

Marek DOKTOR

PIASZCZYSTO-ŻWIROWE OSADY MIOCENSKIE Z ŁĘK GÓRNYCH

(Tabl. 1—IV i 17 fig.)

Sandy gravels of Miocene age from Łęki Górne

(Pl. 1—IV and 17 figs.)

Treść: W Łękach Górnych na SE od Tarnowa, bezpośrednio u czoła nasunięcia karpackiego, występują na niewielkim obszarze osady piaszczysto-żwirowe, lokalnie silnie scementowane. Różnorodny skład petrograficzny materiału żwirowego pochodzącego z obszaru Karpat wykazuje wysoką zawartość skał egzotycznych podkreśloną dużą ilością materiału wapiennego. Szereg pośrednich przesłanek takich jak położenie, skład petrograficzny żwirów i minerałów ciężkich oraz wychylenie tektoniczne sugeruje sarmacki wiek tych osadów. Analiza sedimentologiczna osadów wykazuje, że są one utworem niewielkiego rzeczno-stożkowego, powstałego bezpośrednio u czoła Karpat, którego obszar zasilania był niewielki i rozpościerał się na południe od Łęk Górnych.

WSTĘP

W miejscowości Łęki Górne, położonej w pobliżu brzegu Karpat na południowy wschód od Tarnowa, odsłonięte są żwirowo-piaszczyste osady, których wiek, skład petrograficzny oraz warunki sedimentacji nie były do tej pory przedmiotem bardziej szczegółowych badań.

Krótkie informacje na temat tych osadów ukazały się do tej pory w dwóch pracach: Wdowiarz (1951) poświęconej budowie geologicznej okolic Tarnowa, Pilzna i Tuchowa oraz Połtowicz (1974), dotyczącej wglębnej tektoniki brzegu Karpat tej okolicy. Pierwszy z wymienionych autorów uznał owe osady za mioceneskie, nie podając jednak na to dowodów, a w oparciu o ustnie wyrażoną opinię J. Czarnockiego wyraził przypuszczenie, że mogą one reprezentować sarmat (Wdowiarz, 1951, p. 245). Połtowicz (1974), uznał żwirowo-piaszczyste osady z Łęk Górnych za dolny sarmat i stwierdził, że są one tektonicznie nachylone ku północy.

Żwirowo-piaszczyste osady zawierające otoczaki pochodzące z utworów fliszu karpackiego znane są z różnych ogniw miocenu przedpola Karpat. Na obszarze położonym między południkami zatoki gdowskiej na zachodzie i zatoki rzeszowskiej na wschodzie notowane one były przez Alexandrowicza (1965) z okolic Gdowa, Łyczewską (1948) i Gradzińskiego (1956) z okolic Proszowic, Starkla (1958) z Nockowej oraz przez wspomnianych poprzednio dwóch autorów z Łęk Górnych. Z krótkiej charakterystyki składu petrograficznego otoczków z Łęk Górnych podanej przez Wdowiarza (1951, p. 234) wynika jednak, że w porównaniu z innymi stanowiskami tutejsze żwiry zawierają stosunkowo duży procent otoczków „niekarpackich”. Fakt ten skłonił autora niniejszej pracy do przeprowadzenia bardziej szczegółowych studiów owych osadów; potraktowane one były jako część zakrojonych na szerszą skalę badań nad sedymentacją grubookruchowych osadów neogenu na przedpolu Karpat.

W czasie pracy szereg osób udzieliło autorowi rad, wskazówek i pomocy. Wszystkim tym osobom, a szczególnie prof. dr S. Dżułyńskiemu i prof. dr T. Wieserowi jak też prof. dr R. Gradzińskiemu i dr E. Piekarskiej autor pragnie w tym miejscu wyrazić podziękowanie.

OPIS ODSŁONIĘCIA I CHARAKTERYSTYKA OSADÓW

Jedynie odsłonięcia omawianych w tej pracy osadów żwirowo-piaszczystych zlokalizowane są na niewielkim obszarze położonym około 0,5 km na południe od głównej drogi biegnącej przez Łęki Górne (fig. 1). Większość z nich znajduje się w stromym zboczu zwanym „skałką Podrazy” (250—270 m n.p.m.), po wschodniej stronie potoku Dulcza; niewielkie odsłonięcie występuje także na północ od skałki, w korycie potoku. Pojedyncze, przemieszczone w dół stoku bloki zlepieńców pochodzących z tych osadów rozrzucone są na prawym brzegu doliny między skałką a potokiem.

Osady budujące skałkę Podrazy eksploatowane były dla potrzeb budowy dróg w latach 1922—1932. Obecnie stan odsłonięć jest bardzo zły; dlatego też w obrębie zbocza wykonano 12 wkopów (fig. 2).

Omawiane utwory z Łęk Górnych wykształcone są jako naprzemianległe piaski, piaski ze żwirami i żwiry. Maksymalna średnica otoczków dochodzi do 350 mm. Niektóre partie osadów (zwykle o stosunkowo grubym ziarnie) są lokalnie bardzo silnie scementowane. Pod względem składu otoczków, cech teksturalnych i struktur sedymentacyjnych osady luźne i scementowane nie różnią się między sobą; dlatego też w dalszej części pracy stosowane są dla uproszczenia terminy piaski i żwiry

Fig. 1. Mapka sytuacyjna odsłonięcia w Łękach Górnych. 1 — zasięg występowania naturalnych odsłonięć osadów żwirowych; 2 — luźne przemieszczone bloki zlepieńców; 3 — skarpa „skałki Podraży”; 4 — osuwisko; 5 — otwory wiertnicze; 6 — brzeg Karpat

Fig. 1. Locality map of the exposure in Łęki Górne. 1 — limits of occurrence of gravelly deposits in natural outcrops; 2 — displaced isolated blocks of conglomerates; 3 — „Podraza Cliff” 4 — landslide; 5 — boreholes; 6 — Carpathian border

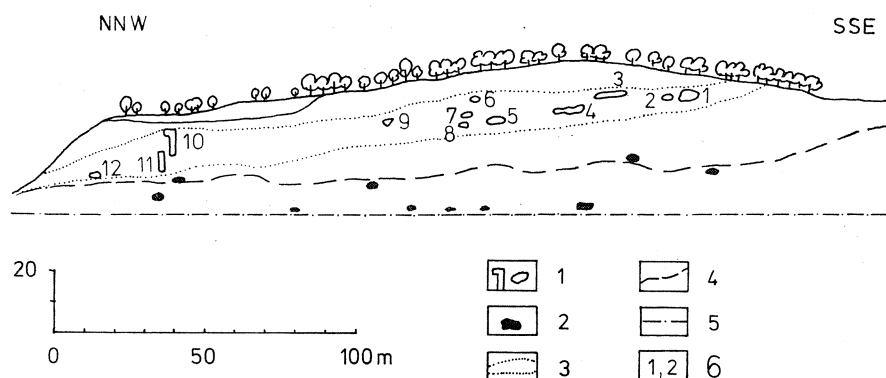
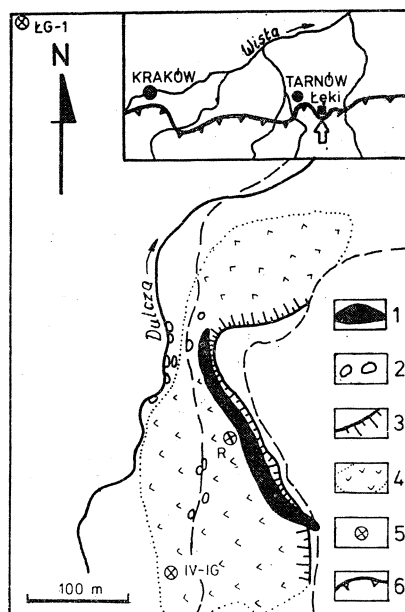


Fig. 2. Lokalizacja odsłonięć w „skałce Podraży”. 1 — odsłonięcia (wkopy) i ich orientacyjny kształt i wielkość; 2 — luźne bloki zlepieńców; 3 — zasięg występowania osadów żwirowych; 4 — droga; 5 — poziom potoku Dulcza; 6 — numery odsłonięć

Fig. 2. Drawing of „Podraza Cliff” face. 1 — excavations with approximate shape and dimensions; 2 — isolated blocks of conglomerates; 3 — zone of occurrence of gravelly deposits; 4 — road; 5 — Dulcza stream level; 6 — exposure numbers

w odniesieniu do wszystkich osadów niezależnie od stopnia ich lityfikacji, określenia zaś zlepieńców i piaskowców używane są tylko w takich przypadkach, gdy ma to istotne znaczenie.

Mięszkość osadów żwirowo-piaszczystych widoczna w zboczu w skał-

ce Podrazy wynosi około 20 m. Z rzeźby terenu, obecności osuwisk i danych z płytkiego otworu wiertniczego IG-IV (Martini, 1955) usytuowanego poniżej skałki oraz z sondy wykonanej przez autora bezpośrednio u podnóża stromego zbocza wnosić można, że omawiane osady leżą na ilach miocenijskich.

Analiza mikrofaunistyczna ilów przewierconych sondą do głębokości 1,2 m, wykonana przez doc. dr hab. E. Łuczowską-Schiller wykazała obecność dobrze zachowanej planktonicznej mikrofauny górnego badenu. Nadkład osadów odsłoniętych w skałce Podrazy stanowią czwartorzędowe utwory gliniasto-lessowe.

W usytuowanym niedaleko ku NNW otworze ŁG—1, odwierconym z początkiem lat pięćdziesiątych przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych z Krakowa, natrafiono w jego górnej części na osady żwirowo-piaszczyste o miąższości około 40 m, które zdaniem Połtowicza (1974) odpowiadają osadom ze skałki Podrazy, a leżą na ilastych utworach miocenijskich o dużej miąższości. Wysokościowa pozycja osadów w wierceniu w stosunku do skałki oraz obserwacje w odsłonięciach wskazują, że warstwy omawianego zespołu żwirowo-piaszczystego zapadają ogólnie ku północy pod kątem 6—10°.

Występujące w omawianych osadach szczątki makrofauny znajdują się na wtórnym złożu. Charakter i stan zachowania mikrofauny znalezionej we wkładkach piaszczysto-ilastych, złożonej z otwornic dolnobadeńskich i pochodzących z utworów fliszu karpackiego, świadczy również o jej redepozycji (informacja ustna doc. dr hab. E. Łuczowskiej-Schiller, 1975).

Z przytoczonych danych wynika, że żwirowo-piaszczyste osady z Łęka Górnych są niewątpliwie młodsze od ilastych osadów górnego badenu. Bliższe określenie ich wieku może być dokonane obecnie tylko drogą pośrednią na podstawie różnych przesłanek.

