz. w Krakowie* z. 18.
71. Konecka-Betley K., Madeyska T., 1985 — Loess section at Kraków-Zwierzyniec. W: Problems of the stratigraphy and paleogeography of loesses. Guide-book of the international Symposium. Lublin.

72. Konior K., 1974 — Budowa geologiczna „wypiętrzenia rzeszotarskiego” w świetle najnowszych danych wiertniczych i geofizycznych. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 44, z. 2-3, Kraków.
73. Konior K., 1978 — Ogólna analiza paleostrukturalna i charakterystyka skał zbiornikowych wypiętrzenia rzeszotarskiego i obszarów sąsiednich. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN* nr 112. Kraków.
74. Kowalski K., 1951 — Jaskinie Polski. T. 1. Warszawa.
75. Kozłowski J. K., Sachse-Kozłowska E., 1971 — Pierwsze górnopaleolityczne budowle mieszkalne odkryte na stanowisku Kraków ul. Spadzista — B. *Spraw. Archeolog.* T. 23. Wrocław.
76. Kozłowski S., 1972 — Surowce mineralne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. *Stud. Ośr. Dok. Fizjogr. PAN* nr 1. Kraków.
77. Krąpiec M., 1988 — Wstępne wyniki badań dendrochronologicznych „czarnych dębów” ze Ściejowic i stopnia wodnego „Kościuszk” (okolice Krakowa). *Kwart. Geol.* T. 32, nr 3-4. Warszawa.
78. Krąpiec M., 1992 — Skałe dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski. *Zesz. Nauk. AGH. Geologia* T. 18, z. 3. Kraków.
79. Krokowski J., 1984 — Mezoskopowe studia strukturalne w osadach permsko-mezozoicznych południowo-wschodniej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. *Ann. Soc. Geol. Pol.* V. 54, nr 1-2. Kraków.
80. Krokowski J., 1984 — On the alleged horizontal displacements within mesozoic deposits of the Cracow Upland (South Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.* V. 54, nr 1-2. Kraków.
81. Kryśowska M., 1966 — Minerale ciężkie w utworach miocenich obszaru śląsko-krakowskiego. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN. Oddz. w Krakowie*, z. 36.
82. Kutek J., Wierzbowski A., Bednarek J., Matyja B. A., Zapaśnik T., 1977 — Z problematyki stratygraficznej osadów górnourajskich Jury Polskiej. *Prz. Geol.* nr 8-9. Warszawa.
83. Lipka K., 1989 — Torfowisko w Cholerzynie. *Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol.* Kraków.
84. Liszka S., Panow E., 1935 — Nowe stanowisko wapienia ostrzygowego w Tyńcu koło Krakowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 11. Kraków.
85. Łaptaś A., 1974 — O dolomitach w wapieniach skalistych okolic Krakowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 44, z. 2-3. Kraków.
86. Łydka K., Siedlecki S., Tomczyk H., 1963 — On the Middle Ludlovian Conglomerates in the Cracow region. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Géol. Géogr.* V. 11, nr 2. Warszawa.
87. Małecki J., 1959 — Z geologii i geomorfologii Wyżyny Krakowskiej między Zabierzowem a Ojcowem. *Zesz. Nauk. AGH* nr 15. Geologia z. 2. Kraków.
88. Mamakowa K., 1970 — Late-glacial and Early-Holocene vegetation from the territory of Kraków (Poland). *Acta Palaeobot.* V. 11, nr 1. Warszawa.
89. Mamakowa K., Rutkowski J., 1989 — Wstępne wyniki badań paleobotanicznych profilu ze Ściejowic. *Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol.* Kraków.
90. Mamakowa K., Rutkowski J., 1989 — Wstępne wyniki badań litologicznych i paleobotanicznych profilu z Kryspinowa. *Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol.* Kraków.
91. Mamakowa K., Śröder A., 1977 — O pleniglacialnej florze z Nowej Huty i osadach czwartorzędowych doliny Wisły pod Krakowem. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 47, z. 4. Kraków.

