

Maria RUSKIEWICZ

Poszukiwania krzemieni w Polsce

WSTĘP

Poszukiwania skupień krzemieni w Polsce i analiza możliwości ich wykorzystania w gospodarce krajowej zainicjowane zostały przez A. Morawieckiego. Konieczność podjęcia prac geologicznych dla określenia krajowej bazy surowca krzemienno-węglowego wynikała z planów ograniczenia importu, ponieważ dotychczasowa produkcja wyrobów z krzemienia, a w szczególności wykładziny młynowe typu „silex”, młynki oraz krzemień granulowany do produkcji materiałów ściernych produkowane są z krzemieni sprowadzanych z Danii, Belgii i Jugosławii. Z opracowań A. Morawieckiego (1965a, b) wynika, że istnieją poważne możliwości podjęcia w kraju wyrobów z krzemienia w oparciu o własną bazę surowcową.

Prace rozpoznawcze, prowadzone przez Zakład Złóż Surowców Skalnych IG zmierzały do wytypowania konkretnych obiektów — skupień krzemieni o znaczeniu przemysłowym, których zasobność gwarantowałaby stałe dostawy dla przyszłego zakładu produkcyjnego. Zakład Złóż Surowców Skalnych jako zakład wiodący nawiązał kontakt i współpracował z Oddziałem Świętokrzyskim IG w Kielcach, z instytucjami spółdzielczymi, którym powierzono uruchomienie produkcji, z Centralą Handlu Zagranicznego „Minex” oraz Działem Geologii WKPG PWRN w Rzeszowie.

Badania w zakresie ustalenia przydatności krzemieni krajowych wykonał Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie, Biuro Projektów Konstrukcji i Technologii Obrabiarek i Narzędzi oraz Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowych w Warszawie.

Badania petrograficzne — opisy mikroskopowe — wykonała E. Szełągowska-Skrzypczak z IG (1966).

PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Występowanie krzemieni w Polsce w różnych poziomach stratygraficznych oraz ich nagromadzenia w poszczególnych regionach kraju — znane są z literatury geologicznej, jednakże dokładniejsze badania w celu ustalenia ich ilości i przydatności nie były dotychczas prowadzone.



Fig. 1. Lokalizacja opróbowanych skupień krzemieni
Location sketch of flint concentrations investigated

I — skupienia krzemieni typu konkrecyjnego w utworach węglanowych „*in situ*”: 1 — Mielnik, 2 — Karsy, 3 — Zakrzówek, 4 — Julianka, 5 — Kornica, 6 — Siedlec, 7 — Janików, 8 — „Kuzle”, 9 — Wapnica;
II — krzemionkowe skupienia w formie ławic i pokładów: 10 — Karsy, 11 — Leszczawa Górna, 12 — Hyżne, 13 — Inowódz;
III — wtórne skupienia krzemieni w utworach czwartorzędowych: 14 — Jastrząb, 15 — Dąbrówki, 16 — Studzianki, 17 — Sokółka, 18 — Supraśl, 19 — „Kaliszak”, 20 — Ciecierzyn, 21 — Łazy, 22 — Wolica;
IV — skupienia krzemieni, które mogłyby znaleźć zastosowanie do produkcji wyrobów nasypowych

I — concentrations of flints of concretionary type in carbonate formations „*in situ*”: 1 — Mielnik, 2 — Karsy, 3 — Zakrzówek, 4 — Julianka, 5 — Kornica, 6 — Siedlec, 7 — Janików, 8 — „Kuzle”, 9 — Wapnica;
II — silica concentrations in the form of banks and seams: 10 — Karsy, 11 — Leszczawa Górna, 12 — Hyżne, 13 — Inowódz;
III — secondary concentrations of flints in the Quaternary formations: 14 — Jastrząb, 15 — Dąbrówki, 16 — Studzianki, 17 — Sokółka, 18 — Supraśl, 19 — „Kaliszak”, 20 — Ciecierzyn, 21 — Łazy, 22 — Wolica;
IV — concentrations of flints that might be used in production of embankment materials

Niektóre własności krzemieni były badane dorywczo i w ograniczonym zakresie. Literatura geologiczna bogata jest we wzmianki o krzemieniach, są to jednak wzmianki krótkie i marginesowe. O konieczności ochrony i odpowiedniego wykorzystania pasiąstych krzemieni z astartu NE obrzeżenia Gór Świętokrzyskich pisał J. Kostecki (1961). Technologii krzemieni oraz możliwościom ich przemysłowego wykorzystania poświęcili

swe prace J. Chudziński i J. Stawin (1965) oraz A. Morawiecki (1965a, b). A. Morawiecki podał szczegółową charakterystykę oraz warunki występowania krzemieni w przyrodzie, ich powstawanie, omówił krajową bazę surowcową oraz możliwości jej wykorzystania przez przemysł krajowy.

Pierwsze opracowanie krzemieni o charakterze złożowym wykonała w 1957 r. A. Bugajska-Pająkowa. W oparciu o materiały kartograficzne E. i H. Tomczyków wykonano 33 szybiki w celu udokumentowania nagromadzenia krzemieni jurajskich na wtórnym złożu w utworach czwartorzędowych w rej. Jastrzębia koło Szydłowca. Pierwotnym założeniem prac prowadzonych przez A. Bugajską-Pająkową było wykonanie dokumentacji geologicznej tego złoża, jednak wskutek negatywnego orzeczenia dotyczącego jakości występujących tam krzemieni porzeczono na zestawieniu wyników w formie sprawozdania.

Do poszukiwań złóż krzemieni przystąpiłam w kwietniu 1966 r. Wykorzystując przede wszystkim opracowania A. Morawieckiego oraz zebrane materiały publikowane, archiwalne oraz informacje ustne dokonałam wstępnego przeglądu terenowego. Przegląd krajowych skupień krzemieni ograniczył się głównie do następujących obszarów: 1 — północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, 2 — obszaru Jury Krakowsko-Częstochowskiej, 3 — wychodni kredy nadbużańskiej, 4 — utworów czwartorzędowych woj. białostockiego, 5 — serii menilitowej Karpat (fig. 1).

Pobrane podczas zwiadu terenowego próbki z większych skupień krzemieni skierowano do badań. W artykule omówione będą wyniki prac poszukiwawczych i laboratoryjnych.

CHARAKTERYSTYKA OPRÓBOWANYCH SKUPIEŃ KRZEMIENI

Skupienia krzemieni, które mogą być rozpatrywane jako formy złożowe i spełniać warunki przeznaczenia gospodarczego, występują w naszych warunkach w trojakiej formie. Są to: 1 — skupienia krzemieni typu konkrecyjnego w utworach węglanowych „*in situ*”, 2 — skupienia krzemionkowe w formie ławic i pokładów, 3 — wtórne skupienia krzemieni w utworach czwartorzędowych (fig. 1).

SKUPIENIA KRZEMIENI TYPU KONKRECYJNEGO W UTWORACH WĘGLANOWYCH

Skupienia krzemieni w postaci konkrekcji czyli buł krzemiennych spotykane są powszechnie w utworach węglanowych jury i kredy. Obszary szczególnie uprzywilejowane, w których tego rodzaju skupienia obserwuje się na większą skalę to: obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (oksford, raurak, astart i turon), Jura Krakowsko-Częstochowska (wapienie malmu facji rafowo-scyfiowej, głównie raurak) oraz obszar lubelski, gdzie krzemienie występują w utworach kredowych turonu i senonu. Omawiany typ krzemieni scharakteryzował wyczerpująco A. Morawiecki (1965a, b).