SKŁAD PETROGRAFICZNY OSADÓW

Materiał żwirowy

Charakterystyka składu petrograficznego żwirów przeprowadzona została na podstawie trzech prób, z których każda składała się ze 100 otoczków wydobytych ze zlepieńców. Na podstawie oznaczeń mikroskopowych cały materiał podzielony został na 7 grup, a reprezentatywne okazy każdej z nich zbadane zostały mikroskopowo w ponad stu płytkach cienkich. Oznaczenia skał zaliczonych do grupy „inne” dokonane zostały przez prof. dr T. Wiesera.

Skład petrograficzny żwirów obrazują tabele 1 i 3, a charakterystyka szczegółowa przedstawiona jest poniżej.

Tabela - Table 1

Skład petrograficzny żwirów w % ilościowych

/na podstawie 300 otoczków/

Petrographical composition of gravels

/based on 300 pebbles/

Typ petrograficzny Petrographical class	Zawartość % Percent
Piaskowce Sandstones	33,3
Kwarcyty Quartzites	8,3
Kwarce Quartz	11,7
Skały krzemionkowe Silicious rocks	9,3
Wapienie Limestones	18,4
Wapienie litotamniowe Lithothamnium limestones	16,0
Inne Others	3,0

Piaskowce

Piaskowce o spoiwie węglanowym

Okolo 80% otoczków piaskowcowych stanowią piaskowce o spoiwie węglanowym. Dominująca brązowordzawa barwa otoczków jest przypuszczalnie wynikiem procesów postdepozycyjnych w osadzie. Pierwotne barwy tych piaskowców wykazują odcienie popielatobrunatne, popielate i zielonkawe. Są to piaskowce bardzo drobnoziarniste i drobnoziarniste, które obok nieuporządkowanej struktury mają niekiedy laminację równoległą. Składają się głównie z ziarn kwarcu często polikrystalicznego, okruchów skał krzemionkowych, rzadziej węglanowych, niewielkiej ilości plagioklazów i skaleni alkalicznych, łyszczyków i niezbyt licznych ziarn glaukonitu. W niektórych piaskowcach stwierdzono obecność szczątków organicznych (otwornice, fragmenty krynoidów, małżoraczki,

okruchy szkieletów litotamniowych). Materiał detrytyczny piaskowców jest ostrokrawędzisty lub słabo obtoczony. Spoiwo węglanowe jest głównie sparytowe, rzadko mikrytowe nieco zailone o charakterze wypełniającym i kontaktowym (tabl. III. fot. 3).

Piaskowce o spoiwie krzemionkowym i krzemionkowo-ilastym

Skały zaliczone do tej grupy są piaskowcami barwy przeważnie szarej lub jasnopopielatej, średnioziarnistymi, rzadziej drobnoziarnistymi o bezładnej lub kierunkowej teksturze. Składają się głównie z ziarn kwarcu często polikrystalicznego, niewielkiej ilości plagioklazów i skałeni alkalicznych, pojedynczych ziarn skał kwarcytowych, łyszczyków podkreślających ułożeniem strukturę skały i liczego w kilku wypadkach glaukonitu. Poszczególne ziarna są nieobtroczone lub słabo obtroczone. Spoiwo krzemionkowe, mikrokryształiczne lub bezpostaciowe, czasami z domieszką ilastą jest na ogół bardzo ubogie o typie kontaktowym.

Wiele z obserwowanych piaskowców wykazuje zarówno makroskopowo, jak i w płytkach cienkich znaczne podobieństwo do piaskowców kredowych z fliszu Karpat. Na tej podstawie można wnosić, że większość otoczków piaskowców w badanych utworach pochodzi z przyległego obszaru Karpat, gdzie kredowe osady fliszowe wykształcone są w facji śląskiej i inoceramowej (por. W d o w i a r z, 1951). Ścisłe określenie warstw, z których pochodzą te otoczki, jest jednak bardzo trudne z uwagi na dużą zmienność litologiczną oraz zmiany materiału otoczkowego, które zaszły w wyniku procesów wietrzenia i transportu.

Wydaje się prawdopodobne, że pewna część otoczków reprezentuje redeponowany materiał otoczkowy egzotyków występujących w utworach fliszowych, a część pochodzić może także ze starszych osadów mioceńskich (por. W d o w i a r z 1951 pp. 233, 235).

K w a r c y t y

Szare, białoszare kwarcyty tej grupy, nierównoziarniste o przekryształizowanym spoiwie kwarcowym wykazują różne stopnie kataklazy (tabl. IV. fot. 2). Na tle skataklazowanej lub zmyllonityzowanej kwarcowej masy skalnej występują porfiroklasty głównie kwarcu, bardzo rzadko skałeni. Ziarna kwarcu przeważnie pozazębiane o konturach suturowych, przy mniejszej kataklazie wykazują ślady dobrego obtoczenia. Skały te wykazują struktury kataklazowe i porfiroklastowe, teksturę od nieuporządkowanej do wyraźnie kierunkowej podkreślonej ułożeniem łyszczyków czy chlorytów.

Niektóre kwarcyty odznaczają się barwą czarną lub ciemnoszarą, są one silniej skataklazowane i zmyllonityzowane o drobniejszych ziarnach i teksturze kierunkowej podkreślonej falistymi i nieregularnymi skupieniami czarnej substancji przypuszczalnie węglistej.

Występujące tu kwarcyty w przeważającej części nie mają charakteru typowej skały metamorficznej. Pochodzą one z piaskowców o spoiwie krzemionkowym w różnym stopniu skataklazowanych i zmyllonizowanych. Stąd też nie można wykluczyć ich pochodzenia z warstw fliszowych silniej zaangażowanych tektonicznie, gdzie lokalnie nastąpiły przeobrażenia występujących piaskowców. Pewna ilość otoczków kwarcytowych może pochodzić również z warstw egzotycznych występujących w osadach fliszowych.

K w a r c

Kwarc przeważnie barwy mlecznobiałej, białej i szarej jest zwykle grubo- i średniokrystaliczny o kryształach wykształconych ksenomorficznie i teksturze bezładnej. W kryształach można obserwować liczne wrostki cyrkonu, rutylu i turmalinu.

S k a ł y k r z e m i o n k o w e

Do tej grupy skał zaliczono radiolaryty, spongiolity i lidyty.

Radiolaryty barwy zielonkawobrunatnej i czarnej związane o przelaminie muszlowym i tłustym połysku są utworzone z licznych szkielecików radiolarii zbudowanych z chalcedonu opalu czy przekrystalizowanego drobnokrystalicznego kwarcu. Szczątki organiczne występują w spoiwie o typie mikrokryystalicznej lub bezpostaciowej krzemionki. Struktura organogeniczna tych skał w wielu wypadkach jest niewyraźna wskutek procesów diagenety i rekrytalizacji. Tekstura ich jest zwykle bezładna, czasami kierunkowa. Część radiolarytów barwy zielonkawobrunatnej jest laminowana żyłkami kalcytu grubokrystalicznego. Obserwuje się również w radiolarytach ostrokrawędziste fragmenty wapieni z mikrofauną kalpionellową. Niektóre z radiolarytów przypominają ze względu na znaczną ilość węglanów wapienie rogowcowe.

Lidyty i rogowce są tu skałami czarnymi i zielonkawobrunatnymi zbudowanymi z przekrystalizowanej krzemionki w postaci chalcedonu i kwarcu. Niekiedy obserwuje się zarysy krzemionkowych form organicznych.

Zarówno fragmenty kwarcu, jak i skał krzemionkowych spotykane są w warstwach zlepieńcowych występujących wśród piaskowców na przyległym obszarze Karpat. Występują one zarówno wśród piaskowców kredowych w facji śląskiej (por. Wdowiarz, 1951 p. 225), jak i w facji inoceramowej (por. Wdowiarz 1951, p. 230), skąd najprawdopodobniej były dostarczane.

W a p i e n i e

W tej grupie wyróżniono:

1. Wapienie organodetrytyczne barwy szarej, beżowej, beżowobiałej i czarnej. W spoiwie sparytowym, mikrytowo-sparytowym

lub mikrytowym występują liczne szczątki organiczne (otwornice, ślimaki, małżoraczki kalpionelle, korale, krynoidy, glony z rodzaju *Lithothamnium*, igły gąbek i kolce jeżowców). Niekiedy mamy do czynienia z wapieniem złożonym wyłącznie z koralami (tabl. III, fig. 2). Szczątki organiczne są bardzo dobrze zachowane lub pokruszone, a w wielu wypadkach trudne do identyfikacji ze względu na rekrystalizację czy częściową ich sylifikację. W tej grupie najliczniej reprezentowane są wapienie beżowobrazowe o spoiwie mikrytowym z przekrystalizowanymi i często zsylikowanymi formami przypominającymi radiolarie.

2. Wapienie mikrytowe, które są przeważnie barwy szarobrazowej bez fauny, miejscami ze smugami substancji ilastej czy żelazistej z pojedynczymi ziarnami kwarcu.

3. Wapienie sparytowe są zwarte, barwy niebieskawopopielastej, bez fauny.

4. Wapienie margliste barwy rdzawożółtej, które zawierają liczne smugi substancji ilastej. W smugach tych obecne są drobne blaszki lyszczyków podkreślających laminację wapienia, miejscami występują też dość obficie drobne ziarna kwarcu. Wapienie te wykazują silne zazelenienie.

Zródłem materiału wapiennego mogą być warstwy egzotykowe występujące wśród osadów fliszowych. W stosunkowo niewielkiej odległości (ok. 3 km) na południe od Łek Górnych w brzegu potoku Dulcza odsłaniają się warstwy z egzotykami występujące wśród fliszowych utworów kredowych facji śląskiej (informacja ustna mgr K. Malik). W materiale egzotykowym występują liczne otoczaki wapienne z których wiele wykazuje podobieństwo do materiału wapiennego występującego w badanych żwirach.

Wapienie litotamniowe

Wapienie te wydzielono jako odrębną grupę ze względu na duży udział w materiale otoczakowym, łatwo dostrzegalną odmienną barwę od innych skał, bardzo nieregularne kształty oraz znacznie słabsze obtoczenie. Otoczaki wapieni litotamniowych mają barwę białoróżową i jasno-beżową, są niejednokrotnie zbite o charakterze gruzłowym. Są to wapienie organodetrytyczne (tabl. III, fig. 1) o spoiwie głównie sparytowym, niekiedy mikrytowym. Głównym składnikiem są szczątki glonów z rodzaju *Lithothamnium*, które występują w postaci ciągłych nieregularnych form lub też w postaci pokruszonych fragmentów scementowanych sparytem. W wapieniach tych występują obficie inne formy organiczne takie jak: otwornice, małżoraczki, kolce jeżowców, okruchy mszywiolów, koralami, cienkoskorupowych małży, brachiopodów, a także struktur gąbkowych i ich fragmenty. Obok szczątków organicznych występują

pojedyncze ziarna kwarcu, skupienia związków żelaza i w różnym stopniu zachowane drobne ziarna glaukonitu.