- 91a. Maruszczak H. (red.), 1991 — Podstawowe profile lessów w Polsce. Kom. Bad. Czwart. PAN. Lublin.
92. Matyszkiewicz J., 1987 — Epigenetyczna sylikacja wapieni górnego oksfordu okolic Krakowa. *Ann. Soc. Geol. Pol.* V. 57, nr 1-2. Kraków.
93. Matyszkiewicz J., 1989 — Sedimentation and diagenesis of the Upper Oxfordian cyanobacterial-sponge limestones in Piekary near Kraków. *Ann. Soc. Geol. Polon.* V. 59, nr 1-2. Kraków.
94. Matyszkiewicz J., 1989 — Early diagenetic environment of the Upper Oxfordian limestones in the Kraków region (South Poland). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, nr 5. Stuttgart.
95. Matyszkiewicz J., 1989 — Utwory osuwiskowe w wapieniach górnego oksfordu w Ujeździe. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
96. Matyszkiewicz J., Felisiak I., 1992 — Microfacies and diagenesis of the Upper Oxfordian carbonate buildup in Mydlniki (Kraków area, South Poland). *Facies*. 27. Erlangen.
97. Michalik M., Paszkowski M., Szulc J., 1986 — Tertiary pedogenic carbonates in the Cracow Upland. IAS 7-th European Regional Meeting. Excursion Guide-book, Kraków-Poland. Wrocław. Ossolineum.
98. Michalik M., Paszkowski M., Szulc J., 1989 — Węglanowe utwory pedogeniczne miocenu okolic Krakowa. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
99. Myszk J., 1976 — Dokumentacja hydrogeologiczna obszaru miasta Krakowa. Arch. Przeds. Hydrogeol. Kraków.
100. Myszk J., 1978 — Hydrogeologiczne warunki obszaru Krakowa. Praca doktorska. Arch. AGH. Kraków.
101. Nastaj W., 1986 — Jeżowce z osadów górnokredowych okolic Krakowa i ich znaczenie stratygraficzne. Praca doktorska. Arch. AGH. Kraków.
102. Ney R., 1968 — Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpacciego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN. Oddz. w Krakowie*, nr 45.
103. Otfinowski M., 1971 — Profil litologiczny i mikrofauna osadów miocennych w Niepołomicach koło Krakowa. *Zesz. Nauk. AGH. Geologia* nr 14.
104. Otfinowski M., 1979 — Mikrofauna i wykształcenie piasków bogucickich. *Zesz. Nauk. AGH. Geologia* nr 5, z. 2. Kraków.
105. Panow E., 1934 — Stratygrafia kredy krakowskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* V. 10. Kraków.
106. Parachoniak W., 1962 — Miocenne utwory piroklastyczne przedgórzia Karpat polskich. *Pr. Geol. Komis. Nauk Geol. PAN. Oddz. w Krakowie*, nr 11.
107. Pyrich J. i inni — Dokumentacja hydrogeologiczna krakowskiego zespołu miejskiego. Arch. Przeds. Geol. Kraków.
108. Radwański A., 1968 — Transgresja dolnego tortonu na obszarze Wyżyny Miechowskiej i Krakowskiej. *Acta Geol. Pol.* V. 18, nr 2. Warszawa.
109. Rajchel J., 1970 — Badania sedymentologiczne krzemieni jurajskich pod Krakowem (cz. I i II). *Spraw. z Pos. Komis. Nauk PAN. Krak.*
110. Rapacz-Król O., Rutkowski J., 1989 — Problemy surowcowe i sozologiczne regionu Krakowa. *Prz. Geol.* nr 6. Warszawa.
111. Roszek H., Siedlecki S., 1962 — On the presumably late Silurian and early Devonian sediments in the environs of Cracow. *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. Sc. Géol. Géogr.* V. 11, nr 1. Warszawa.