Buły rozrzucone są w masie utworów węglanowo-wapiennych, rzadziej tworzą skupienia układające się w wyraźne poziomy. Kształty krzemieni są bardzo różne: okrągłe, płytkowe, łodygowate, cylindryczne. Wiele z nich ma zwężenia, narośla, odgałęzienia, a nawet otwory na przestrzał. Wymiary buł są również różne w tym samym sku-

pieniu — od najmniejszych do ponad 30 cm średnicy. Wiele z nich pokrywa jasna powłoka o grubości od kilku mm do 1,5–2,0 cm. Taka powłoka jest zwykle mniej zwięzła niż środkowa część krzemieni i składa się z jednej lub kilku koncentrycznie ułożonych warstw, stanowiących najczęściej mieszaninę krzemionki i węglanu wapnia. W jednych przypadkach krzemienie występujące *in situ* łatwo oddzielają się od skał otaczających, w innych są z nimi ściśle zróżniowane. Na ogół krzemienie są twarde, zwięzłe, posiadają przełom muszlowy i barwę zmienną, najczęściej szarą lub brudną o rozmaitych odcieniach. Obecne są również krzemienie pasiaste, agatowe.

Opisany typ krzemienia charakteryzują próbki pobrane 1966 r. (tab. 1) z tzw. nadbużańskiej kredy piszącej wieku senońskiego (Mielnik, Kornica), z detrytycznych wapieni dolnoturońskich (Janików, Karsy¹), z wapieni górnourajskich Jury Krakowsko-Częstochowskiej (Zakrzówek, Juliańska, Siedlec i Kuźle) oraz z kredy okolic Szczecina (Wapnica). Nieco odmienny typ od wyżej scharakteryzowanej grupy stanowi skupienie krzemieni z kopalni „Kuźle” w pobliżu Złotego Potoku w rej. Częstochowy. Eksploatowano tu dawniej (nieczynna kopalnia) piaski formierskie z zagłębień krasowych, powstałych w wapieniu skalistym malmu i wtórnie wypełnionych różnokolorowym piaskiem ilastym. Po rozmyciu wapienia pozostały tu liczne krzemienie nagromadzone w ścianach i dnie zagłębień. W kopalni „Kuźle” zachował się duży „ostaniec” krzemienisty, odsłonięty po wybraniu piasku, o wymiarach około 3 × 4 × 3 m, poszczególne bryły krzemienia są pooddzielane gliną czerwoną i silnie zwietrzałym białym wapieniem.

Tabela 1

Zawartość SiO₂ w skupieniach krzemieni typu konkrecyjnego

Pochodzenie krzemienia	Zawartości w % objętościowych		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO
Mielnik	98,53	—	—
Zakrzówek	99,51	—	—
Julianka	98,96	—	—
Kornica	97,54	—	—
Siedlec	99,04	—	—
Janików	87,58	—	—
Kopalnia „Kuźle”	99,00	—	0,32
Wapnica (wyspa Wolin)	81,54	14,28	—
Krzemień duński (importowany)	98,71	—	—

Na podstawie opisu mikroskopowego wykonanego przez E. Szlągowską-Skrzypczak stwierdzić można, że krzemienie konkrecyjne nie wykazują dużego zróżnicowania w strukturze oraz składzie mineralnym. Głównym składnikiem krzemieni jest chalcedon, który najczęściej tworzy masę skrytokrystaliczną lub drobnoziarnistą, wśród której wyróżnienie formy blaszkowej od włóknistej napotyka na trudności. Znacznie rzadziej chalcedon wykształcony jest w postaci typowych sferolitów i wówczas

1 W Karsach występuje również ławcowy typ krzemieni.

jest wyraźniej ziarnisty. Z domieszek mineralnych obserwuje się w niewielkich ilościach kwarc rozłożony nierównomiernie, lecz charakteryzujący się nieco bardziej gruboziarnistą strukturą i izometryczną formą ziarn.

Ponadto stwierdza się obecność węglanu wapnia w nieregularnych, pylastych skupieniach, szczególnie licznie obserwowaną w krzemieniach z Janikowa i Wapnicy, związki żelaza, rozproszoną substancję ilastą oraz, jak np. w krzemieniu z Wapnicy, ślady po faunie wypełnione chalcedonem i pelitem kalcytowym.

KRZEMIONKOWE SKUPIENIA W FORMIE ŁAWIC I POKŁADÓW

Grupa ta została wyodrębniona ze względu na gospodarcze przeznaczenie, co zostanie omówione w dalszej części tej pracy. Typ ławicowy obejmuje 3 odrębne rodzaje skał zbliżonych własnościami fizycznymi i składem mineralnym. Z opróbowanych stanowisk w 1966 r. reprezentują go Karsy, Inowłódz oraz Leszczawa Górna i Hyżne (tab. 2).

Ze względu na odrębność pozycji stratygraficznej rodzaju skał, jak i ich genezę niezbędne jest podanie krótkich charakterystyk dla każdego podtypu.

W kamieniołomie w Karsach eksploatowany jest aktualnie dolnoturoński wapień detrytyczny biały z odcieniem szarokremowym z przeznaczeniem na kamień łamany i ciosowy. W ścianie kamieniołomu pod druzgotem wapiennym o miąższości 3 m widoczna jest partia (ok. 1,5 m miąższości) wapienia cienkopłytkowego i niżej leżący wapień gruboławicowy. Między jego poszczególnymi ławicami widoczne są małe soczewki ciemnego lub brunatnego, zwięzłego krzemienia z jasnymi plamkami. Oprócz tych buł, reprezentujących poprzednio scharakteryzowany typ, w północnej części kamieniołomu, w jego najgłębszych partiach odsłonięta została ławica — pokład litego krzemienia o miąższości ok. 1 m. W stropowej części tej ławicy widoczna jest mineralizacja niebieskiego chalcedonu i przezroczystego kwarcu, tworzącego charakterystyczne szczotki. Podobne 2 ławice krzemieni odsłonięte są w „łomikach chłopskich” w odległości ok. 1,5 km na N od kamieniołomu. Miąższość jednej z tych warstw wynosi ok. 3 m. Nie jest wykluczone, że warstwa krzemieni odsłoniętych w kamieniołomie i poza nim stanowi jeden pokład.

Ławicowy krzemień w Karsach jest stalowoszary, miejscami posiada odcień brunatny i wyraźnie warstwową teksturę, którą nadają mu, szczególnie w stropowej części, laminacje niebieskiego chalcedonu. Próbkę do badań pobrane zostały z ławicy odsłoniętej w kamieniołomie. Struktura krzemienia ławicowego z Kars w obrazie mikroskopowym nie jest jednorodna. Masę bardzo drobnoziarnistego chalcedonu przecinają równoległe żyłki chalcedonu gruboblaszkowatego. Kwarc występuje w postaci niewielkich, samodzielnych ziarn lub, rzadziej, towarzyszy chalcedonowi, w żyłkach. Z domieszek mineralnych obserwuje się relikty wapienia i krzaczaste agregaty wodorotlenków żelaza.

Wśród krzemionkowych skupień o charakterze ławicowym wyodrębnione zostały rogowce pochodzące z Karpat zachodnich, pobrane z Leszczawy Górnej i z Hyżnego. Zbadany rogowiec występuje w synklinie Leszczawki, jednej z największych synklin jednostki skolskiej Karpat

polskich. Synklina ta wypełniona jest utworami kredy i trzeciorzędu, rogowce zaś należą do serii menilitowej, stanowiącej dolne ogniwo oligocenu i tworzą ławice lub soczewki od 2 do 5 i 10 cm grubości. Barwy ich są brązowe, czarne lub pasiasto-czarno-białe.