Otoczaki wapieni litotamniowych pochodzą z dolnobadeńskich wapieni litotamniowych występujących w lokalnych płatach na osadach fliszowych. Tego typu miocieńskie wapienie litotamniowe występują na osadach fliszowych około 1 km na południe od Łęk Górnych.

Otoczaki innych skał

W tej grupie znajdują się pojedynczo występujące otoczaki skał pochodzenia wulkanicznego i metamorficznego, a to:

Epignejs muskowitowo-skaleniowy — Skała zwięzła barwy popielatoszarej o strukturze drobnoziarnistej, złożona z ziarn kwarcu, skaleni i blaszek muskowitu, których ułożenie podkreśla kierunkową teksturę skały.

Blastokataklazyt gnejsowy, skała zwięzła popielatozielonkawa o strukturze blastokataklazowej, psamitowej i teksturze bezładnej, zbudowana jest z ziarn kwarcu, skaleni, licznych łyszczków, które uległy całkowitej serycytyzacji.

Blastomylonit tufowy jest skałą zwięzłą barwy zielonkawoczerwonej. Pierwotną skałą był tuf, który uległ myllonityzacji a następnie blastezie. Na tle zmyllonityzowanej kwarcowej masy skalnej występują fenokryształy albitu szachownicowego i kwarcu. Struktura skały jest porfiroklastowa, tekstura wyraźnie kierunkowa.

Tufowy aglomerat lawowy jest tu skałą zwięzłą szarozieloną o strukturze pilotaksytowej i granofirowej a teksturze bezładnej. Ma ona charakter niejednorodny i wykazuje skład mineralny kwaśnego andezytu przechodzącego w dacyt.

Aglomerat lawowy zwięzły żółtobrunatnej barwy jest silnie przeobrażoną skałą magmową trudną do zidentyfikowania. Szkliwo stanowiące tło skalne o strukturze mikrofelzytowej ulega procesom serycytyzacji a sporadycznie występujące pojedyncze fenokryształy skaleni procesom sylikfikacji.

Łupek kwarcowo-węglanowy jest skałą zwięzłą o białoszarej barwie z licznymi nieregularnymi rdzawymi plamami (tabl. IV, fig. 1). Strukturę ma średnio i gruboziarnistą, a składa się z ksenomorficznych ziarn kwarcu i kalcytu. Rdzawe plamy to obficie występujące tu związki żelaza m. in. utleniony syderyt i getyt. Tekstura skały jest wyraźnie kierunkowa podkreślona naprzemianległym ułożeniem pakietów zbudowanych z kryształów kwarcu i węglanów.

Porfir (albitofir) (tabl. IV, fig. 3) jest tu zwięzłą skałą barwy brunatnozielonkawej zbudowaną z fenokryształów albitowych rozmieszczonych nieregularnie w kwarcowym tle skalnym o strukturze grubofelzytowej. Skała jest niejednorodna o teksturze bezładnej.

Porfiroid skała zwięzła barwy szarej wykazująca cechy silnie przeobrażonego porfiru (zserycytyzowanego i skataklastycznego) w masie skalnej o strukturze grubofelzytowej występują pojedynczo lub w skupieniach fenokryształy kwarcu z zatokami korozyjnymi, skaleni i biotyту, te ostatnie zupełnie zserycytyzowane. (tabl. IV, fig. 4). Skała o teksturze bezładnej nie wykazuje jednolitego charakteru, lecz przypomina aglomerat lawowy. Stwierdzono również odmianę porfiroidu o strukturze drobnofelzytowej, z nielicznymi fenokryształami skaleni, przejawiającą bardzo silną serycytyzację i karbonatyzację. Przypuszczalnie wyjściową skałą dla tych porfiroidów był tuf.

Otoczaki tej grupy skał wykazują pewne podobieństwo do młodopaleozoicznych skał podłoża Karpat (informacja ustna prof. dra T. Wiesera) i niektórych egzotyków karpackich; wśród otoczek brak skał typowych dla materiału pochodzenia eratycznego.

Ponadto w materiale żwirowym występują pojedyncze fragmenty czarnych i brunatnych łupków zawierających kredową mikrofaunę karpacką oraz dość liczne szarozielonkawe i szare toczące ilaste, w których występuje mikrofauna górnobadeńska. W najdrobniejszych frakcjach żwirowych występują również niezbyt liczne, drobne obtoczone fragmenty gruboskorupowej makrofauny. Stan jej zachowania nie pozwala na dokładną identyfikację.

Reasumując stwierdzić można, że materiał otoczakowy reprezentowany jest przez skały pochodzące z utworów fliszu karpackiego, egzotyki pochodzące z warstw egzotykowych występujących w obrębie utworów fliszowych oraz skały miocenne występujące na osadach fliszowych. Brak jest w materiale żwirowym skał pochodzenia eratycznego.

Materiał piaszczysty

Skład mineralny frakcji piaszczystych określono na podstawie badań mikroskopowych 16 płytek cienkich wykonanych z osadów scementowanych; ponadto przeprowadzono obserwacje luźnych piasków pod lupą binokularną.

We frakcjach piaszczystych dominują ziarna kwarcu. Towarzyszą im okruchy skał, wśród których najpospolitsze są: mikrokrystaliczne skały krzemionkowe, kwarcyty, wapienie i łupki metamorficzne. Obficie występują szczątki organizmów, przede wszystkim okruchy szkieletów litotamniowych i otwornice, rzadziej fragmenty kolców jeżowców, fragmenty szkieletów mszywiolów i koralii, okruchy skorup mięczaków. Szczątki organizmów są na ogół zniszczone i noszą ślady obtoczenia. W niewielkiej ilości występują ponadto ziarna skaleni potasowych i rzadziej plagioklastów, blaszki łyszczyków a całkiem podrzędnie obserwuje się drobne ziarna glaukonitu, wykazujące przeważnie objawy zwiętrzenia.

Procentowy skład materiału frakcji piaszczystej obliczony na podstawie analiz planimetrycznych płytek cienkich przedstawiony jest w tabeli 2.

Tabela — Table 2

Skład mineralny spoiwa zlepieńców
Mineral composition of conglomerate cement

Składnik Component	Zawartość % Percent		
	średnia mean.	minim. min.	maksym. max.
Kwarc Quartz	28,5	22,7	34,7
Skalenie Feldspars	3,8	1,7	6,0
Łyszczyki Micas	0,2	—	1,0
Okruchy skał obcych Rock fragments	24,9	21,7	36,3
Szczątki organiczne Organic remains	5,7	3,0	9,7
Spoiwo węglanowe Carbonate cement	32,8	24,3	42,3

Spoiwo zlepieńców

Spoiwo zlepieńców stanowi masa piaszczysta scementowana wtórnie węglanem wapnia wykształconym w postaci sparytowego kalcytu. Źródłem węglanów były zapewne otoczaki wapienne występujące w znacznej ilości w osadzie oraz piasek utworzony z ich rozkruszania.

Cementacja osadu zaznacza się lokalnie i występuje nieregularnie (por. fig. 3, w najwyższej części wkopu występuje silnie scementowana partia osadu, a poniżej przeważa osad sypki). Granica między osadem sypkim a scementowanym jest zazwyczaj niewyraźna i stopniowa. Często obserwuje się zjawisko silniejszej cementacji tylko części ławicy czy soczewki. Nie zaznacza się wyraźny związek między wielkością uziarnienia a obecnością stref występowania cementacji.

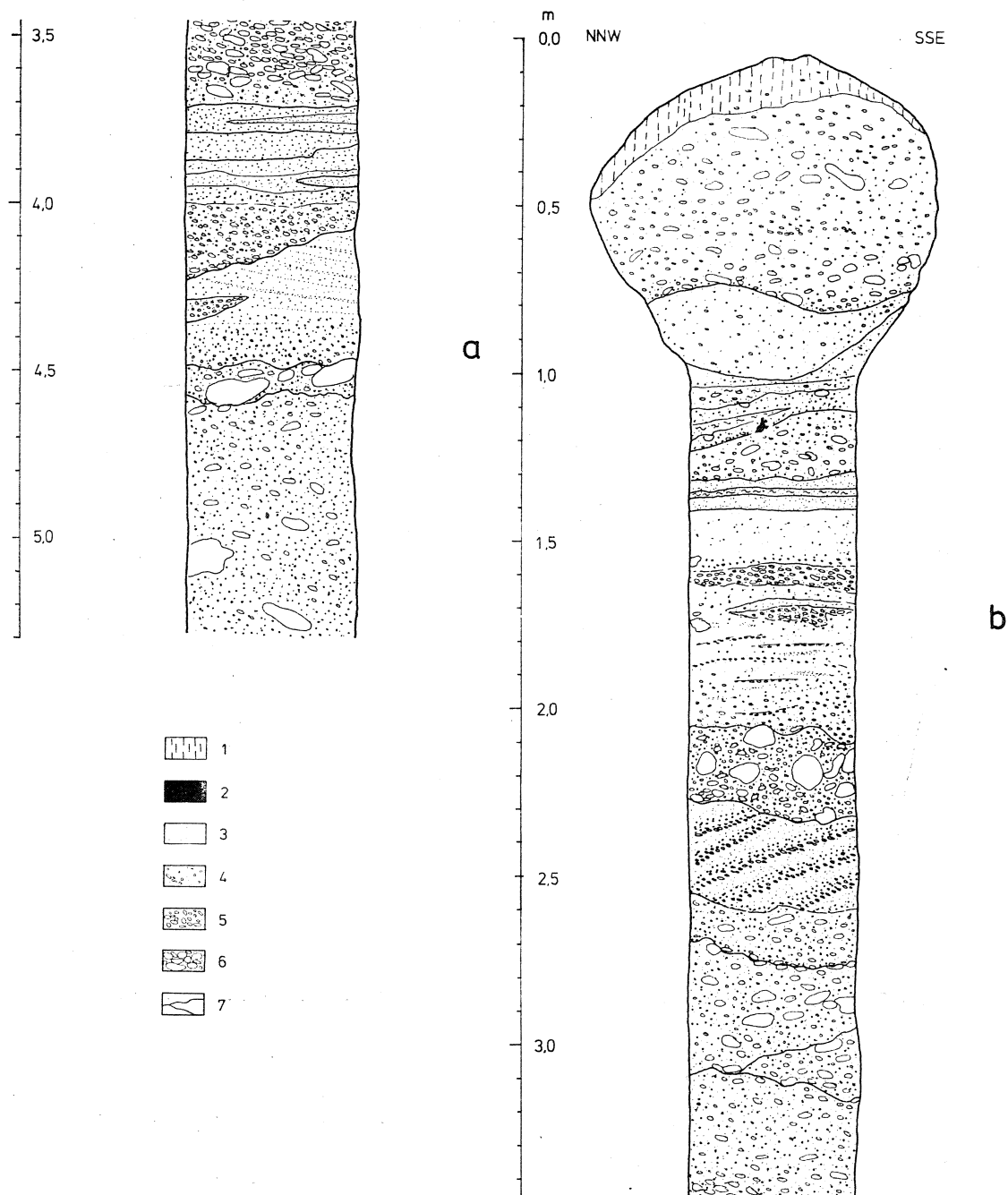


Fig. 3. Profil wkopu numer 11. a — niższa część wkopu, b — wyższa część wkopu; 1 — less, 2 — il; 3 — piasek zailony; 4 — piasek drobnoziarnisty; 5 — piasek ze żwirkiem; 6 — żwir średniotoczakowy; 7 — ostre granice warstw.