112. Różycki S. Z., 1953 — Górny dogger i dolny malm Jury Krakowsko-Częstochowskiej. *Pr. Inst. Geol.* T. 17. Warszawa.
113. Ruśkiewicz M., 1968 — Krajowa baza surowcowa krzemieni. Surowce skalne Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
114. Rutkowski J., 1965 — Senon okolicy Miechowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* T. 35, z. 1. Kraków.
115. Rutkowski J., 1971 — Osady senonu zachodniego obrzeżenia synklinorium nidziańskiego. Przewodnik 43 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
116. Rutkowski J., 1973 — Magmatyzm. W: Budowa geologiczna Polski. T. I. Stratygrafia, cz. 2 Mezozoik. Kreda. Wyd. Geol. Warszawa.
117. Rutkowski J., 1986 — O trzeciorzędowej tektonice uskoku okolic Krakowa. *Prz. Geol.* nr 10. Warszawa.
118. Rutkowski J., 1986 — The occurrence of Carboniferous coal of anthropogenic origin in the contemporaneous Vistula River sediments near Cracow (Southern Poland). *Earth Surf. Process and Landforms.* V. 11. Liverpool.
119. Rutkowski J., 1987 — Vistula river valley in the Cracow Gate during the Holocene. *Geogr. Stud. Special Issue* nr 4. Wrocław.
120. Rutkowski J., 1987 — O niektórych trzecio- i czwartorzędowych żwirach rejonu Krakowa. W: Trzecio- i staroczwartorzędowe żwiry Kotliny Sandomierskiej. Materiały Sympozjum. Kraków.
121. Rutkowski J., 1989 — Późnovistuliańskie i holocenijskie procesy sedymentacji i erozji w dorzeczu Rudawy. *Spraw. z Pos. Komis. Nauk. PAN.* T. 31/2. Kraków.
122. Rutkowski J., 1989 — O wysoko położonych żwirach w rejonie Tyńca koło Krakowa. *Kwart. Geol.* T. 32, z. 3-4. Warszawa.
123. Rutkowski J., 1989 — Budowa geologiczna regionu Krakowa. *Prz. Geol.* nr 6. Warszawa.
124. Rutkowski J., 1989 — Osady piaszczysto-żwirowe w Brzeziu. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
125. Rutkowski J., 1989 — Osady czwartorzędowe centrum Krakowa. Przewodnik 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków.
126. Rutkowski J., 1989 — Badania geologiczne związane z pracami wstępnymi dla potrzeb metra w Krakowie. Arch. Biura Rozwoju Krakowa.
127. Rutkowski J., 1991 — Uwagi o budowie geologicznej podłoża Krakowa. W: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotechniczne podłoża Krakowa. Wyd. AGH. Kraków.
128. Rutkowski J., Sokołowski T., 1983 — Wstępne badania petrograficzne czwartorzędowych żwirów rzecznych w regionie Krakowa. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balkan.* V. 16. Kraków.
129. Rutkowski J., Starkel L., 1989 — Wpływ gospodarki człowieka na procesy geologiczne w regionie krakowskim. *Prz. Geol.* nr 6. Warszawa.
130. Rutkowski J., Śnieszko Z., 1985 — Loess section at Szczyglice near Kraków. W: Problems of the stratigraphy and paleogeography of loesses. Guide-book of the International Symposium. Lublin.
131. Rybicki S., Lenduszek P., 1991 — Warunki inżyniersko-geologiczne w utworach miocenijskich podłoża Krakowa. W: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotechniczne podłoża Krakowa. Wyd. AGH. Kraków.