Tabela 2

Zawartość SiO_2 w skupieniach krzemionkowych w formie ławic i pokładów

Pochodzenie skały krzemionkowej	Rodzaj skały	Zawartość w % objętościowych		
		SiO_2	Fe_2O_3	CaO
Karsy	krzemień	96,55	—	—
Leszczawa Górna	rogowiec	99,28	—	—
Hyżne	rogowiec	97,86	0,42	—
Inowłódz	chalcedonit spongiolitowy	99,24	—	0,15
Krzemień duński		98,71	—	—

Rogowce przekładane są łupkami brązowymi, twardymi, krzemionkowo-ilastymi, czasami miękkimi czarnobrazowymi. Wkładki łupków są albo cienkie i wtedy występuje zwarty pakiet rogowcowy, albo dochodzą do kilku metrów grubości i zawierają wkłady cienkich piaskowców krzemionkowych, czasem nawet gruboławicowych i wtedy miąższość pakietu z rogowcami wynosi kilkadziesiąt metrów. Jednakże ilość wkładek rogowców jest tak duża, że można tę część profilu osobno wydzielić. Wydaje się, że w tym przypadku słusznym jest pojęcie serii rogowcowej (J. Kotlarczyk, 1963). Liczne wychodnie serii rogowcowej obserwuje się w miejscowościach Futoma, Bachów, Leszczawa Dolna, Malawa i Kiczery, a zatem mają one w synklinie Leszczawki dosyć znaczne rozprzestrzenienie.

Rogowce w Hyżnem, aczkolwiek tworzące również wyraźne pakiety, w porównaniu z rejonem Leszczawki stanowią kompleks o znacznie mniejszych miąższościach i rozprzestrzenieniu. Próbkę do badań zostały pobrane i dostarczone przez głównego Geologa PWRN w Rzeszowie za pośrednictwem „Minexu”. Są to rogowce barwy brunatnobrazowej, o charakterystycznym miodowym odcieniu, silnie impregnowane związkami organicznymi. Obserwacje płytek cienkich pod mikroskopem wykazały, że obok skrytokrystalicznej krzemionki dość duży udział w składzie mineralnym skały mają związki organiczne. W rogowcu z Hyżnego układają się one smugowo, nadając skale charakter równoległej tekstury. Kwarc występuje w postaci drobnych, nieregularnych ziarn, tlenki żelaza tworzą drobne grudki na tle masy skalnej. Drobne żyłki przecinające skałę wypełnia chalcedon.

Wśród znanych skał krzemionkowych, które mają niektóre własności zbliżone do krzemieni, znajdują się również chalcedony spongiolitolowe pojawiające się na powierzchni w zasięgu tzw. antykliny inowłodzkiej, głównie w Inowłodzu i Luboczy. Skały te, występujące w wąskim pasie między Tomaszowem Mazowieckim i Nowym Miastem nad Pilicą, należą do piętra oksfordzkiego i uważane były dawniej za wapienie zsylikowane.

Nazwę chalcedonu spongiolitolowego wprowadził A. Morawiecki (1956). Chalcedonit jest skałą o dużej zawartości SiO_2 wynoszącej średnio powyżej 97%. W profilu serii chalcedonitowej, obok partii skruszonych składających się z druzgotu, obserwuje się ławice jasnoszare z odcieniem niebieskim, twarde i zlewne, które mogłyby znaleźć zastosowanie jako „materiał krzemienisty”.

Głównym składnikiem mineralnym tej skały jest chalcedon w postaci skrytokrystalicznej oraz blaszek o budowie splecionej włóknistej i kolistych skupień. Struktura skały jest nierównoziarnista z przewagą chalcedonu gruboblaszkowatego. Kwarc występuje w niewielkich ilościach i pojedynczych ziarnach. Z domieszek zauważa się wodorotlenki żelaza w formie drobnych grudek oraz piryt. Próznie po faunie wypełnia chalcedon. Próbkę do badań w 1966 r. pobrane zostały z kamieniołomu w Inowłodzu.

Opisane wyżej trzy różne typy skalne zbadane w ramach poszukiwania złóż krzemieni lub surowca zastępczego wykazują duże różnice w obrazie makroskopowym, jednakże cechuje je stosunkowo niewielka różnica w zawartości krzemionki.

SKUPIENIA KRZEMIENI (WTÓRNE) W UTWORACH CZWARTORZĘDOWYCH

Grupa krzemieni wtórnie nagromadzonych w utworach czwartorzędowych obejmuje 2 rodzaje:

1. Nagromadzenia powstałe w wyniku niszczenia utworów węglanowych *in situ* i usytuowane w pobliżu ich wychodni (tab. 3). Ten rodzaj reprezentuje rejon Jastrzębia koło Szydłowca w woj. kieleckim, którego materiał krzemienisty pochodzi z sąsiadujących utworów wapieni górnej jury NE obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, a także skupienia krzemieni w zasięgu wychodni wapieni malmu w okolicach Częstochowy (Kalisia², Ciecieszyn, Łazy) oraz krzemienie kotła krasowego w Wolicy, dla których skałami macierzystymi były wapienie astartu SW obrzeżenia świętokrzyskiego cokołu paleozoicznego.

2. Rodzaj czwartorzędowych skupień krzemieni związany ze strefą akumulacji lodowcowej. Krzemienie występują tu wraz z innym materiałem pochodzenia północnego (tab. 3). Spotyka się je w licznych miejscowościach województwa białostockiego (Dąbrówki, Studzianki, Sokółka, Supraśl).

Krzemienie z Jastrzębia występują w żółtej glinie piaszczystej, której miąższość wynosi ok. 4,5 m. Średnia procentowa zawartość krzemieni w materiale gliniastym wynosi ok. 57%. Krzemienie charakteryzują się dużą niejednorodnością, miejscami są zlewne, miejscami przypominają kwarcyty, są zwietrzałe o kształtach nieregularnych. W krzemie-

² Teren rezerwat w pobliżu Janowa Częstochowskiego.

niach obserwuje się liczne kawerny wypełnione porowatym, zażelazonym utworem krzemionkowym. W obrazie mikroskopowym chalcedon tworzy masę bardzo drobnoziarnistą w formie blaszkowej i włóknistej, rzadziej w postaci kolistych skupień. Obserwuje się niewielkie ilości kwarcu w postaci drobnoziarnistych skupień i minimalne domieszki związków żelaza.

Tabela 3

Zawartość SiO_2 w skupieniach krzemieni z utworów czwartorzędowych

Rodzaj skupień krzemieni	Pochodzenie krzemienia	Zawartość w % objętościowych		
		SiO_2	Fe_2O_3	CaO
Skupienia wtórne w pobliżu utworów <i>in situ</i>	Jastrząb	99,02	—	0,16
	Ciecierzyn	98,50	—	—
	Kalisiak	98,87	—	—
	Łazy	98,33	—	—
	Wolica	98,48	—	—
Skupienia wtórne pochodzenia północnego	Dąbrówki	99,24	—	0,26
	Studzianki	99,40	—	—
	Sokółka	98,80	—	—
	Supraśl	98,50	—	—
Krzemień duński (importowany)		98,71	—	—

W rejonie Częstochowy od wielu lat Zakład Złóż Surowców Skalnych prowadzi szczegółowe prace kartograficzne przy poszukiwaniu krasowych złóż piasku formierskiego. Prace te dostarczyły szeregu danych dotyczących skupień krzemieni w tym rejonie. Zaobserwowano fakt dużych nagromadzeń krzemieni w utworach gliniastych (rzadziej piaszczystych) w stropowych partiach zagłębień krasowych wypełnionych piaskiem formierskim. Fakt ten, mimo iż nie jest do dnia dzisiejszego wytlumaczony, jest dość powszechny i stanowi nawet jeden z wskaźników przy poszukiwaniu piasków odlewniczych. Przykładem tego rodzaju skupień są utwory z krzemieniami w punktach Łazy i Kalisiak, gdzie miąższość ich dochodzi do 3 m.

