

MARIAN KAMIENSKI i ZDZISŁAW SOKALSKI

## O NIEKTÓRYCH SKAŁACH KRZEMIONKOWYCH W POLSCE

### *On some siliceous rocks in Poland*

Streszczenie. Autorzy opisują skały krzemionkowe, powstałe z opoki przez wtórne odwapnienie.

Niektóre skały krzemionkowe z racji swych własności fizycznych i chemicznych są szczególnie interesujące. Do takich należą między innymi te skały krzemionkowe, które powstały na skutek procesów naturalnego odwapnienia z pierwotnych skał, zawierających oprócz krzemionki znaczne niekiedy ilości węgla wapnia.

Procesy odwapnienia możemy często śledzić wśród osadów górnokredowych, określanych powszechnie mianem opoki. Na przykładach niżej podanych omówimy to zjawisko.

W pierwszym rzędzie zajęliśmy się rejonem, położonym na północ od Sandomierza. W miejscowości Piotrowice koło Zawichostu odsłaniają się na zboczach Wisły skały wapieniste wieku górnokredowego (dolny turon), typu opoki. Są one białe, dość lekkie, porowate, przy tym zwięzłe.

Wśród nich występują odmiany w stanie wilgotnym jasnokremowe, po wyschnięciu białe, bardzo silnie porowate, które chciwie chłoną wodę, przylegają do języka i złożone są przede wszystkim z substancji opalowej. Ogólnie możemy je określić jako skały krzemionkowe. Według informacji Inż. Z. Tokarskiego zwrócił na nie uwagę w czasie wojny p. T. Pawilczus.

Na podstawie zupełnie dorywczych obserwacji terenowych mogliśmy się jedynie ogólnie zapoznać z ich geologicznym zaleganiem. Przypuszczać należy, że występują one w formie wąskich, co najwyżej kilkumetrowych pasów o kierunku WNW—ESE. W morfologii uwydatniają się małymi żlebami o tym samym kierunku. Mamy w Piotrowicach do czynienia prawdopodobnie z kilku takimi pasami. Przypuszczenie to nasuwa się na podstawie znajdowania skały krzemionkowej w szeregu odsłonień, powiązanych ze żlebami równoległe do siebie przebiegającymi i rozmieszczonymi na przestrzeni (od S ku N) ponad 1 km.

Najbardziej południowy pas skał krzemionkowych znajduje się przy południowej granicy wsi Piotrowice, w wąskim żlebkowi o stromych

ścianach. Stoki są częściowo zarośnięte, częściowo zasypane z góry zsuwającym się lessem. Na wysokości  $\frac{2}{3}$  stoku, licząc od dołu, zaznacza się piarg opoki turońskiej. W dnie żleбку odstaniają się tu i ówdzie wspomniane skały krzemionkowe, jak się okazuje, niemal całkowicie pozbawione węglanu wapnia.

We wspomnianym żleбку wykonaliśmy w kwietniu 1948 r. na długości 125 m siedm sztucznych wkopów do głębokości 2—3 m. W żadnym przypadku nie zdołaliśmy dojść do spągu omawianych skał. We wszystkich wkopach przedstawiały one jednolity wygląd (w stanie wilgotnym jasnokremowe, po wyschnięciu śnieżnobiałe), a jedynie w partiach stropowych wykazywały niekiedy wyraźne nacieki limonitowe, układające się wstęgowo.

Jeśli idzie o genezę skał krzemionkowych z Piotrowic, to musimy je uważać za produkt odwapnienia otaczającej opoki. Okazuje się, że opoka ta jest również złożona z substancji opalowej, w której oprócz pewnej ilości kwarcu, substancji ilastej oraz wodorotlenków żelaza występuje węglan wapnia. Opoka trawiona przez kilka godzin rozcieńczonym kwasem solnym staje się skałą bardzo lekką i bardzo porowatą, makroskopowo, jak i mikroskopowo odpowiadającą naszym skałom krzemionkowym. Opoka ta pod wpływem kwasu solnego nie rozpada się, pozostając nadal skałą spoiłą.