- 131a. Sanecki L., 1991 — Cechy gruntów organicznych występujących na obszarze Krakowa. W: Budowa geologiczna, warunki hydrogeologiczne i geotechniczne podłoża Krakowa. Wyd. AGH. Kraków.
132. Sawicki L., 1952 — Warunki klimatyczne akumulacji lessu młodszego w świetle wyników badań stratygraficznych stanowiska paleolitycznego lessowego na Zwierzyńcu w Krakowie. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 66. Warszawa.
133. Siewniak A., 1967 — Stratygrafia i sedimentacja jury między Krakowem a Skafą. *Biul. Inst. Geol.* 204. Warszawa.
134. Siliwończuk Z., 1970 — Objasnienia do Przeglądowej mapy surowców skalnych Polski 1:300 000, ark. Kraków. Inst. Geol. Warszawa.
135. Sokołowski T., Wasylikowa K., 1984 — Utwory czwartorzędowe den dolin Wisły i Wilgi w rejonie Ludwinowa. W: Holocen okolic Krakowa. Materiały sympozjum. Kraków.
136. Stawin J., 1970 — Własności techniczne krajowych krzemieni. *Biul. Inst. Geol.* 244. Warszawa.
137. Szelerewicz M., Górny A., 1986 — Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Wyd. PTTK. Warszawa-Kraków.
138. Ślósarz J., 1964 — Przejawy mineralizacji kruszczowej utworów paleozoicznych w wierceniach „Karniowice”. *Prz. Geol.* nr 7–8. Warszawa.
139. Ślósarz J., Żakowa H., 1975 — Devon antykliny Krakowa. *Biul. Inst. Geol.* 282. Warszawa.
140. Tarkowski R., Liszka S., 1984 — Otwornice i wiek piasków kredowych z Korzkwi k. Krakowa. *Ann. Soc. Geol. Pol.* V. 52, nr 1–4. Kraków.
141. Tlałka A., 1970 — Obieg wody w zrębowym obszarze wyżynnym na przykładzie dorzecza Rudawy. *Zesz. Nauk. UJ.* nr 215. Kraków.
142. Tokarski Z., Kalwa M., Przybyłek A., Ropska H., Wolfke S., 1964 — Surowce ceramiki budowlanej. *Pr. Kom. Nauk Techn. P.A.N. Oddz. w Krakowie.* Ceramika 1. Kraków.
143. Tyczyńska M., 1968 — Rozwój geomorfologiczny terytorium miasta Krakowa. *Zesz. Nauk. UJ. Pr. Geogr.* z 17. Kraków.
144. Tyczyńska M., 1968 — Rzeźba i budowa geologiczna terytorium miasta Krakowa. *Folia Geogr. Scr. Geogr. Phys.* V. 1. Warszawa.
145. Tyczyńska M., Chmielowiec S., 1988 — Mapa geomorfologiczna. Atlas Miasta Krakowa. Kraków.
146. Walczak W., 1956 — Utwory czwartorzędowe i morfologia południowej części Jury Krakowskiej w dorzeczu Będkowskiej i Kobylanki. *Biul. Inst. Geol.* 100. Warszawa.
147. Wiśniowski Z., 1989 — Spękania ciosowe wapieni jurajskich w rejonie Krakowa. *Kwart. Geol.* T. 33, nr 2. Warszawa.
148. Wyniki badań specjalistycznych i laboratoryjnych wykonanych w związku z opracowywaniem ark. Kraków 1:50 000, 1988. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Karpacki. Kraków.
149. Zaręczny S., 1891 — Mapa geologiczna krakowskiego okręgu. Atlas Geologiczny Galicji. Kraków.
150. Zaręczny S., 1894 — Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zeszytu trzeciego. Kraków.

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kraków (973)

SZKIC GEOMORFOLOGICZNY

Skala 1:100 000



FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO

- Równiny piasków przewianych
- Pokrywy lessowe

FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO (AKUMULACYJNE I EROZYJNE)

- Doliny rzek i potoków stałych
- Doliny potoków okresowo płynących
- Doliny wciosowe
- Doliny płaskodenne
- Doliny nieckowate
- Wąwozy
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych 1 – 7 m n.p. rzeki
- Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych 15 – 25 m n.p. rzeki
- Krawędzie tarasów: a – dobrze zachowane
- b – źle zachowane
- Krawędzie wysoczyzn
- Starorzecza świeże (zawodnione)
- Starorzecza suche
- Stoki strome
- Stoki łagodne
- Przełomy i bramy dolinne