Inne skupienia, już zupełnie luźno leżących krzemieni, obserwuje się w starych kopalniach po wyeksploatowaniu piasku formierskiego. Te „cementarzyska krzemienne” są prawdopodobnie pozostałością skrywki, która obsunęła się po wybraniu piasku lub likwidacji starych wyrobisk. Skupienie tego typu występuje w Ciecierzynie.

W czwartorzędowych utworach w rej. Częstochowy obserwuje się dwa rodzaje krzemieni: szaro-niebiesko-beżowe — odpowiadające krzemieniom *in situ* z kopalni „Kuźle” i szarobrunatne — z licznymi jaśniejszymi wrostkami występujące w wapieniach Julianki. Nie ulega więc wątpliwości, że skałami macierzystymi dla tych krzemieni były okoliczne skałki jurajskie.

Rozmiary tych krzemieni są różne, często duże, dochodzące do kilkudziesięciu cm. Posiadają korę o grubości do kilku mm ze zwietrzałej jasnoszarej substancji krzemionkowej, często zabarwionej wodorotlenkami żelaza. Oddzielone od skał macierzystych nie posiadają z reguły otoczki wapiennej.

Dużą różnorodność wykazują krzemienie pochodzenia północnego, spotykane w licznych odsłonięciach czwartorzędowych na terenie woj. białostockiego. Krzemienie te posiadają na ogół małe wymiary, są zaokrąglone i pozbawione otoczki wapiennej. Przeważają wśród nich 2 rodzaje: ciemnoszare, prawie czarne, oraz jasnoszare, z białą strefą wietrzenia. Trafiają się też i szaro-żółte, np. krzemień z okolic Sokółki.

Mimo dość znacznego zróżnicowania makroskopowego w obrazie mikroskopowym krzemienie pochodzenia północnego są na ogół jednorodnym agregatem, składającym się głównie z chalcedonu występującego w masie drobnoziarnistej. Skupienia grubiej krystaliczne i koliste są rzadkie. Kwarc widoczny jest w minimalnych ilościach, podobnie jak wodorotlenki żelaza i piryt. Nieco inny jest krzemień z Dąbrówki, gdzie chalcedon jest grubiej blaszkowaty i ma nieco większą ilość średnioziarnistego kwarcu. Wewnątrz krzemienia występują próżnie, wokół których gromadzą się często związki żelaza, które ponadto tworzą drobne agregowate skupienia.

CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻOWA

Krzemienie w Polsce występują w skupieniach różnej wielkości, ale prawie nigdzie nie tworzą złoża, które by swoimi zasobami i jednorodnością surowca gwarantowało ciągle wydobywanie na dłuższy okres czasu. Jedyne większe złożo wg obecnego stanu rozpoznania tworzy skupienie w Jastrzębiu, które zostało rozpoznane robotami górniczymi. Wyniki 33 szybków wykonanych w 1956 r. wykazały rozprzeźnienie złoża na obszarze 10 ha i szacunkowe zasoby wynoszące ok. 800 tys. t. Nie jest wykluczone, iż podobne, może nieco mniejsze, złoża tworzą skupienia krzemieni w utworach czwartorzędowych rejonu Częstochowy (Łazy, Kalisiak). Zasobną bazę mogłyby stworzyć skupienia krzemieni lub skał „krzemieniopodobnych” występujące w formie ławic i ciągłych pokładów. Ze zbadanych obszarów chalcedonity antykliny inowłodzkiej można szacować na rząd milionów ton, zaś dla rogowców karpaccich i ławicy krzemiennej w Karsach można by zaryzykować opracowanie typu złożowego, jednakże brak jakichkolwiek prac rozpoznawczych nie pozwala nawet na szacunkowe obliczenia.

W grupie skupień krzemieni w utworach węglanowych *in situ* można uzyskać pewne ilości z produkcji odpadowej w czynnych kamieniołomach. Według dotychczas zebranych danych ilości te (oprócz Zakrzówka) są małe i nie gwarantujące ciągłych dostaw dla przyszłego zakładu produkcyjnego. Przykładowo w dużej kopalni kredy w Kornicy zgromadzono zaledwie kilkadziesiąt ton krzemieni w okresie trzech lat. W Karsach można uzyskać ok. 400 m³ krzemieni konkretyjnych rocznie. W innych mniejszych kamieniołomach, jak Mielnik, Julianka czy Siedlec, nie próbowano nawet gromadzić krzemienno-odpadowego, uzyskiwanego przy eksploatacji.

Wyjątek w tej grupie stanowi duży kamieniołom w Zakrzówku, położony na przedmieściu Krakowa. W kamieniołomie tym eksploatowany jest miękki, biały wapień górnojurajski dla Krakowskich Zakładów Sodyowych. W wapieniu występują liczne krzemienie, z reguły rozrzucone bezładnie, tworząc niekiedy poziomy. Krzemienie w czasie eksploatacji łatwo oddzielają się od otaczającego wapienia. Dawniej wybierano je ręcznie i hałdowano, niestety, stare hałdy krzemieni nie zachowały się. W bieżącej produkcji krzemienie nie są oddzielane, lecz wraz z wapieniem kierowane do zakładów, istnieje więc możliwość uzyskania dość dużych ilości krzemieni przez ręczne ich wybieranie z transportera — z urobku przeznaczonego do załadunku na wagony. We wrześniu 1966 r. dokonano próby ręcznego wybierania krzemieni z transportera. W wyniku parominutowej pracy uzyskano ok. 30 kg krzemieni. Przy pracy zakładu na 2 zmiany istnieje możliwość uzyskania paru ton krzemieni dziennie z bieżącej produkcji i około 2000 t w skali rocznej. Można by przyjąć, że uboczna produkcja w Zakrzówku stanowiłaby bazę pokrywającą zapotrzebowanie krajowe.

Skupień krzemieni w utworach pochodzenia lodowcowego (rejon woj. białostockiego) nie można przyjąć jako form złożowych. Pewne bardzo niewielkie ilości można by uzyskać drogą ręcznego sortowania w zwirowiskach i gromadzić je w ramach zorganizowanego skupu. Ta sama uwaga dotyczy krzemieni z nieczynnych kopalni piasku formierskiego w rejonie Częstochowy.

ZASTOSOWANIE KRZEMIENI

Zastosowanie surowca krajowego do wyrobu młynników krzemienionych omówili w 1965 r. na łamach pisma „Szkoła i Ceramika”. J. Chudziński i J. Stawin. Według danych przytoczonych przez wymienionych autorów głównym odbiorcą krzemieni są przemysły: ceramiczny i chemiczny. Przemysły te wykorzystują krzemienie jako surowiec skalny do wyrobu okładzin i młynników w młynach kulowych. Krzemień jest materiałem bardzo twardym (twardość ok. 7 w skali Mohsa) i nie zawiera dużo domieszek żelaza, nie ściera się podczas pracy w młynach i nie zanieczyszcza drobnymi cząstkami produktu końcowego, tj. składników masy ceramicznej, białego cementu, farb itp. Przemysł maszynowy używa rozdrobnionych krzemieni do wyrobu materiałów ściernych (papieru i płótna ściernego), a otoczaki krzemienne do powierzchniowej obróbki metalowych elementów maszyn. Krzemienie wykorzystywane są także w przemyśle emalierskim i ceramicznym jako składnik glazury (szkliwa) i emalii oraz w przemyśle laboratoryjnym do wyrobu moździerzy.