Skały krzemionkowe nie powstały na skutek powierzchniowego procesu odwapnienia, choć i ten proces niewątpliwie gdzieś się zaznacza, lecz wytworzyły się w jakichś szczególnych warunkach. Jeśli terenowe badania geologiczne potwierdzą nasze przypuszczenie o pasowym występowaniu skał krzemionkowych wśród otaczającej je opoki i jeśli uwzględnimy fakt ich bynajmniej nie zupełnie powierzchniowego zalegania, to okaże się, że wody ługujące węglan wapnia miały korzystne warunki krążenia głównie w pewnych strefach, układających się równolegle do siebie. Nasuwa się tutaj możliwość wzięcia pod uwagę istnienia szeregu drobnych uskokuw i spękań, przebiegających z WNW ku ESE, które ułatwiały działalność wody. Zapewne należałoby je w tym przypadku związać z przyjmowaną przez Samsonowicza (6) dyslokacją, obcinającą rów Tarłowski od południa i wchodzącą w system potężnych dyslokacji uskokuw, które według tego autora powstały w czasach pokredowych, być może w paleogenie.

Na jaką długość rozciągają się poszczególne pasy trudno w tej chwili odpowiedzieć, być może, że ograniczają się one jedynie do długości żlebków, choć z drugiej strony należy podkreślić fakt stwierdzenia skał krzemionkowych w odległości 1 i 1,5 km na WNW od ich opisywanych wychodni, na hałdach po wykopaniu studzien, z których jedna miała głębokość 33, druga 35 m. Profilów tych studzien, jak również głębokości występowania skał krzemionkowych nie można było już odtworzyć. Należy zauważyć, że wśród znalezionych okruchów skał krzemionkowych można było stwierdzić odmiany nie reagujące z HCl oraz odmiany słabo burzące z tym kwasem.

Nie znając dokładnie obrazu budowy geologicznej najbliższej okolicy Piotrowic, a szczególnie istotnych warunków zalegania skał

krzemionkowych, nie jesteśmy w stanie ustalić ich zasobów. Dla tego celu należałoby przeprowadzić odpowiednie roboty poszukiwawcze.

### Analizy chemiczne skał z Piotrowic

	skała krzemionkowa %	opoka %
SiO <sub>2</sub>	90,10	29,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,02	0,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,31	0,99
CaO	0,94	39,62
MgO	0,24	0,30
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	n. o.	n. o.
SO <sub>3</sub>	śląd	śląd
Strata przy prażeniu	2,07	28,65
Suma	99,68	99,44

Do powyższych analiz zostały wzięte próbki, które przez kilka tygodni były przechowywane w temperaturze pokojowej. Materiał w ten sposób pozbawiony w dużym stopniu wilgoci wysuszono w temp. 105° C, przy czym w skale krzemionkowej stwierdzono 0,80%, a w opoce 0,25% H<sub>2</sub>O.

W analizie skały krzemionkowej podkreślić należy przede wszystkim bardzo dużą zawartość SiO<sub>2</sub>, związaną, jak wykazuje analiza mikroskopowa, w opal. Należy zauważyć, że gdy z analizy opoki odliczymy całkowitą ilość CaO, przeliczoną na CaCO<sub>3</sub>, to wówczas uzyskamy w niej zawartość SiO<sub>2</sub> zbliżoną, a mianowicie wynoszącą 94,16%.

W skale krzemionkowej stwierdzamy większą w porównaniu do opoki ilość Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, co świadczy o łatwiejszej infiltracji wodorotlenków żelaza w tej porowatej skale, natomiast nie bardzo zrozumiałą jest stosunkowo duża zawartość w niej Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> na tle analizy opoki, w której tlenek ten, związany w substancję ilastą, jest zupełnie podrzędny.

Znikoma pozycja CaO w skale krzemionkowej świadczy o niemal całkowitym odwapnieniu pierwotnej skały.

Drugi obszar, na który zwróciliśmy uwagę, to Wyżyna Lubelska, gdzie najlepiej poza czwartorzędem wykształconym osadem, odslaniającym się na powierzchni ziemi, jest górna kreda, należąca do piętra senonu.

Podstawą naszego zainteresowania się Wyżyną Lubelską i jej opoką senońską była praca Starzyńskiego (7), który zajmując się problemem gleb w tym obszarze zwrócił uwagę na skały macierzyste dla rędzin, mając między innymi na uwadze zawartość w nich węglanu wapnia oraz residuum, które pozostaje po wytrawieniu skały kwasem.