Fig. 3. Drawing of excavation 11. a — lower part; b — upper part; 1 — loess; 2 — clay; 3 — clayey sand; 4 — fine sand; 5 — gravelly sand; 6 — pebble conglomerates; 7 — sharp layer boundaries

CECHY TEKSTURALNE OSADU

Uziarnienie

Wykonane analizy sitowe dla materiału piaszczysto-żwirowego wykazały słabe wysortowanie materiału zarówno dla partii bardziej piaszczystych, jak i bardziej żwirowych (por. fig. 4 i 5).

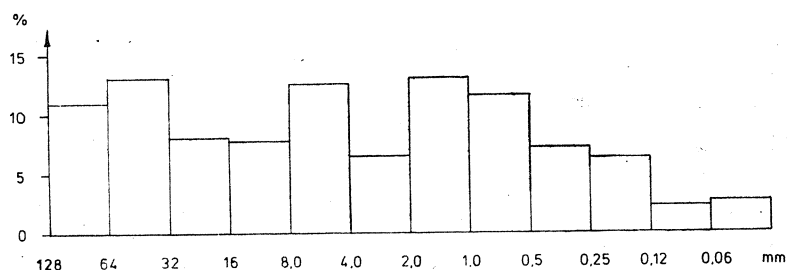
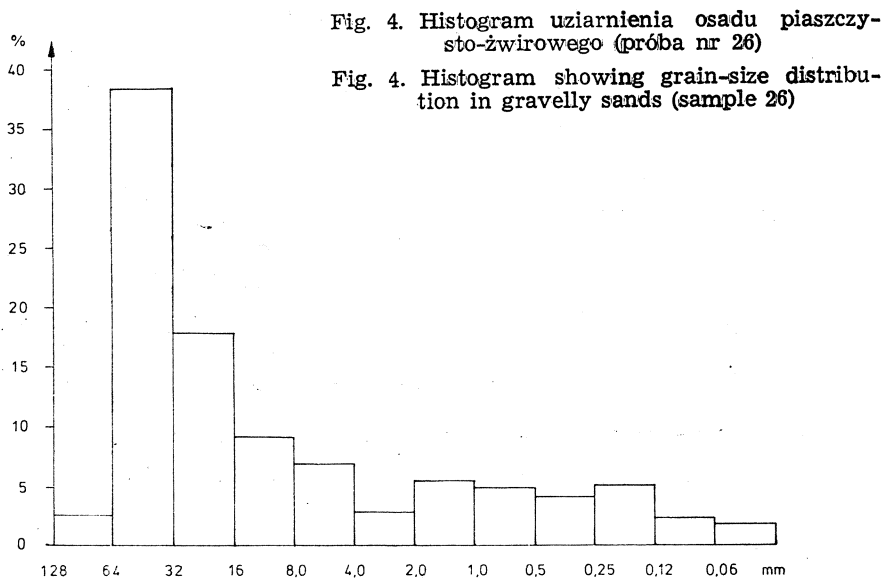


Fig. 5. Histogram uziarnienia osadu żwirowo-piaszczystego (próba nr 27)
Fig. 5. Histogram showing grain-size distribution in sandy gravels (sample 27)

Wśród materiału grobootczakowego powyżej 16 mm dominuje frakcja 32—64 mm (fig. 6). Skład petrograficzny poszczególnych frakcji przedstawia tab. 3. Największe, rzadko występujące otoczaki mają średnicę od 280 do 350 mm.

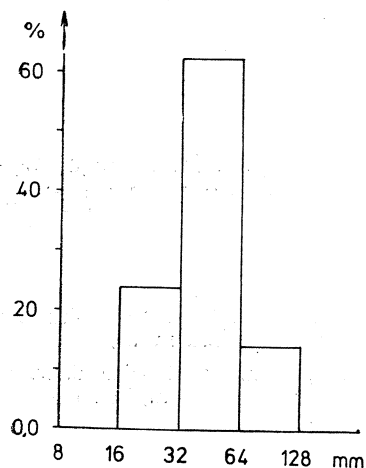


Fig. 6. Histogram uziarnienia otoczków wypreparowanych ze zlepieńców (300 szt., próba nr 1, 2 i 3)

Fig. 6. Histogram showing grain-size distribution in pebbles from conglomerates (300 pebbles, samples 1, 2 and 3)

Tabela - Table 3

Skład petrograficzny żwirów w poszczególnych frakcjach
w % ilościowych danej frakcji

Petrographical composition of gravels in size-classes
in percents of pebbles number for every size-class

Typ petrograficzny Petrographical class	Frakcja size-class		
	16-32 mm	32-64 mm	64-128 mm
Piaskowce Sandstones	26,8	32,1	50,0
Kwarcyty quartzites	8,4	8,0	7,1
Miarce quartz	22,5	9,6	2,4
Skály krzemionkowe Silicious rocks	9,9	9,1	9,5
Wapienie Limestones	19,7	18,7	14,3
Wapienie litotamniowe Lithothamnium limestones	12,7	17,1	16,7
Inne Others	-	4,8	-

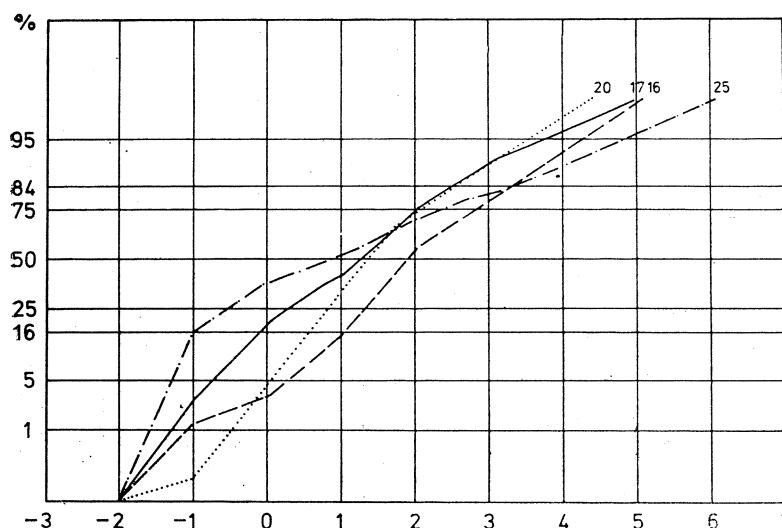


Fig. 7. Krzywe uziarnienia reprezentatywnych prób osadów piaszczystych (cyfry oznaczają numery prób)

Fig. 7. Cumulative size curves of representative samples of sandy deposits (sample numbers are given)

Analizy sitowe materiału wyłącznie piaszczystego wykazały również słabe wysortowanie piasków i nieznaczną tylko domieszkę materiału frakcji drobniejszych. Typowe dla piasków krzywe przedstawia fig. 7, a obliczone wskaźniki uziarnienia zamieszczone są w tab. 4.

Morfologia ziarna

Obserwacje morfologiczne materiału żwirowego przeprowadzono na 300 otoczkach wydobytych ze słabiej scementowanych zlepieńców; średnica tych otoczek mieściła się w przedziale 16—128 mm. Wyniki analizy kształtu otoczek uwzględniające ich charakter petrograficzny przedstawione są na fig. 8 i w tabeli 5.

W osadach dominują otoczki dyskooidalne (47,7%) i kuliste (27,3%), podrzędnie występują otoczki wrzecionowate (14,0%) i elipsoidalne (11,0%).

Stopień obtoczenia materiału otoczkowego oznaczono według dziewięciostopniowej skali Krumbeina (1941, p. 68—69, fig. 1). Uzyskane wyniki przedstawiają fig. 9 i 10 i tab. 6. Badany materiał charakteryzuje wysoki stopień obtoczenia. Pospolite dla osadów fliszowych piaskowce wykazują zróżnicowany stopień otoczenia. Otoczki skał egzotycznych przejawiają wysoki stopień obróbki w wyniku transportu, i to zarówno dla skał podatnych na obtoczenia (wapienie) jak i dla skał bardziej odpornych (skały krzemionkowe, kwarcyty). Otoczki badeńskich wapieni litotamniowych wykazują duże zróżnicowania w stopniu obto-

Tabela - Table 4

Główne statystyczne wskaźniki uziarnienia wybranych prób z osadów piaszczystych
w jednostkach skali ϕ obliczonych wg wzorów R.L. Folk i W.C. Warda /1957/
Main statistical indices of grains for selected samples of sands in ϕ scale
units calculated after R.L. Folk & W.C. Ward's /1957/ equation

Statystyczne wskaźniki uziarnienia Statistical indices of grains	Wzór Equation	Numer próby Sample number			
		16	17	20	25
Średnia średnica Mean Size	$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$	2,03	1,19	1,41	1,02
Odchylenie standardowe Inclusive Graphic Standard Deviation	$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$	1,16	1,36	1,03	2,79
Współczynnik asymetrii skośności Inclusive Graphic Skewness	$Sk_I = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})}$	0,08	0,04	0,07	0,00
Współczynnik kurtozy Graphic Kurtosis	$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$	1,04	1,06	1,38	0,95

czenia. Generalnie mają one jednak znacznie niższą jego wartość niż wapienie pochodzące z warstw egzotykowych. Świadczy to o znacznie krótszej drodze transportu wapieni litotamniowych niż wapieni egzotykowych.

Tabela - Table 5

Rozkład kształtu otoczków /w %/
w poszczególnych grupach petrograficznych

Distribution of shape classes
in petrographical groups of pebbles

Typ petrograficzny Petrographical class	Kształt Shape			
	Kuliste Spherical	Dysko- idalne Disco- idal	Wrzecio- nowate Rod - - shaped	Elipso- idalne Blade - - shaped
Piaskowce Sandstones	16,0	50,0	12,0	22,0
Kwarcyty Quartzites	20,0	60,0	16,0	4,0
Kwarce Quartz	54,3	25,7	17,1	2,9
Skały krzemionkowe Silicious rocks	50,0	28,6	17,9	3,5
Wapienie Limestones	27,3	58,2	9,1	5,
Wapienie litotamniowe Lithothamnium limestones	22,9	50,0	16,7	10,4
Inne Others	22,2	55,6	22,2	-

Określony dla materiału otoczkowego stopień spłaszczenia (por. fig. 11), zdaje się być zbyt niski w stosunku do silnie spłaszczonych otoczków plażowych (por. Cailleux, 1945; Kuenen, 1964), aby na jego podstawie można było wyciągać wnioski o wtórnym przeobrażeniu materiału otoczkowego z Łek Górnych w strefie plaży.