Przytoczone przykłady nie wyczerpują możliwości zastosowania krzemieni w gospodarce narodowej. Katedra Maszynoznawstwa Ogólnego przy Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej w oparciu o doświadczenia z zagranicy opracowuje aktualnie możliwość wykorzystania grysów krzemiennych do budowy uszorstnionych nawierzchni drogowych. Jednocześnie Zakład Technologii Surowców Mineralnych IG opracował szeroki program badań własności technologicznych krzemieni krajowych w porównaniu z importowanymi — w celu określenia ich

Zdolność ścierna krzemieni krajowych

Tabela 4

Nr próbki	Pochodzenie krzemienia	Średnia mikrotwardość w kg/mm ²	Zdolność ścierna	
			ziarna wg tarczy Böhme'go w g	wyrobów nasypowych w g
1	Dąbrowki	946	0,851	0,1605
2	Studzianki	882	0,776	0,1714
3	Mielnik	985	0,750	0,1644
4	Sokołka	891	0,749	0,1462
5	Karsy	1006	—	0,1780
6	Supraśl	985	—	0,1623
7	Zakrzówek	946	—	0,1492
8	Julianka	857	0,700	0,1181
9	Kornica	874	0,696	0,1437
10	„Kalisiak”	936	0,677	0,1290
11	Leszczawa Górna	946	0,658	0,0831
12	Wolica	936	0,657	0,1375
13	Ciecierzyn	794	0,617	0,1176
14	Siedlec	891	0,594	0,1235
15	Jastrząb	809	0,532	0,1265
16	Janików	1070	0,426	0,1332
17	Inowódz	752	0,398	0,1278
18	Kopalnia „Kuzle”	739	—	0,1427
19	Hyżne	726	—	0,1414
20	Łazy	1000	—	0,1115
21	Wapnica	946	—	0,1601
22	Krzemień duński, wzorzec	930	0,753	0,1604

przydatności przemysłowej. Program badań w ramach współpracy z Zakładem Złóż Surowców Skalnych IG realizowany jest od 1967 r.

Zadanie przydatności krzemieni krajowych okazało się zagadnieniem trudnym do rozwiązania. Brak parametrów porównawczych, norm i warunków technicznych oraz opory w wypróbowywaniu i zastosowaniu w produkcji krzemienno-surowca krajowego w znacznej mierze utrudniały prace badawcze. Określenie przydatności krzemieni krajowych w przemyśle ściernym wykonano na zlecenie Instytutu Geologicznego Biuro Projektów Konstrukcji i Technologii Obrabiarek i Narzędzi „Koprotech” w Warszawie. Do badań skierowano 21 próbek ze skupień opisanych w niniejszej pracy. Krzemienie zostały uprzednio oczyszczone z otoczki wapiennej, rozdrobnione i odsiane w Instytucie Techniki Budowlanej. Do badania skierowana została frakcja podstawowa ziarna ściernego, w wielkości 500÷400 μ. W ramach badań przydatności dla przemysłu ściernego określono mikrotwardość na zgładach mikroskopowych, zdolność ścierną na tarczy Böhme'go, oraz zdolność ścierną wyrobów nasypowych na papierze podłożowym, płótnowanym wg normy PN-61/M-59146 (tab. 4). Ponadto oznaczono w krzemieniach zawartość SiO₂, wrywkowo zawartości Fe₂O₃ i CaO oraz wykonano opis badanego ziarna. Własności krzemieni pochodzenia krajowego były po-

Tabela 5

Wyniki próby samoomielenia buł krzemienych z otoczką wapienną z kamieniołomu Zakrzówek

Samoomielenie w bębnie „Los Angeles”						
Przebieg badań	Ilość buł krzemienych o wielkości > 2,5 cm	Dłuższe wymiary buł krzemienych w cm	Waga samoomielanych krzemieni > 0,5 cm w kg	% wagowy pozostałych po samoomieleniu krzemieni	Ubytek z krzemieni i otoczki w wyniku samoomielenia (frakcja < 0,5 cm) w kg	% wagowy ubytku po samoomieleniu
Nadawa (buły krzemienne z korą wapienną)	63	4,50 ÷ 15,0	15,000			
Wyniki po pierwszej godzinie samoomielenia	93	nie mierzono	11,385	75,90	3,615	24,10
Wyniki po drugiej godzinie samoomielenia	73	nie mierzono	9,820	65,47 86,29*	1,565	34,53 13,71*
Wyniki po trzeciej godzinie samoomielenia	76	2,80 ÷ 9,90 średnio 5,01	8,845	58,97 90,07*	0,975	41,03 9,93*
Wyniki po trzech godzinach samoomielenia łącznie	76	2,80 ÷ 9,90 średnio 5,01	8,845	58,97	6,155	41,03
Samoomielenie w bębnie Devala						
Nadawa (buły krzemienne z korą wapienną)	21	3,0 ÷ 12,0 średnio 7,62	5,000	—	—	—
Wyniki po pierwszej godzinie samoomielenia	28	nie mierzono	4,825	96,50	0,175	3,5
Wyniki po drugiej godzinie samoomielenia	34	nie mierzono	4,695	93,90 97,30*	0,130	6,1 2,70*
Wyniki po trzeciej godzinie samoomielenia	31	2,7 ÷ 10,8 średnio 6,1	4,600	92,0 97,97*	0,095	8,00 2,03*
Wyniki po trzech godzinach samoomielenia łącznie	31	2,7 ÷ 10,8 średnio 6,1	4,600	92,0	0,400	8,00

* Procent obliczony w stosunku do poprzedniej godziny samoomielenia.

równywane z krzemieniem duńskim stosowanym jako materiał nasypowy.

Najważniejszym badaniem wykonanym przez „Koprotech” jest określenie zdolności ścierniej. Parametry tego badania są następujące

obciążenie taśmy nośnej	1 kg
kąt ugięcia taśmy	145°
szybkość przesuwu taśmy	0,18 m/sek
szerokość paska próbki	25 mm
czas	1 godz.

Wynik podano w granicach ubytku masy mosiądzu. Na podstawie otrzymanych wyników przytoczonych w tabeli 4 stwierdzono, że spośród przesłanych 21 próbek krzemieni krajowych tylko 7 (Dąbrówki, Studzianki, Mielnik, Sokółka, Karsy³, Supraśl, Zakrzówek) wykazuje przydatność do produkcji wyrobów nasypowych. Ponieważ przeprowadzone badania dają jedynie orientacyjną ocenę jakości badanego materiału, „Koprotech” uważa, że ostateczną opinię o przydatności krzemienia do produkcji wyrobów ściernych i nasypowych mogą wydać zakłady użytkujące na podstawie badań eksploatacyjnych gotowych wyrobów. Ponadto orzeczenie zawiera zastrzeżenie, że krzemień, który miałby być przetwarzany na materiał ścierny, nie może posiadać otoczki krzemianowo-wapniowej. Uwaga ta dotyczy również krzemieni przeznaczonych do innych wyrobów, a w szczególności mielników, które mogłyby być produkowane z krzemieni konkrecyjnych z Zakrzówka.

Oczyszczanie krzemieni z otoczki jest więc jeszcze jedną koniecznością dla określenia ich przydatności. Badania takie wykonała Katedra Przeróbki Mechanicznej Kopalni AGH. Badania miały na celu wyjaśnienie, czy istnieje możliwość rozdrobnienia krzemieni w ten sposób, aby je uwolnić od części rozpuszczalnych. Aby zdjąć skorupę wapienną z ziarn krzemienia zastosowano tzw. omielanie w młynie kulowym opróżnionym z kul i innych ciał mielących. Autorzy opracowania proponują pewien schemat przemysłowy.