Nawiązując do dawniejszych prac geologicznych autor ten w obrębie opoki senońskiej wydziela odmianę «urzędowską» i «nagórzańską». Opokę urzędowską, zawierającą przeciętnie 60—80%  $\text{CaCO}_3$  oraz średnio 30,5% reszty nierozpuszczalnej nazywa inaczej «wapniową», opokę zaś nagórzańską określa jako «wapniowo-krzemową». Ta ostatnia ma 30—60%  $\text{CaCO}_3$  oraz średnio 54% reszty nierozpuszczalnej<sup>1</sup>.

Opoka wapnista posiada na terenie Wyżyny Lubelskiej największe rozprzestrzenienie, zajmując głównie jej część środkową. Obejmując znaczne tereny przyczynia się do tworzenia typowych gleb rędziny. Opoka wapnisto-krzemionkowa według Starzyńskiego zajmuje w stosunku do poprzedniej stanowisko bardziej wyżynne, posiada mniejsze rozprzestrzenienie, przy czym granice jej nie są jeszcze dokładnie ustalone.

Wśród opoki wapnisto-krzemionkowej (nagórzańskiej) wydziela Starzyński jeszcze pewne odmiany, które ogólnie charakteryzuje jako piaszczyste. W składzie chemicznym wykazują one maksymalnie 30%  $\text{CaCO}_3$ , a często też pozbawione są tego składnika. Jedne z nich o barwie żółtawej, zwięzłe i o przełomie szorstkim, wykazują przewagę ziarn kwarcu klastycznego oraz glaukonitu, spojonych lepiszczem opalowym. Wyglądem swym odpowiadają piaskowcom. Inne odmiany, pelitowe, przedstawiają skałę o barwie białej lub biało-kremowej, również zwięzłą, ale dającą się strugać nożem.

Ogólnie określa Starzyński te pelitowe odmiany opoki nagórzańskiej jako opokę krzemową (spongiolitową), przypominającą gezy. W dalszych rozważaniach będziemy ją nazywać opoką krzemionkową. Na Wyżynie Lubelskiej według Starzyńskiego ma ona mały zasięg, przylegając wąskim pasem do Roztocza. Powoduje ona powstawanie odrębnych typów glebowych, które w południowo-zachodniej części Wyżyny zwą się chrapami, w południowo-wschodniej zaś rumoszynami.

Nas w tej chwili szczególnie interesuje odmiana krzemionkowa i nią się dokładniej zajmiemy. Jest ona lekka i podobnie jak skała krzemionkowa z Piotrowic chciwie chłonie wodę i przylega do języka. Cechy te wraz z porowatością silniej się uwydatniają, im mniej skała posiada węglan wapnia. Odmiana krzemionkowa wytrawiona kwasem solnym pozostawia residuum, złożone przede wszystkim z substancji krzemionkowej (opalowej), w której zaznacza się niekiedy obecność igieł gąbek, choć rzadko dobrze zachowanych. W nieznacznym ilościach występują ziarna kwarcu, glaukonit i drobniutkie blaszki łyszczyku. Od opoki wapnisto-krzemionkowej różni się odmiana krzemionkowa przede wszystkim mniejszą ilością lub też brakiem węglanu wapnia.

Skład chemiczny opoki krzemionkowej możemy ustalić na podstawie analiz Starzyńskiego (l. c.) odnoszących się do prób, pocho-

---

<sup>1</sup> Używane przez Starzyńskiego terminy należałoby raczej zmodyfikować i stosować nazwy: opoka wapnista, opoka wapnisto-krzemionkowa, opoka krzemionkowa.

dzących z powiatu puławskiego z miejscowości Chruślanki Mazanowskie, Rybitwy, Poczyśle oraz z powiatu tomaszowskiego z miejscowości Jezierna. Jest on następujący:

	Chruślanki			
	Mazanowskie	Rybitwy	Poczyśle	Jezierna
	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	73,40	66,74	63,78	79,37
SO <sub>3</sub>	0,51	0,27	0,28	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,64	} 8,35	0,30	} 9,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,97		2,00	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,55		3,20	
CaO	7,77	10,85	13,83	3,21
MgO	0,87	1,68	0,65	1,37
K <sub>2</sub> O	1,47	1,11	1,35	KCl } 3,39 NaCl }
Na <sub>2</sub> O	0,85	0,80	1,17	
H <sub>2</sub> O (105°)	3,21	2,91	3,79	2,19
CO <sub>2</sub>	6,03	7,30	9,82	1,10
Suma	100,27	100,01	100,17	100,20