FORMY POCHODZENIA DENUDACYJNEGO

- Paleogeńskie powierzchnie zrównań
- Plioceneskie powierzchnie zrównań
- Stożki napływowe
- Osuwiska
- Ostańce denudacyjne
- Skalki
- Ściany skalne

FORMY KRASOWE

- Jaskinie krasowe

FORMY O ZAŁOŻENIACH TEKTONICZNYCH

- Stoki progów tektonicznych słabo przeobrażone

FORMY NIEOZNACZONEJ LUB RÓŻNEJ GENEZY

- Załomy między dnem dolin i obniżeń a stokami wzniesień
- Głazy narzutowe

FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ

- Równiny torfowe

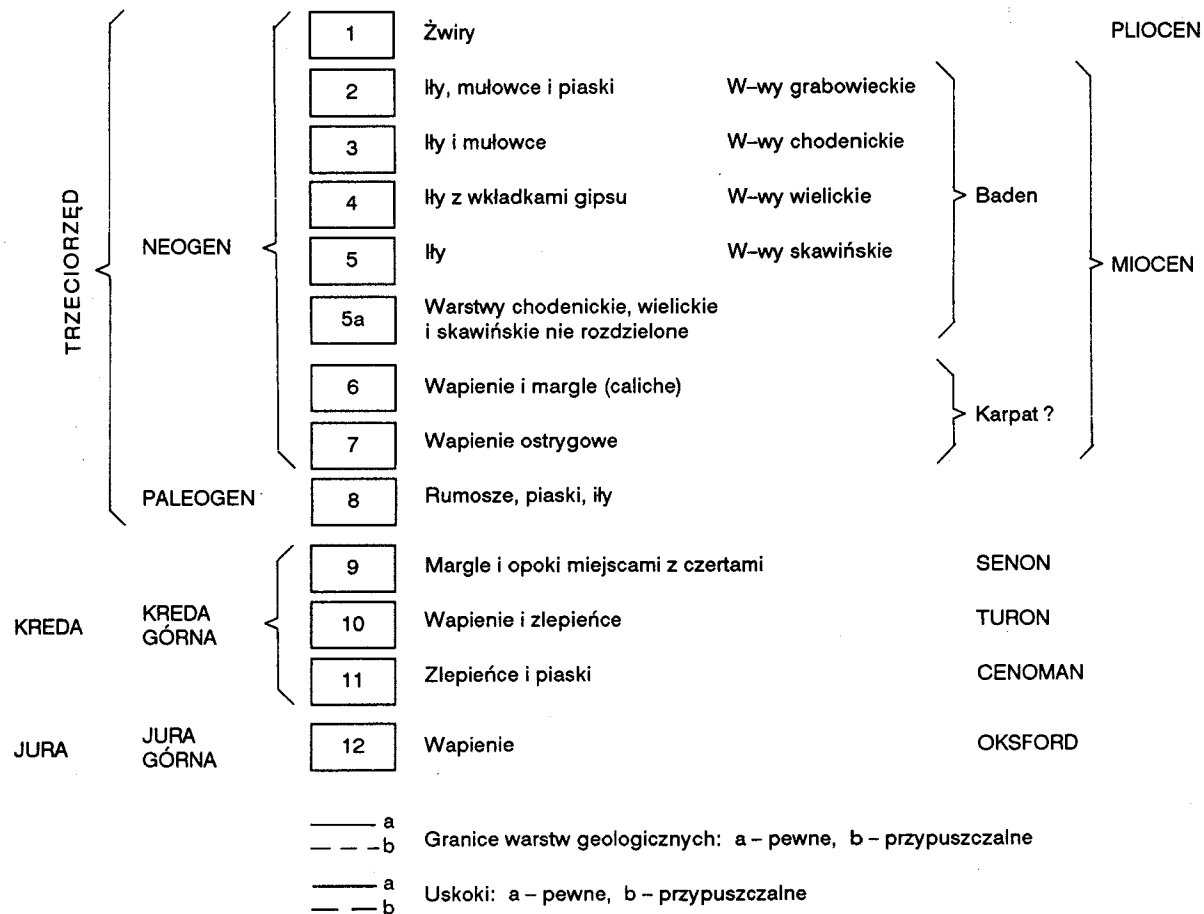
FORMY ANTROPOGENICZNE

- Wały przeciwpowodziowe, nasypy drogowe i kolejowe
- Wykopy drogowe i kolejowe
- Kamieniołomy
- Piaskownie
- Glinianki
- Stare wyrobiska wypełnione wodą
- Nasypy i kopce