Niezależnie od pracy wykonanej w AGH Instytut Geologiczny przeprowadził na mniejszą skalę (niejako eksperymentalną) próbę samoomielenia krzemieni ze złoża w Zakrzówku w bębnie „Los Angeles” i w bębnie „Los Angeles” można prawie całkowicie w krótkim czasie usunąć trwały Ośrodek Badań i Rozwoju Technik Drogowych w Warszawie. Wyniki przedstawiono w tabeli 5 i na tablicy IV. Próba samoomielenia wykonana była w warunkach laboratoryjnych i jej wyniki należy traktować jako orientacyjne. Okazało się, że drogą samoomielenia w bębnie „Los Angeles” można prawie całkowicie w krótkim czasie usunąć z krzemieni z Zakrzówka korę wapienną. Uzyskane po samoomieleniu krzemienie mogą znaleźć zastosowanie jako mielniki, a po dalszym rozdrobnieniu mogą być użyte do produkcji materiałów ściernych. Ubytek wagowy w procesie samoomielenia jest duży (ok. 40%), ale można odzyskać rozdrobnione okruchy krzemienne z odpadu i wykorzystać ziarno dla materiałów nasypowych. Wówczas odpad, czyli części rozpuszczalne wynoszą zaledwie ok. 18%. Można by również wykorzystać pozostałą po procesie samoomielenia mączkę wapienną.

³ Do badań przesłano krzemień z Jawicy.

Pewne światło na możliwość produkcji wykładzin typu „silex” z krzemieni krajowych rzucają wyniki nadesłane przez Zakład Badań i Doświadczeń Zjednoczenia Przemysłu Ceramicznego. Zakład ten zbadał 5 próbek dostarczonych przez Instytut Geologiczny. Były to: chalcedonity z Inowłódza i Luboczy, krzemień ławicowy z Kars, rogowiec z Leszczawy Górnej oraz konkrecje krzemienne z Zakrzówka. Celem badania było wstępne określenie przydatności tych skał jako wykładzin młynów kulowych i kul mielących stosowanych w przemyśle ceramiki szlachetnej.

W ocenie swojej Zakład Badań i Doświadczeń stwierdził, że wyniki badań próbek chalcedonitu z Luboczy i krzemienia z Kars, przewidzianych na wykładzinę młynów kulowych, w zestawieniu z kształtkami stosowanymi w przemyśle ceramicznym, a pochodzącymi z importu nie wykazują istotnych różnic. Wyniki badań laboratoryjnych upoważniają do przeprowadzenia prób w warunkach przemysłowych. Również wstępne wyniki badań krzemieni z Zakrzówka nie wykazują zasadniczych różnic w porównaniu z otoczkami dotychczas stosowanymi. Ocenia się więc, że krzemienie z Zakrzówka mogą być użyte jako kule mielące, po uprzednim przeprowadzeniu prób w warunkach przemysłowych.

Na dużym złożu w Jastrzębiu można by opierać produkcję grysów krzemiannych do uszorstwiania nawierzchni, o ile skała ta wykaze cechy dobrej przyczepności do mas bitumicznych. Zapotrzebowanie na ten surowiec wynosi setki tysięcy ton, a zasobność złoża w Jastrzębiu spełniałaby ten warunek.

* * *

Rozpoznanie złóż krzemieni w Polsce jest zagadnieniem zupełnie nowym i nietypowym tak od strony formy, rodzaju i wielkości „złóż” krzemieni, jak i metod badań ich przydatności. Prace badawcze prowadzone przez Zakład Złóż Surowców Skałnych IG w 1966 r. nie wyczerpują zagadnienia, lecz stanowią duży krok naprzód i stwarzają podwaliny dla uruchomienia produkcji krajowej już w najbliższym czasie. Surowiec do produkcji materiałów ściernych i mielników może dostarczyć złożo w Zakrzówku, którego krzemienie spełniają wymogi jakościowe, a ich ilość zapewnia dostawę jednorodnego surowca na dłuższy czas. Większe trudności mogą zaistnieć przy zabezpieczeniu odpowiednio zasobnej bazy do produkcji wykładzin młynowych typu „silex”. Na podstawie dotychczasowego rozpoznania można by w tym celu wykorzystać krzemienne ławice z Kars. Obiekt ten wymaga jednak bardziej szczegółowego rozpoznania geologicznego i odpowiednich badań stwierdzających jego przydatność.

Wydaje się, że rozpoznanie skupień krzemieni w Polsce powinno być kontynuowane w latach następnych poprzez metodyczne rozpoznanie szczególnie bogatych w krzemienie utworów geologicznych na terenie całego kraju. Planowana na najbliższe lata współpraca Zakładu Złóż Surowców Skałnych i Zakładu Technologii Surowców Mineralnych IG powinna przynieść pozytywne rezultaty i pełne rozpoznanie krajowych złóż krzemieni.

PIŚMIENICTWO

- BUGAJSKA-PAJĄKOWA A. (1967) — Sprawozdanie z prac wykonanych na złożu krzemieni w rej. Jastrzębia w 1956 r. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Kielce.
- CHUDZIŃSKI J., STAWIN J. (1965) — Zastosowanie surowca krajowego do wyrobu mielników krzemionych, używanych w przemyśle ceramicznym. Szkło i Ceramika, 5, p. 135—137.
- KOSTECKI J. (1961) — Problemy wydobycia krzemienia pasiastego w neolicie. Prz. geol., 9, p. 367—370, nr 7. Warszawa.
- KOTLARCZYK J. (1963) — Seria diatomitowa z warstw krośnieńskich na tle budowy geologicznej jednostki skolskiej w Karpatach Przemyskich. Arch. Działu Geologii przy Prez. WRN w Rzeszowie.
- MORAWIECKI A. (1956) — O chalcedonicie spongiolitowym znad Pilicy. Arch. Miner., 14, p. 89—136, nr 1. Warszawa.
- MORAWIECKI A. (1965a) — Uwagi o krzemieniach krajowych i ich wykorzystaniu gospodarczym. Prz. geol., 11, nr 9, p. 398—400. Warszawa.
- MORAWIECKI A. (1965b) — Wstępna analiza możliwości gospodarczego wykorzystania krzemieni krajowych. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- SZELAĞOWSKA-SKRZYPCZAK E. (1966) — Opracowanie petrograficzne złóż krzemieni w Polsce. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.

Мария ПУСЬКЕВИЧ

ПОИСКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРЕМНЕЙ В ПОЛЬШЕ

Резюме

К выполнению темы „поиски месторождений кремней в Польше” приступили в 1966 году в рамках работ Отдела месторождений нерудного сырья Геологического института. Поисковые работы были предприняты в соответствии с планами развития отечественного производства изделий из кремней. К этим изделиям, изготавливаемым до сих пор из импортованных кремней, относятся: кремневые футеровки типа „Силекс”, измельчающие части для мельниц и гранулированный кремль для производства абразивов.

До настоящего времени были опробованы некоторые более крупные скопления кремней на территории северо-восточного обрамления Свентокшиских гор, юрских выходов Краковско-Ченстоховского региона, меловых отложений Прибугского района и четвертичных образований Белостокского воеводства (фиг. 1).

Принимая во внимание формы залегания к последующее хозяйственное использование кремней, в опробованных скоплениях выделяются три основные их типы: 1 — скопления кремней конкреционного типа в карбонатных отложениях, залегающие на месте образования; 2 — кремнистые скопления в виде слоев и пластов; 3 — вторичные скопления в четвертичных образованиях. В соответствии с этим подразделением скопления кремней приводятся на фиг. 1. Петрографическое описание, результаты исследований их пригодности даются в тексте и таблицах 1—4.