Na powierzchniach badanych otoczków nie stwierdzono obecności rys, wcisków ani też śladów organizmów drążących.

Tabela - Table 6

Rozkład stopnia obtoczenia otoczków /w %/
w poszczególnych grupach petrograficznych
Distribution of roundness
in petrographical groups of pebbles

Typ petrograficzny Petrographical class	Stopień obtoczenia Roundness						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Piaskowce Sandstones	-	-	8,0	15,0	40,0	24,0	13,0
Kwarcyty Quartzites	-	8,0	28,0	44,0	16,0	4,0	-
Kwarce Quartz	5,7	22,9	28,5	25,7	11,4	4,0	-
Skąły krzemionkowe Silicious rocks	-	32,1	28,6	28,6	3,6	7,1	-
Wapienie Limestones	-	-	5,6	37,0	25,9	24,1	7,4
Wapienie litotamniowe Lithothamnium limestones	-	6,1	24,5	57,2	10,2	2,0	-
Inne Others	-	-	22,2	33,3	44,5	-	-

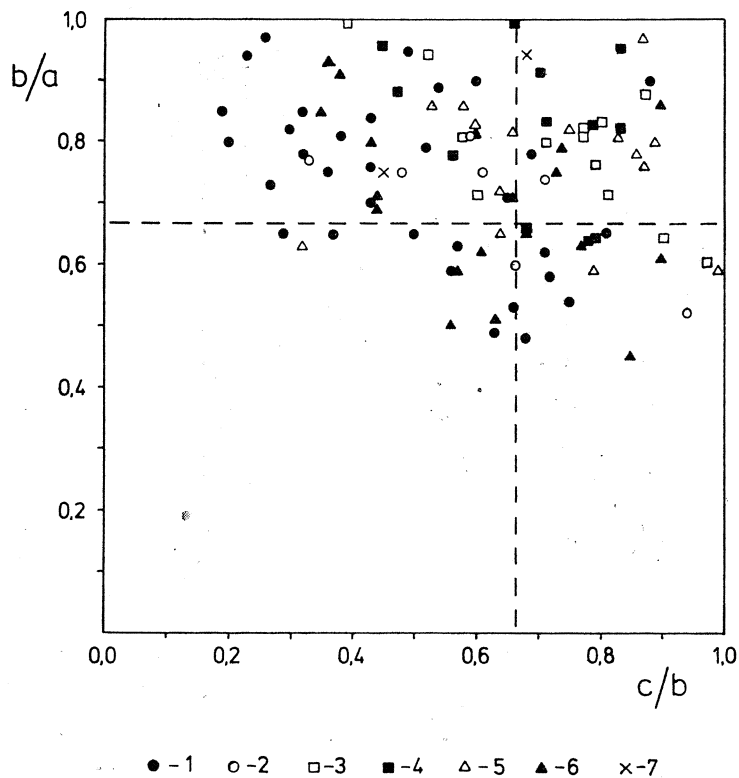


Fig. 8. Diagram kształtu otoczków (na podstawie 100 otoczków próba nr 2). 1 — piaskowce; 2 — kwarcyty; 3 — kwarc; 4 — skały krzemionkowe; 5 — wapienie; 6 — wapienie litotamniowe; 7 — skały inne

Fig. 8. Diagram of axial shape coefficients of 100 pebbles (sample 2). 1 — sandstones; 2 — quartzites; 3 — quartz; 4 — siliceous rocks; 5 — limestones; 6 — Lithothamnium limestones; 7 — others

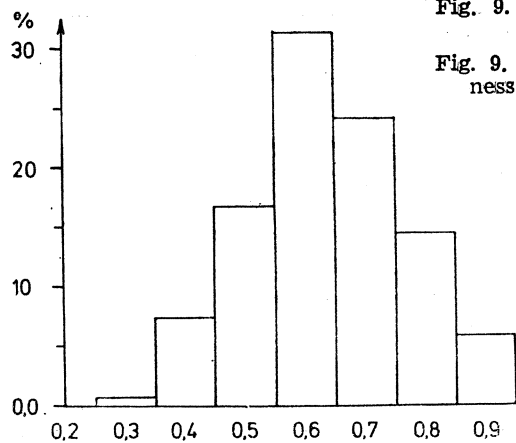


Fig. 9. Zbiorowy histogram obtoczenia otoczków z prób nr 1, 2 i 3

Fig. 9. Combined histogram showing roundness of pebbles from samples 1, 2 and 3

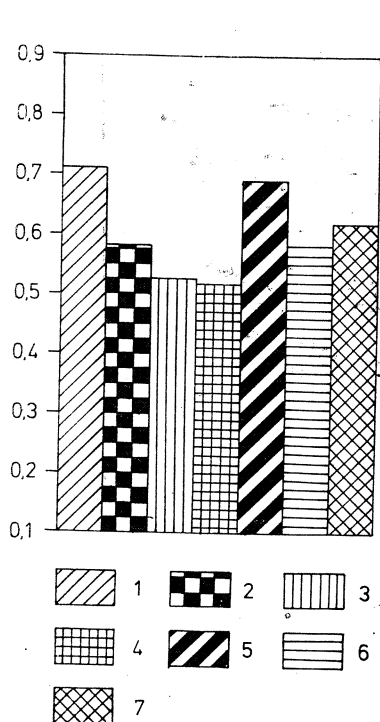


Fig. 10

Fig. 10. Średnie wartości obtoczenia otoczków z prób nr 1, 2 i 3. 1 — piaskowce; 2 — kwarcyty; 3 — kwarc; 4 — skały krzemionkowe; 5 — wapienie; 6 — wapienie litotamniowe; 7 — skały inne

Fig. 10. Mean values of roundness of pebbles from samples 1, 2 and 3. 1 — sandstones; 2 — quartzites; 3 — quartz; 4 — siliceous rocks; 5 — limestones; 6 — Lithothamnium limestones; 7 — others

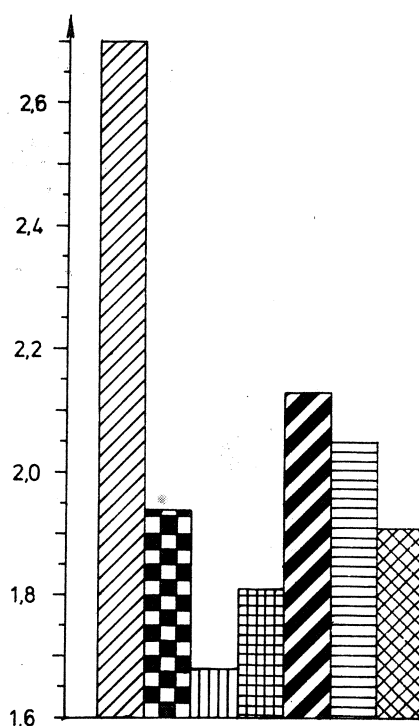


Fig. 11

Fig. 11. Średnie wartości spłaszczenia otoczków z prób nr. 1, 2 i 3. Oznaczenia jak na fig. 10

Fig. 11. Mean values of flatness of pebbles from samples 1, 2 and 3. Numbers — see Fig. 10

CECHY SEDYMENTACYJNE

Badane osady z Łek Górnych wykazują lepiej lub gorzej widoczne poziome uławicenie, poszczególne jednak ławice są z reguły słabo zindywidualizowane (fig. 12). Uławicenie zaznacza się głównie dzięki różnicom w litologii poszczególnych grubszych warstw, a ponadto wskutek obecności mniej lub bardziej rozległych powierzchni erozyjnych. Poszczególne warstwy zasługujące na miano ławic mają zwykle od kilku do kiludziesięciu centymetrów miąższości (tabl. I, fig. 1). Często obserwuje się soczewkowate wykształcenie i wyklinowanie się warstw.

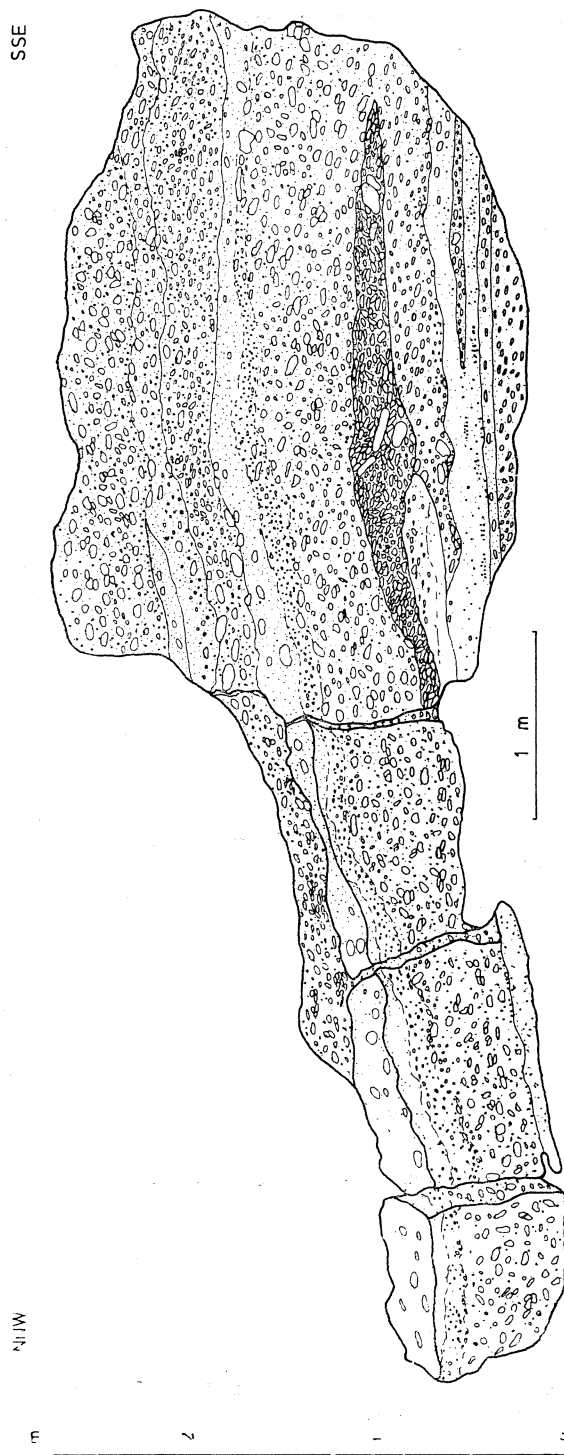


Fig. 12. Rysunek odsłonięcia nr 4. Oznaczenia jak na fig. 3

Fig. 12. Drawing of exposure 4. Explanations — see Fig. 3

Powierzchnie erozyjne najlepiej są widoczne w stropie warstw piaszczystych (fig. 13) i wykazują rozmycia o deniwelacjach do 50 cm. Wiele powierzchni erozyjnych wykracza poza granice odsłonieć.