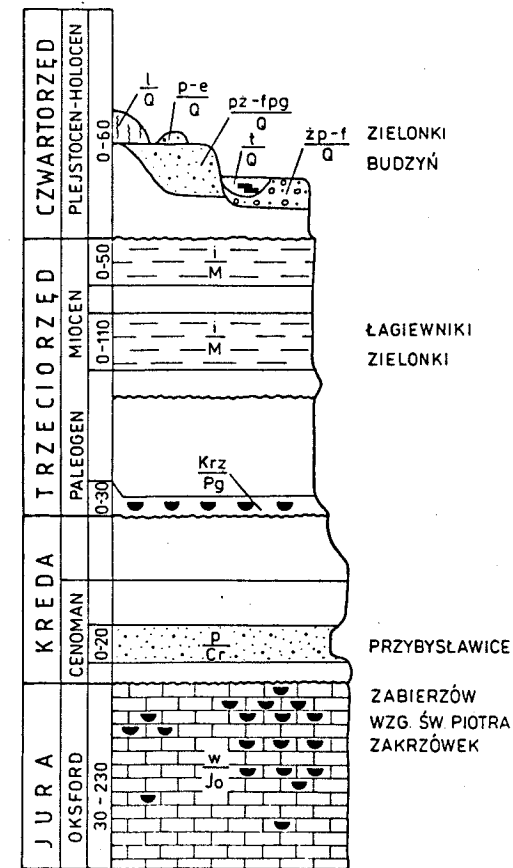
Opracował J. RUTKOWSKI

SZKIC GEOLOGICZNY ODKRYTY

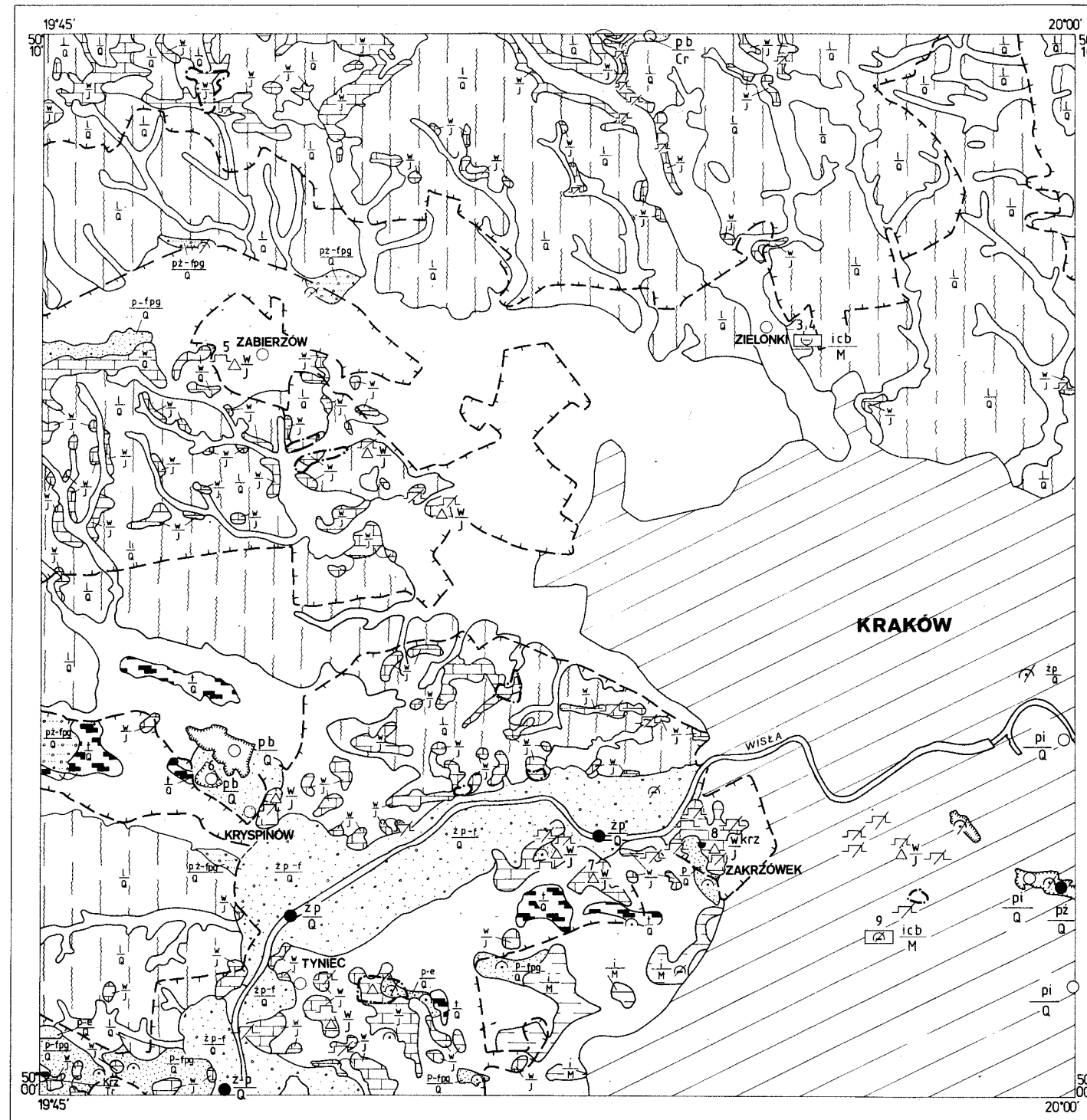
Opracował J. BUTKOWSKI



PROFIL LITOLOGICZNO-SUROWCOWY



U w a g a : miąższość podano w metrach



OZNACZENIA LITOLOGICZNO-SUROWCOWE

Surowce energetyczne



Torfy (t)

Surowce skalne



Wapenie (w)



Lessy i gliny lessowe (l)



Iły (i)



Krzemienie (krz)



Piaszki rzeczno-peryglacialne (p-fpg)



Piaszki eoliczne (p-e)



Piaszki i żwiry akumulacji rzeczno-peryglacialnej (pz-fpg)



Żwiry i piaszki rzeczne (zp-f)

OZNACZENIA ZŁÓŻ SUROWCÓW MINERALNYCH



Wapenie (w)



Surowce ilaste ceramiki budowlanej (icb)



Piaszki budowlane (pb), piaszki do produkcji cegły wapienno-piaskowej (pi)



Kruszywo naturalne grube (piaszczysto-żwirowe) (pz)

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kraków (973)

SZKIC WYSTĘPOWANIA SUROWCÓW MINERALNYCH

Skala 1:100 000

OZNACZENIA STRATYGRAFICZNE

Q - Czwartorzęd

Tr - Trzeciorzęd

Pg - Paleogen

M - Miocen

Cr - Kreda

J - Jura

Jo - Okford

ZNAKI KONWENCJONALNE

Kamieniołomy: a - czynne, b - nieczynne

Żwirownie i piaszownie: a - czynne, b - nieczynne

Glinianki: a - czynne, b - nieczynne

Stare wyrobiska

Granice obszarów występowania surowca

Rezerваты przyrody

Granice Parku Krajobrazowego

Obszary zabudowane

ZASADY PRZYJĘTE DO OZNACZEŃ SUROWCOWYCH NA SZKICU

Złoża udokumentowane i zarejestrowane

Numer złoża (zgodny z tabelą 2)

Znak umowny: złoża wapieni

Oznaczenie surowca (rodzaj surowca)

Oznaczenie stratygraficzne (wiek)