Исследования промышленной пригодности отечественных кремней показали, что на базе этого сырья в ближайшие годы можно приступить к производству абразивов и измельчающих части для мельниц. Большие же трудности могут повстречаться при обеспечении сырьевой базой производства футеровки типа „Силекс”.

Maria RUSKIEWICZ

PROSPECTION FOR FLINTS IN POLAND

Summary

The realization of the problem „Prospection for flint deposits in Poland” was begun in 1966 by the Division of Construction Mineral Deposits of the Geological Institute. Prospecting works were carried out due to the demand of the developing home industry producing flint articles. To such articles, so far produced only from imported flints, belong: flint linings of „Silex” type, grinders for mills and granulated flint for production of abrasives.

So far, only some larger concentrations of flints were elaborated, mainly in the NE margin of the Świętokrzyskie Mts., within the area of the Cracow — Częstochowa Jura Belt, in the Bug River Cretaceous area, and in the Quaternary formation area of the Białystok voivodeship (Fig. 1).

On account of the occurrence forms and the high economical importance of flints three main types were distinguished among the concentrations examined: 1 — concentrations of flints of concretionary type in carbonate formations „in situ”; 2 — siliceous concentrations in the form of banks and seams; 3 — secondary concentrations in the Quaternary formations. Flint concentrations, arranged according to the subdivision cited above, are presented on Fig. 1. Petrographical description and results of examinations of usability are given in the text and in Tabs. 1—4.

Examinations of industrial usability of home flints have demonstrated that in the next future one can, on the basis of home mineral raw materials, start a production of abrasives and grinders, although greater difficulties may arise as concerns supply of adequately rich mineral raw material basis to produce linings of „Silex” type.

TABLICA I

Fig. 2. Fragment wydobytej ławicy krzemienia w Karsach

(fot. J. Fijałkowski)

Fragment of uncovered bank of flint at Karsy

(phot. by J. Fijałkowski)

Fig. 3. „Ostaniec” krzemienisty w kopalni piasku formierskiego w Kuźlu

(fot. Z. Turowski)

Flint „outlier” in the moulding sand quarry at Kuźle

(phot. by Z. Turowski)

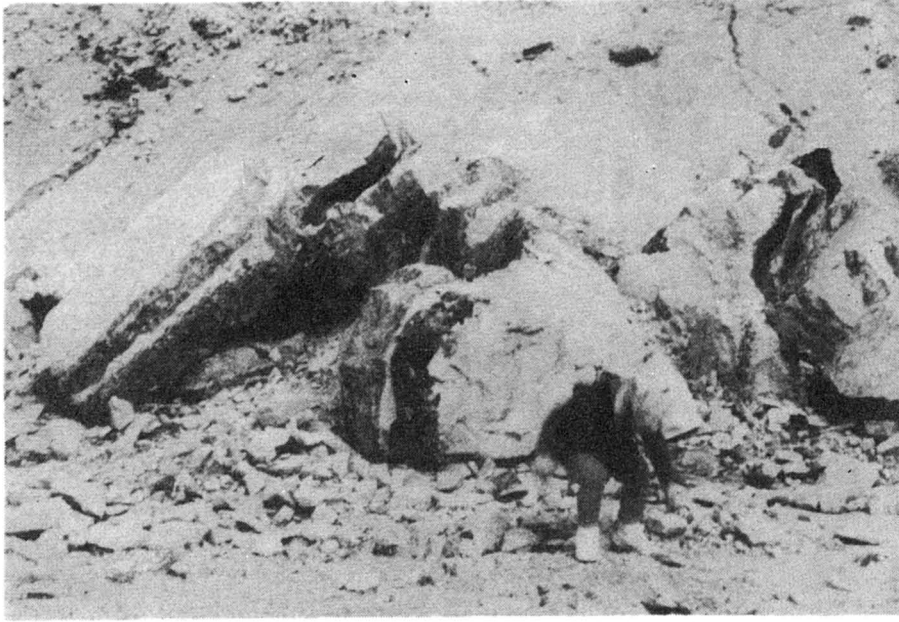


Fig. 2

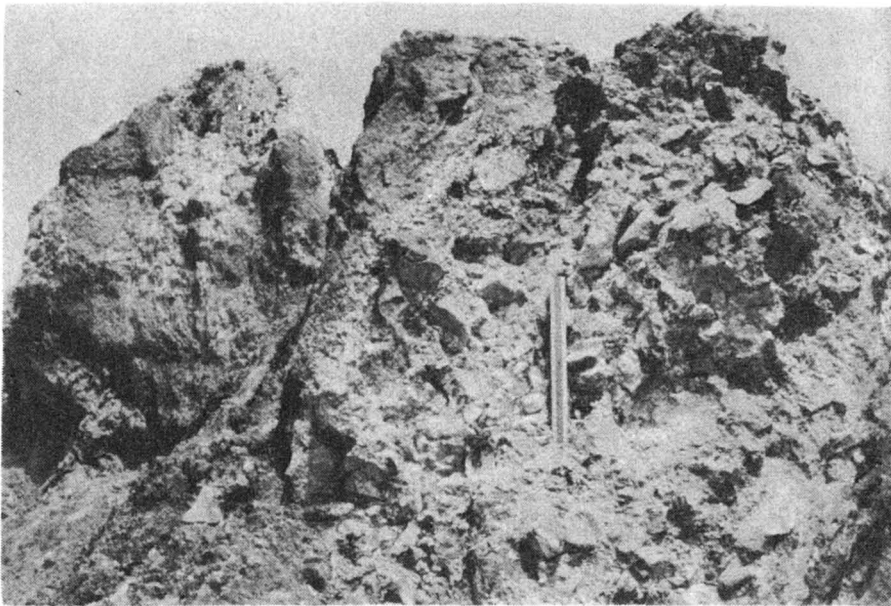


Fig. 3

TABLICA II

Mikrofotografie krzemieni chalcedonowych; pow. 90 ×
Photomicrographs of chalcedony flints; enl. × 90