W ogólnym obrazie zarówno w osadach piaszczystych, jak i żwirowych dominuje uziarnienie frakcyjne. Zaznacza się ono wyraźniej w osadzie bardziej gruboziarnistym, w którym zwykle brak innych struktur sedimentacyjnych. Przeważnie jest to uziarnienie frakcyjne normalne, niekiedy odwrócone. Obserwuje się również stopniowe dość szybkie zmiany uziarnienia w poziomie, podczas których osady żwirowe przechodzą lateralnie w piaszczyste i odwrotnie.

W partiach bogatszych we frakcje drobniejsze obok uziarnienia frakcyjnego obserwuje się miejscami laminację horyzontalną i przekątne warstwowanie piasków (fig. 14). W piaskach bardzo drobnoziarnistych występują obok warstwowań przekątnych, nieregularnie i faliście przebiegające laminy i smugi substancji ilastej i ilasto-piaszczystej (fig. 15).

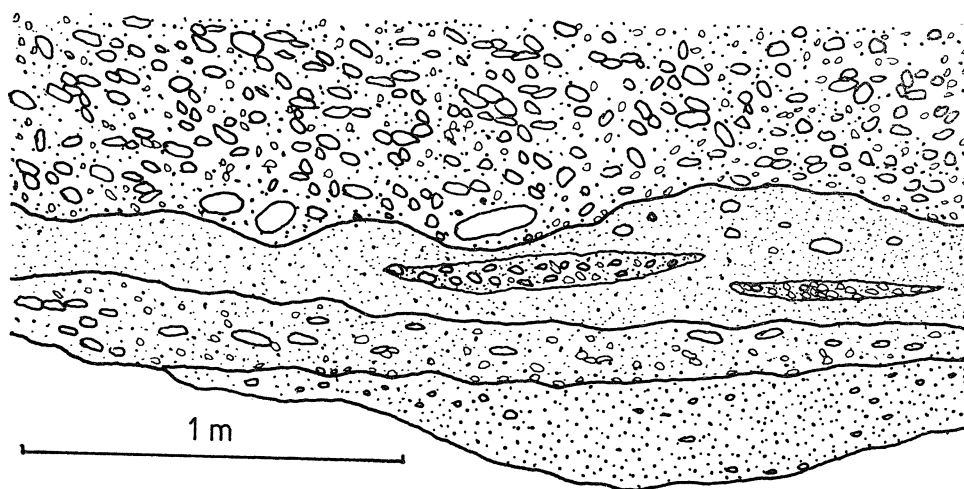


Fig. 13. Powierzchnie erozyjne (fragment odsłonięcia nr 4). Oznaczenia jak na fig. 3

Fig. 13. Erosional surfaces (fragment of exposure 4). Explanations — see Fig. 3

W osadzie, gdzie ilość materiału piaszczystego jest niewielka, bardzo często obserwować można wyraźną imbrykację (tabl. I, fig. 2). W poszczególnych warstwach struktury dachówkowe występują w obrębie całej warstwy lub też tylko w pewnej jej części, najczęściej przystropowej, podczas gdy w pozostałej imbrykacja jest mniej wyraźna (tabl. II, fig. 1).

W punktach, gdzie występowała wyraźna imbrykacja, pomierzono orientację ponad 300 otoczków, głównie płaskich. Na podstawie tych

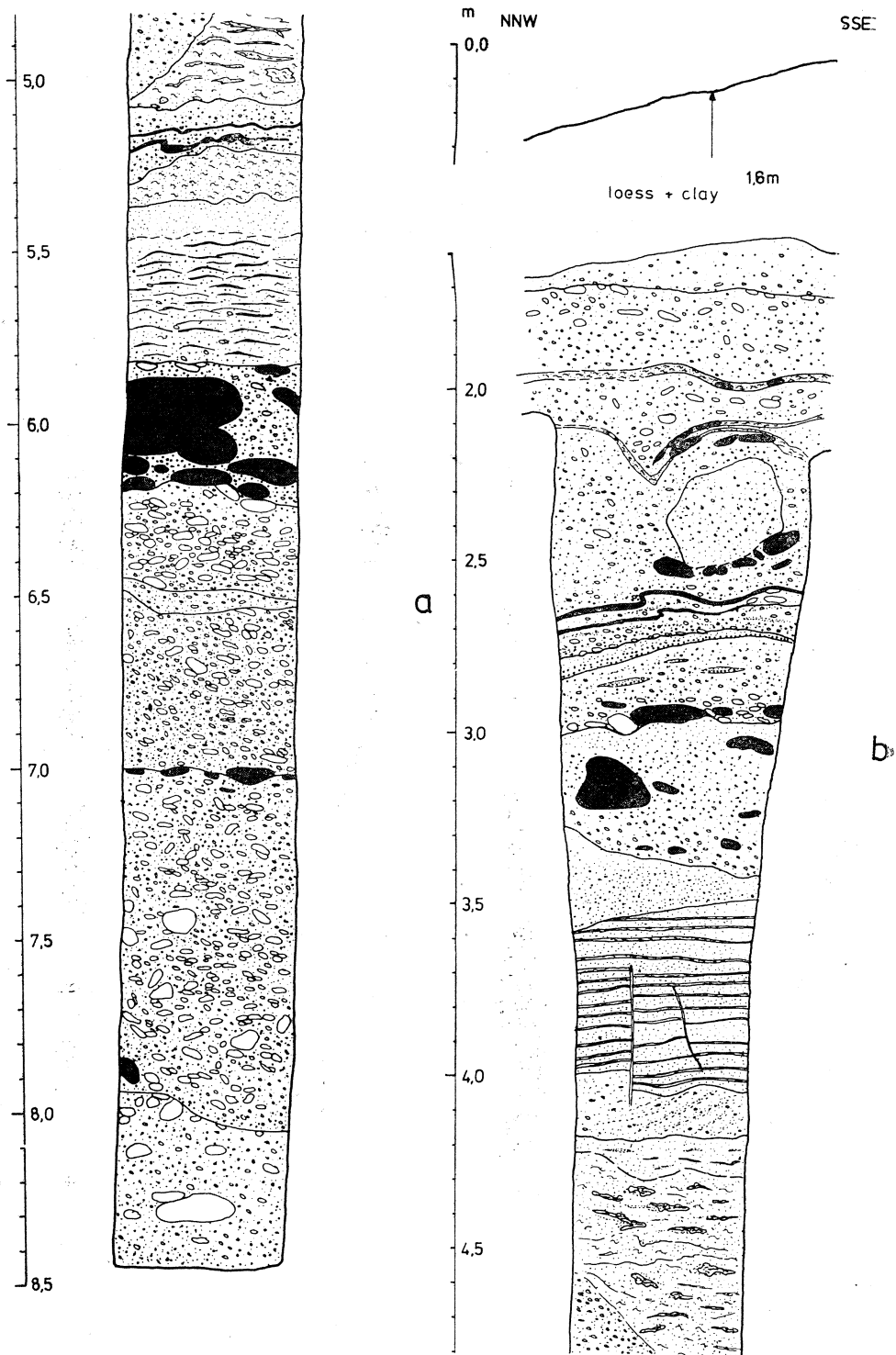


Fig. 14. Profil wkopu nr 10. Oznaczenia jak na fig. 3
 Fig. 14. Drawing of excavation 10. Explanations — see Fig. 3

pomiarów wykreślono diagram konturowy (fig. 16) przedstawiający położenie normalnej do płaszczyzny największego przekroju otoczaka AB. Z otrzymanego diagramu wynika, że przeważająca część materiału żwirowego jest nachylona tylko w jednym kierunku na SW. Wskazuje to na gromadzenie materiału żwirowego w warunkach jednokierunkowego przepływu i pozwala wykluczyć depozycję żwirów w strefie plaży. Obraz diagramu wykazuje duże podobieństwo do diagramów z kopalnych osadów rzecznych (por. Teisseyre, 1968).

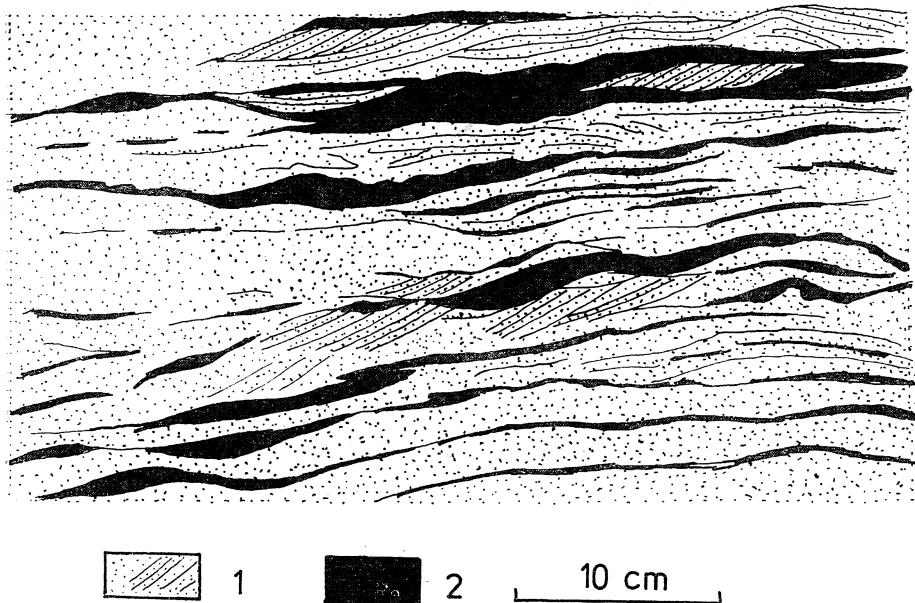


Fig. 15. Struktury sedimentacyjne w osadzie o stosunkowo drobnym ziarnie. 1 — piasek drobnoziarnisty; 2 — il zapiaszczony lub il

Fig. 15. Sedimentary structures of relatively finer-grained deposits. 1 — fine sand; 2 — clay or sandy clay

POCHODZENIE MATERIAŁU I WARUNKI SEDYMENTACJI

Skład petrograficzny badanych osadów oraz występujące w nich struktury kierunkowe dowodzą, że materiał klastycznych tych osadów donoszony był z południa i pochodził częściowo z osadów miocenijskich, a w głównej mierze z utworów fliszu karpackiego. Bezpośrednim źródłem otoczaków o charakterze egzotykowym były warstwy z egzotykami występujące w obrębie utworów fliszowych. Stwierdzony w Łękach Górnych stosunkowo duży procent otoczaków pochodzenia egzotykowego przemawia za tym, że obszar, skąd dostarczany był materiał klastyczny był niewielki; w przypadku większej powierzchni obszaru źródłowego materiał egzotykowy musiałby ulec znacznemu rozproszeniu w masie otoczaków

innych skał (por. D ż u ł y ń s k i et al., 1974). Wysoka koncentracja materiału egzotycznego pośrednio świadczy również o krótkiej drodze transportu.