Złoża pozabilansowe, wyeksploatowane i skreślone z bilansu, mające opracowanie lub sprawozdanie

Znak umowny: złoża piaszków budowlanych

Oznaczenie surowca (rodzaj surowca)

Oznaczenie stratygraficzne (wiek)

Opracował J. RUTKOWSKI

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kraków (973)

SZKIC HYDROGEOLOGICZNY

Skala 1:100 000

WODY POWIERZCHNIOWE

- Cieki i zbiorniki wodne: a – naturalne, b – sztuczne
- Wysięki
- Podmokłości
- Dział wodny II rzędu
- Stacja wodowskazowa

WODY PODZIEMNE

Obszary występowania poziomu wód w utworach:

- czwartorzędowych
- trzeciorzędowych
- kredowych
- jurajskich

- Zasięg występowania czwartorzędowych zawodnionych utworów żwirowo-piaszczystych, związanych z obszarem pradoliny Wisły
- 200 – Hydroizohipsy pierwszego poziomu wodonośnego w m n.p.m.
- Kierunki odpływu wód
- 3,6 310,0 Źródła (wybrane) z wydajnością powyżej 3,6 m³/h
- 3,6 Wydajność w m³/h
- 310,0 Wysokość zwierciadła wody w m n.p.m.

76,6 6,1 206,7 4/205

- Punkt ujęcia wodnego (symbol oznacza wiek utworów, Q – czwartorzęd)
- 76,6 Wydajność eksploatacyjna w m³/h
- 6,1 Depresja w m
- 206,7 Wysokość ustalonego i nawierconego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 4/205 Ilość otworów eksploatacyjnych / wydajność eksploatacyjna w m³/h

3-4 5,4 83 13,9 212,2 36,0 187,5

Wybrane otwory wiertnicze (studzienne i badawcze) z numeracją: według mapy geologicznej (20), według mapy dokumentacyjnej (H-32) oraz dodatkowe bez numeracji, z przeprowadzonymi badaniami hydrogeologicznymi w utworach:

- czwartorzędowych
- trzeciorzędowych
- kredowych
- środkowojurajskich
- górnójurajskich
- górnójurajskich i dewońskich

- 83 Numer
- 5,4 Wydajność w m³/h
- 13,9 Depresja w metrach
- 212,2 Wysokość ustalonego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 187,5 Wysokość nawierconego zwierciadła wody w m n.p.m.
- 36,0 Głębokość otworu w metrach
- 3-4 Ciśnienie hydrostatyczne wody (wysokość słupa wody) w metrach

Wiercenia bariery studziennej odwadniającej Kraków

Opracowali A. S. KLECZKOWSKI i J. MYSZKA

Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000
Ark. Kraków (973)

SZKIC GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI

Skala 1:100 000

REJONIZACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich
korzystnych dla budownictwa

1 Obszary gruntów spoistych, zwartych, półzwardych i twaroplastycznych, gruntów
sypkich średniozagęszczonych i skał, na których nie występują zjawiska geody-
namiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m

Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich
utrudniających budownictwo

- 2 Obszary gruntów słabonośnych (grunty organiczne, grunty spoiste plastyczne
i miękkoplastyczne, grunty sypkie luźne)
- 3 Obszary płytkiego występowania wód gruntowych (0-2 m)
- 4 Obszary zalewane w czasie powodzi
- 5 Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych
- 6 Obszary skał skrasowiałych
- 7 Obszary o spadkach powyżej 12%

TEKTONIKA I ZJAWISKA GEODYNAMICZNE

- Osuwiska
- Dolinki erozyjne
- Krawędzie i skarpy

ZJAWISKA HYDROGEOLOGICZNE

- Źródła
- Wysięki
- INNE
 - Kamieniołomy
 - Piaskownie - żwirownie
 - Piaskownie
 - Glinianki
 - Wały przeciwpowodziowe
 - Zapory
 - Sztuczne zbiorniki
 - Rezerваты przyrody
 - Nasypy

Opracowali: P. LENDUSZKO
i S. RYBICKI