Fig. 4. Krzemień chalcedonowy z Julianki
Chalcedony flint from Julianka

Fig. 5. Krzemień chalcedonowy z Siedlca
Chalcedony flint from Siedlec

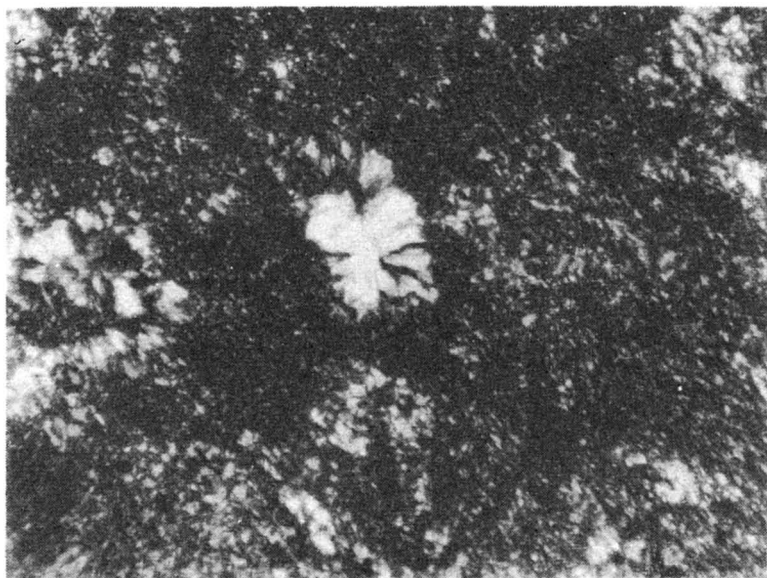


Fig. 4

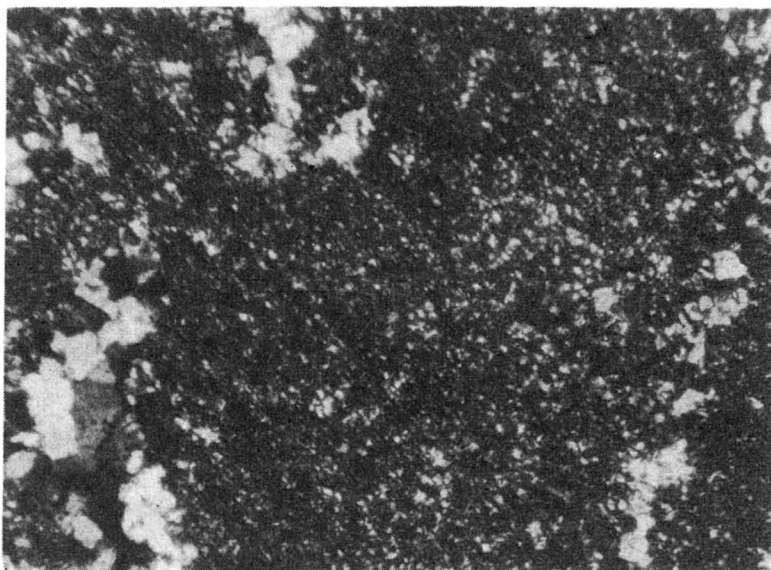


Fig. 5

TABLICA III

Fig. 6. Krzemień chalcedonowy z Kuźła
Chalcedony flint from Kuźle

Fig. 7. Krzemień chalcedonowy z Wapnicy
Chalcedony flint from Wapnica

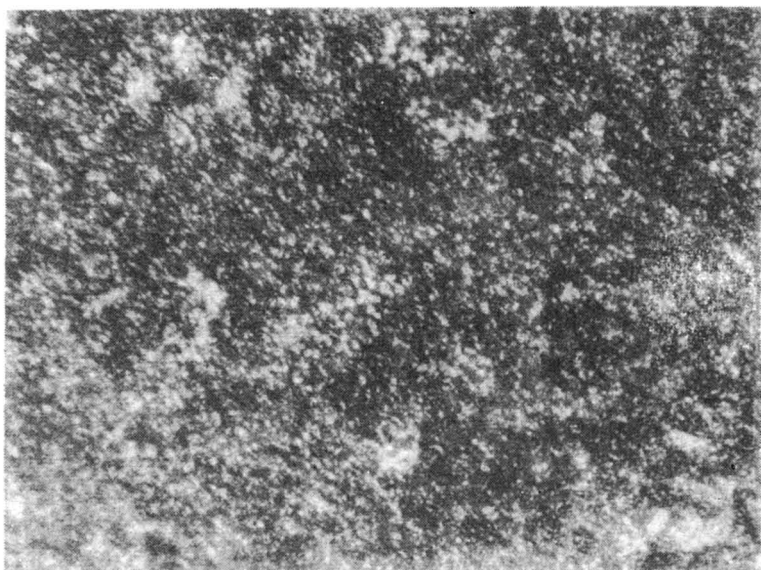


Fig. 6

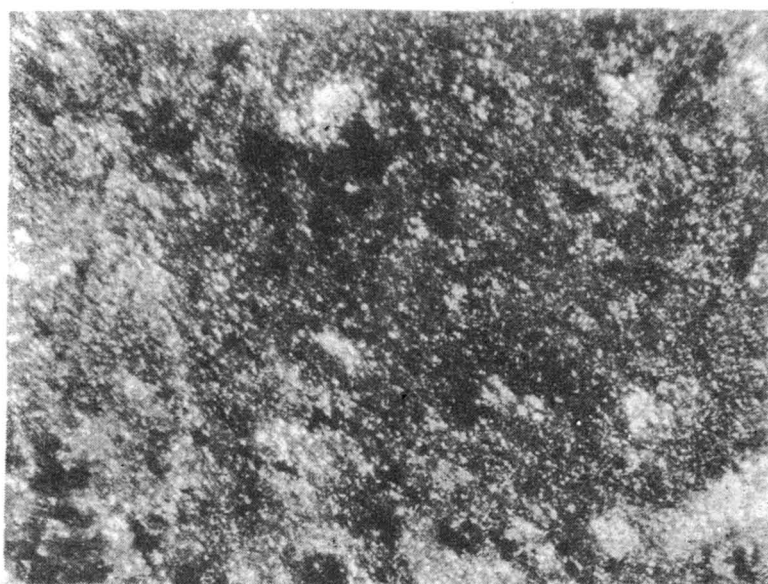


Fig. 7

TABLICA IV

Krzemienie z Zakrzówka przed i po samoomieleniu; zmniejszenie 3 ×
Flints from Zakrzówek before and after self-grinding; dimin. × 3

Fig. 8. Krzemienie pobrane ze złoża wapieni w Zakrzówku
Flints sampled in limestone deposit at Zakrzówek

Fig. 9. Krzemienie omielone w bębnie Devala
Flints ground in Deval drum

Fig. 10. Krzemienie omielone w bębnie „Los Angeles”
Flints ground in „Los Angeles” drum

Zdjęcia wykonano w Pracowni Fotograficznej IG
Photographs made in the Photography Laboratory of the Geological Institute

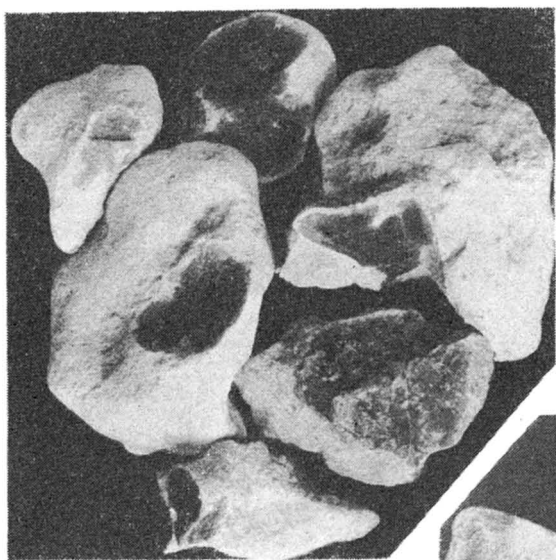


Fig. 8



Fig. 9

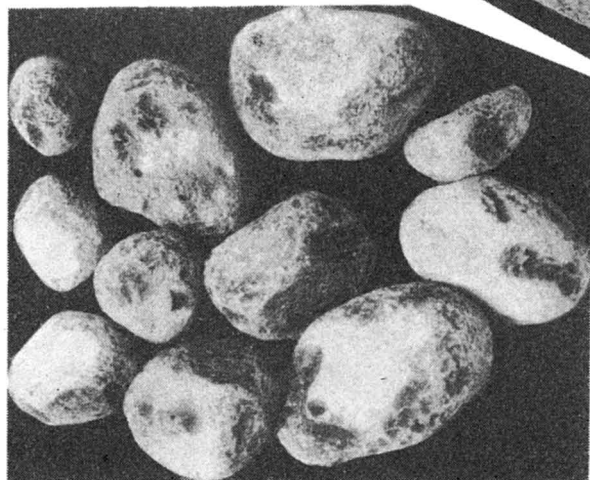


Fig. 10