Stopień obtoczenia otoczków skał egzotycznych jest wysoki nawet w przypadku skał o dużej odporności. Prawdopodobnie taki stopień ob-

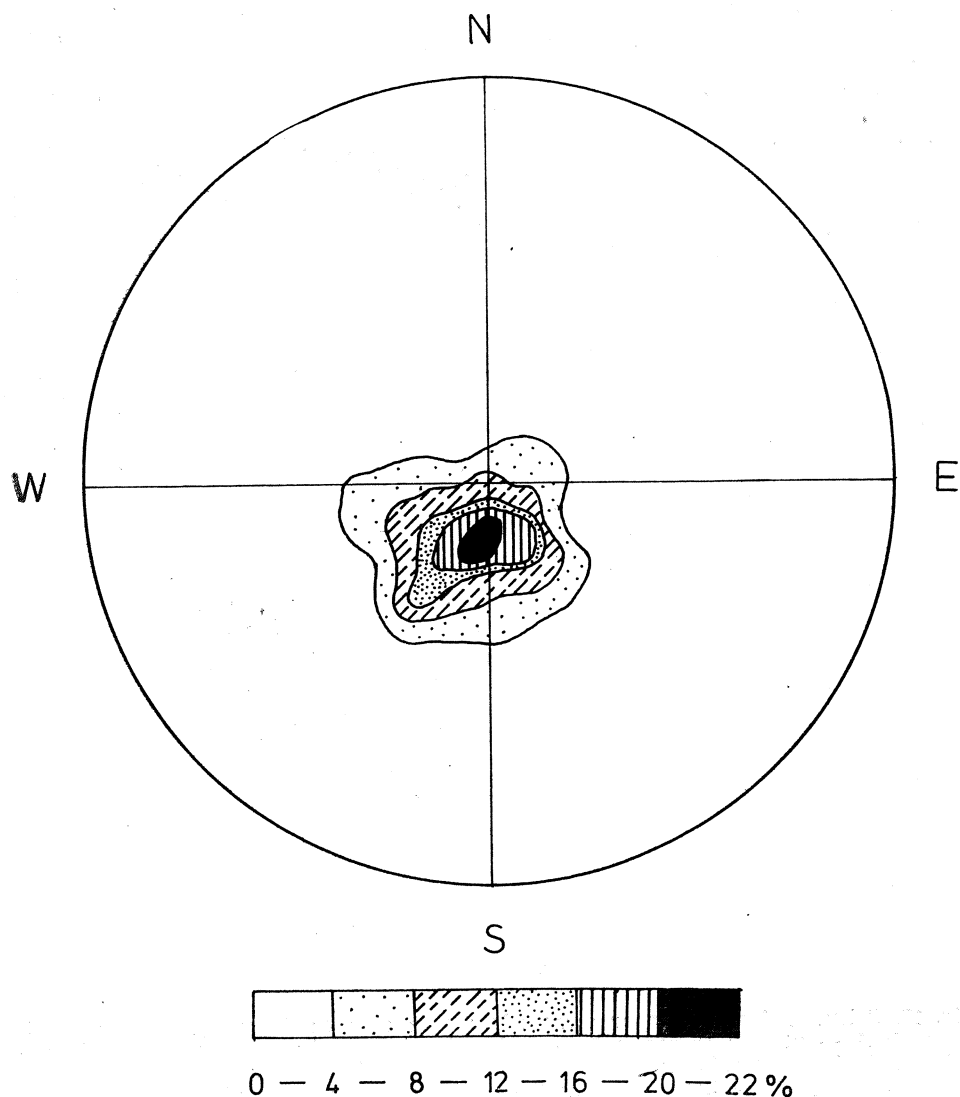


Fig. 16. Diagram konturowy struktur dachówkowych w materiale żwirowym, rzut biegunów płaszczyzn największego przekroju ab otoczaka (na podstawie 100 pomiarów, odwzorowanie na półkulę górną)

Fig. 16. Imbricated structure in gravel (100 measurements projections of poles of ab section on the upper hemisphere)

toczenia skał został uzyskany przez ten materiał przed jego depozycją w utworach fliszu karpackiego. W porównaniu z wapiennymi otoczkami egzotykowymi otoczki miocénskich wapieni litotamniowych są słabiej obtoczone, chociaż zbudowane są ze skał o wyraźnie mniejszej odporno-

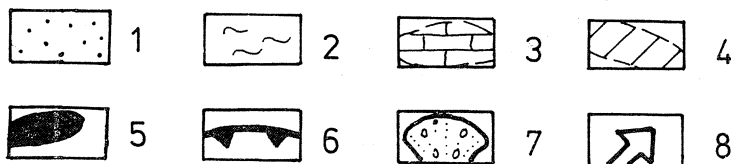
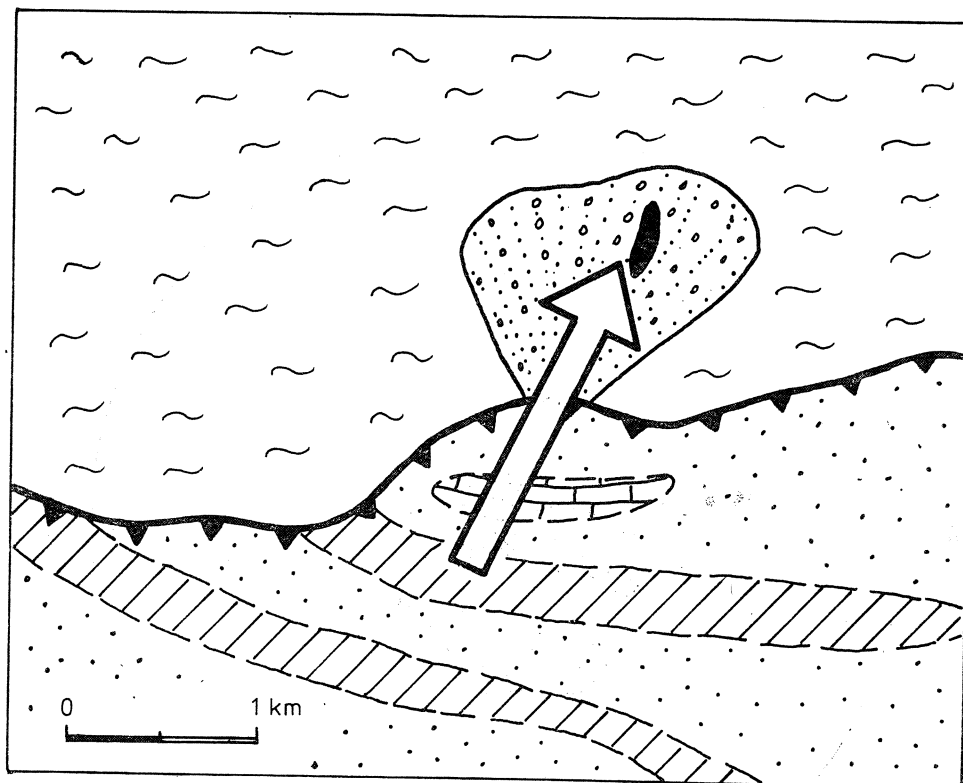


Fig. 17. Schemat drogi transportu materiału oraz obszaru depozycji osadów z Łek Górnych .1 — utwory fliszowe; 2 — drobnoziarniste osady miocenu; 3 — miocén-
skie wapienie litotamniowe; 4 — obszar występowania warstw z egzotykami; 5 —
skałka Podraza; 6 — brzeg Karpat; 7 — miocénskie osady gruboklastyczne; 8 —
kierunek transportu

Fig. 17. Scheme illustrating transport path and depositional area of deposits from
Łeki Górne. 1 — flysch deposits; 2 — fine-grained Miocene deposits; 3 — Miocene
Lithothamnium limestones; 4 — outcrop area of exotic-bearing beds; 5 — „Podraza
Cliff”; 6 — Carpathian border; 7 — coarse clastic Miocene deposits; 8 — transport
direction

ści. Obserwowany stopień obtoczenia tych wapieni dowodzi krótkiej drogi transportu; mógł on zostać uzyskany na dystansie około 1—2 km (por. Ku en en, 1956; Ku en en, 1959; Un ru g, 1957; Na wa ra, 1964). Piaskowce wykazują na ogół wysoki stopień obtoczenia, zróżnicowany jednak w zależności od charakteru petrograficznego skał. Z prac Un ru ga (1957) i Na wa ry (1964) wynika jednak, że taki stopień obtoczenia mógł już zostać osiągnięty podczas transportu na dystansie kilku kilometrów.

Cechy sedimentacyjne wskazują, że materiał badanych osadów deponowany był głównie przez prądy, których warunki hydrodynamiczne oscylowały w pobliżu granicy między dolnym a górnym reżimem przepływu. Struktury, których powstanie można by wiązać z dolnymi fazami dolnego reżimu przepływu obserwowane są jedynie sporadycznie.

Zarówno cechy sedimentacyjne, jak i teksturalne badanych osadów wykazują duże podobieństwo do osadów stożków napływowych (por. Bli ss en ba ch, 1954; Bl u ck, 1964; Bu ll, 1972) oraz do osadów rzek roztokowych deponujących materiał żwirowo-piaszczysty (por. Williams and Ru st, 1969; S mi th, 1970; Ru st, 1972).

Omawiane utwory z Łęk Górnych nie wykazują natomiast cech, które by sugerowały ich depozycję w środowisku plażowym. Przemawiają za tym: wyraźnie zaznaczony jeden kierunek imbrykacji, przeciętnie strome kąty nachylenia otoczków oraz stosunkowo niski udział procentowy silnie spłaszczonych otoczków (por. Ca il le u x, 1945; Ku en en, 1964), jak też i brak struktur sedimentacyjnych typowych dla strefy plażowej (por. Gr ad zi ń s ki et al., 1976 p. 469). W pewnym stopniu potwierdzać to również może brak większych fragmentów skorup mięczaków.

Brak materiału północnego w materiale żwirowym, jak też i charakter zespołu minerałów ciężkich we frakcji piaszczystej przemawiają za tym, że osady z Łęk Górnych są utworem wcześniejszym od najstarszego zlodowacenia. Zapadanie tych osadów pod stosunkowo znacznym kątem (ok. 10°) dowodzi natomiast, że są one starsze od ostatnich ruchów tektonicznych na przedpolu Karpat. Z prac wielu autorów (m. in. Sta rk la, 1958; Alex and row c za, 1964; Ney a, 1968; Po ł to w ic z a, 1974) wynika, że wychylenia osadów z Łęk Górnych nie można wiązać z ruchami młodszymi od ruchów górnosarmackich. Dodać wypada, że osady z Łęk Górnych ścięte są przez poziom zrównania odpowiadający przypuszczalnie poziomowi z Nockowej wyróżnionemu przez Starkla (1958), któremu autor ten przypisuje wiek środkowopłycieński. Biorąc pod uwagę wszystkie te przesłanki można wnosić, że omawiane osady są młodsze od podścielających ich ilów górnego badenu i powstały przed schyłkiem sarmatu. Są zatem wieku późnomiocenckiego.

Reasumując można sądzić, że utwory piaszczysto-żwirowe z Łęk Górnych gromadzone były w postaci niewielkiego stożka napływowego zasilanego przez stosunkowo krótki potok wypływający z obszaru Karpat

(fig. 17). Wydaje się, że był to stożek tworzony w sarmacie w warunkach lądowych, bezpośrednio przy krawędzi obszaru górzystego zaznaczającej się w ówczesnej rzeźbie.

Polska Akademia Nauk, Zakład Nauk Geologicznych
Pracownia Sedymentologii
ul. Senacka 3, 31-002 Kraków

Maszynopis nadesłano X 1976,
przyjęto do druku II 1977

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Alexandrowicz S. W. (1965), La Molasse miocène aux environs de Gdów. *Bull. Ac. Pol. Sci., sér. sci. chim., géol., geogr.*, 13: 49—57.
- Blissenbach E. (1954), Geology of alluvial fans in Semiarid regions. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 65: 175—190.
- Bluck B. J. (1964), Sedimentation of an alluvial fan in southern Nevada. *J. Sed. Petrol.*, 34: 395—400.
- Bull W. B. (1972), Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record. In: Rigby J. K., Hamblin W. K. (ed.), Recognition of ancient sedimentary environments. *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.* 16: 63—83.
- Cailleux A. (1945), Distinction des galets marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Geol. France*, ser. 5, 15: 375—404.
- Dzuleński S., Rutkowski J., & Shideler G. L. (1974), An evaluation of flysch-derived fluvial gravels as provenance indicators. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 44: 171—178.
- Folk R. L. and Ward W. C. (1957), Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27: 3—26.
- Gradziński R. (1956), Uwagi o sedymentacji miocenu w okolicy Proszowic. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 26: 3—29.
- Gradziński R., Kostecka A., Radomski A. & Unrug R. (1976), Sedymentologia, Wydawn. Geol. Warszawa.
- Krumbein W. C. (1941), Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *J. Sed. Petrol.*, 11: 64—72.
- Kuenen P. H. (1956), Experimental abrasion of pebbles. 2. Rolling by current. *J. Geol.*, 64: 336—368.
- Kuenen P. H. (1959), Experimental abrasion. 3. Fluvatile action on sand. *Am. J. Sci.*, 257: 172—190.
- Kuenen P. H. (1964), Experimental abrasion. 6. Surf action. *Sedimentology*, 3: 29—43.
- Łyczewska J. (1948), Sprawozdanie z badań geologicznych w północno-zachodniej części arkusza Brzesko Nowe (1:100 000). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 42: 46—72.
- Martini Z. (1955), Sprawozdanie z badań geologicznych Przedgórze Karpat na arkuszu Pilzno. *Opr. arch. IG Kraków*.
- Nawara K. (1964), Transport i sedymentacja współczesnych żwirów, Dunajca i jego niektórych dopływów. *Pr. Muzeum Ziemi*, 6: 3—112.
- Ney R. (1968), Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpackiego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu. *Pr. geol.*, 45: 3—82.
- Półtowicz S. (1974), Wgłębna tektonika brzegu Karpat w okolicy Tarnowa i Pilzna. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 44: 491—514.

- Rust B. R. (1972), Structure and process in braided river. *Sedimentology*, 18: 221—245.
- Smith N. D. (1970), *The braided stream depositional environment comparison of the Platte River with some silurian clastic rocks, North-Central Appalachians*. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 81: 2993—3014.
- Starkel L. (1958), Rozwój morfologiczny progu Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzycianą. *Pr. geogr.* 11: 3—14.
- Teisseyre A. K. (1968), Charakterystyka sedymentologiczna najniższego kulmu lądowego w północnej części niecki śródsudeckiej. *Geologia Sudetica*, 4: 221—298.
- Unrug R. (1957), Współczesny transport i sedymentacja żwirów w dolinie Dunajca. *Acta geol. pol.*, 7: 217—252.
- Wdowiarz J. (1951), Geologia Karpat i Przedgórze okolic Tarnowa, Pilzna i Tuchowa (z mapą geologiczną 1:50 000). *Pr. Inst. Geol.*, 7: 217—255.
- Williams P. F. & Rust B. R. (1969), The sedimentology of braided river. *J. Sed. Petrol.*, 39: 649—679.

SUMMARY

South-east of Tarnów, near the village Łęki Górne sandy gravels are found cropping out in a small area adjoining edge of the Carpathian Flysch overthrust. These are exposed in various parts of the „Podraza Cliff”, a rocky escarpment near the southern end of the village and in the bottom of the Dulcza stream valley (Fig. 2). They were first described by J. W d o w i a r z (1951).

Their Sarmation age may be inferred from their occurrence over the argillaceous deposits of the Upper Badenian age, their tectonic tilting ($6-10^\circ$) to the north, the heavy minerals assemblage and indirectly from other premisses.

The dominant lithologies are sands, sands with gravel and gravels, locally cemented into conglomerates (Figs. 3, 12). Clay balls of Badenian clays are scattered within (Fig. 14). Horizontal bedding may be discerned due to the lithological variation and the presence of the erosional surfaces of various extent; however individual beds are not strongly differentiated. Many beds are lenticular; thinning out of beds may be often observed. Grading is common in the gravels as well as in the sands. It is better expressed in coarser deposits. The grain-size of the deposits is highly variable within the beds. In sandy deposits horizontal and cross laminations are present (Figs. 14, 15). The gravel-grade sediments are imbricated (Pl. I., Fig. 2 and Pl. II., Fig. 1). Imbrication measurements are shown in Fig. 16. Most gravels were deposited by an unidirectional flow from SW to NE, as the diagram indicates.

The grain-size of the deposits falls within a wide range of size-classes (Fig. 5); the coarse material dominates over the finer one which oc-

curs in small amounts only (Fig. 4). The maximum diameter of the pebbles is 350 mm. The sorting is poor, both in the gravels (Pl. II., Fig. 2) and in the sands (Fig. 7 and Pl. IV). The pebbles of 32—64 mm size prevail among the gravels (Fig. 6). The petrographical composition of pebbles of every size-grade is shown in Table 3. The shape analysis in relation to the petrographical composition revealed the predominance of the discoidal pebbles (47,7%), (Fig. 8 and Table 5). The pebbles are well rounded (Fig. 9); with some differences between the petrographical classes (Fig. 10). Flatness measurements lack any significant differentiation (Fig. 11).

Results of the petrographical analysis of gravels are shown in Table 1. The gravels are polymictic and the pebbles could be grouped into 7 petrographical classes. The provenance of the material is from the exotics-bearing beds occurring within the Carpathian Flysch and from the Miocene deposits transgressively overlying the Flysch. The high content of redeposited exotic pebbles is marked by the great quantities of the limestone pebbles. The mineral composition of the cemented sands is presented in Table 2.

Petrographical composition and directional features of the investigated deposits indicate their provenance from the south from the Carpathians. The high content of the exotic pebbles suggests a small source area and a short transport route. It is confirmed by the rounding of the gravels as a whole as well as by the differences in rounding coefficients between the exotic and the Lithothamnium limestones. Basing on the works by K u e n e n (1956, 1959), U n r u g (1957) and N a w a r a (1964) it may be inferred that such a degree of rounding would occur in pebbles of the given petrographical composition after a transport only few kilometres long. This is in accordance with the supposed localization of the source area of the gravels from Łęki Górne.

The sedimentary features of the deposits are indicative of the hydrodynamic conditions of deposition oscillating near the boundary between the lower and upper flow regimes. The described deposits show many similarities in their sedimentary structures and textural to the deposits of the alluvial fans (cf. Blissenbach 1954, Bluck 1964, Bull 1972) and of the braided rivers depositing gravels and sands (cf. Williams and Rust, 1969; Smith, 1970; Rust, 1972). The features indicative of deposition in a beach environment (cf. Gradziński et al. 1976, p. 469) are absent in the described deposits.

It may be thus concluded, that the gravels and sands from Łęki Górne were deposited (in the Sarmatian time) in form of a small alluvial fan of a short stream rising in the Carpathians. It seems that the fan was being deposited in the continental conditions, close, to the mountainous region, during the Sarmatian.

*Polish Academy of Science, Institute of Geology
ul. Senacka 3, 31-002 Kraków, Poland*

translated by G. Haczewski

OBJAŚNIENIA TABLIC
EXPLANATIONS OF PLATES

Tablica — Plate I

- Fig. 1. Fragment zlepieńcowy osadów zaznaczający się w morfologii
Fig. 1. Conglomeratic zone in sediments expressed in relief
Fig. 2. Zorientowane ułożenie materiału otoczkowego w osadzie
Fig. 2. Preferential orientation of pebbles

Tablica — Plate II

- Fig. 1. Imbrykacja otoczków w stropowej części warstwy i wyraźna zmiana uziarnienia w poszczególnych warstwach
Fig. 1. Imbrication of pebbles in top of bed with contrast of grain-size between two beds
Fig. 2. Zróżnicowane uziarnienie i upakowanie materiału żwirowego w osadzie
Fig. 2. Differences in grain size and packing of gravelly material

Tablica — Plate III

- Fig. 1. Wapień litotamniowy, 40×
Fig. 1. Lithothamnium limestones, 40×
Fig. 2. Wapień organiczny zbudowany wyłącznie ze szkieletów koralu, 40×
Fig. 2. Organogenic limestone entirely composed of coral skeletons, 40×
Fig. 3. Piaskowiec o spoiwie węglanowym, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 3. Sandstone with carbonate cement, 40×; crossed nicols
Fig. 4. Spoiwo zlepieńców. Piasek wypełniający przestrzeń między otoczkami scementowany kalcytem, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 4. Cement of conglomerates. Sand filling inter-pebble spaces is cemented with calcite, 40×; crossed nicols

Tablica — Plate IV

- Fig. 1. Łupek kwarcowo-węglanowy, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 1. Quartz-carbonate shist, 40×; crossed nicols
Fig. 2. Kwarcyt, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 2. Quartzite, 40×; crossed nicols
Fig. 3. Albitofir. Widoczne skupienia kryształów skaleni, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 3. Albitophyre. Feldspare crystal aggregates are visible, 40×; crossed nicols
Fig. 4. Porfiroid. Fenokryształy skaleni i kwarcu, 40×; nikole skrzyżowane
Fig. 4. Porphyroid rock. Phenocrysts of feldspars and quartz, 40×; crossed nicols