Na temat genezy opoki krzemionkowej nasuwają się następujące uwagi. Starzyński wyznacza, jak wyżej podano, jej zasięg geograficzny (wąski pas przylegający do Roztocza) i traktuje ją jako odrębną fację. Gdy opokę nagórzańską (wapnisto-krzemionkową) uważa jeszcze za osad eupelagiczny, to odnośnie opoki krzemionkowej podkreśla, że «pod względem genetycznym skała zbliża się do utworów hemipelagicznych, płytszych». Z drugiej strony na szeregu przykładach, jak np. na profilu łomu w Poczyśle podaje Starzyński dowody wtórnych powierzchniowych procesów odwapnienia opoki pierwotnej. W łomie tym skała do głębokości 45 cm nie wykazuje burzenia przy działaniu kwasem solnym, a w głębokości 1 m zawiera już 22,3% CaCO<sub>3</sub>.

Na podstawie więc danych Starzyńskiego możemy jego opokę krzemionkową uważać za skałę a priori uzależnioną od warunków sedymentacji, która w pewnych przypadkach ulegała jeszcze dodatkowo odwapnieniu.

Nasze obserwacje z rejonu Józefowa i Opola, gdzie szczególnie wzięto pod uwagę okolice Kluczkowic, Wrzelowca, Piotrowina i Zgody, potwierdzają przede wszystkim proces wtórnego odwapnienia, który, jak się okazuje, przebiega bardzo nierównomiernie. Często nie zaznacza się on zupełnie, a tam, gdzie występuje, sięga do bardzo zmiennej głębokości, od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Zapewne w niektórych przypadkach miąższość skał ubogich w CaCO<sub>3</sub> jest na Wyżynie Lubelskiej znacznie większa, wspomina bowiem Starzyński o potężnych złomach opoki krzemionkowej, nie podając jednakże, gdzie się one znajdują.

Zauważyliśmy również, że proces wyługowania węglanów, co wydaje się być rzeczą zrozumiałą, odbywał się na skutek działania

kwasów humusowych intensywniej tam, gdzie skała znajdowała się pod poszyciem leśnym, choć w pewnych przypadkach można obserwować odstępstwa od tej reguły.

O przebiegu procesu odwapnienia pierwotnej opoki, zawierającej  $\text{CaCO}_3$  w znacznych względnie ilościach, informują nas poniżej zestawione analizy chemiczne, odnoszące się do skał, występujących we Wrzelowcu.

### Analizy chemiczne skał z Wrzelowca

	opoka odwapniona %	opoka pierwotna
$\text{SiO}_2$	85,61	40,48
$\text{Al}_2\text{O}_3$	3,03	4,86
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	6,20	1,11
$\text{CaO}$	1,58	28,57
$\text{MgO}$	śląd	0,27
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	n. o.	n. o.
$\text{SO}_3$	—	śląd
Strata przy prażeniu	3,87	23,99
Suma	100,29	99,28

Do analiz tych wzięto próbki, które podobnie jak próbki z Piotrowic były przez kilka tygodni trzymane w temperaturze pokojowej. Pozbawione tą drogą w dużym stopniu wilgoci wysuszono jeszcze przed analizą w temp.  $105^\circ \text{C}$ , przy czym w opoce odwapnionej było 1,32%, a w opoce pierwotnej 1,66%  $\text{H}_2\text{O}$ .

Jak widzimy, w opoce odwapnionej wzrosła w dużym stopniu w porównaniu do opoki pierwotnej zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  na skutek infiltracji limonitu, natomiast zmniejszyła się ilość  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , co możemy tłumaczyć częściowym rozpuszczeniem się substancji ilastej pod wpływem kwasów humusowych.

Analiza opoki odwapnionej świadczy o niemal całkowitym wylugowaniu węglanu wapnia w strefie powierzchniowej. Jeśli zważymy, że opoka pierwotna z Wrzelowca ma w swym składzie chemicznym 28,57%  $\text{CaO}$ , co odpowiada 51,02%  $\text{CaCO}_3$ , to okaże się, że nawet skały o dużej zawartości węglanu wapnia w szczególnych przypadkach mogą ulec całkowitemu odwapnieniu, przy czym nie rozpadając się, pozostają nadal spoiste.

Proces odwapnienia nie stanowi zjawiska szczególnie rzadkiego. Obserwował go np. Premik (5) w górnym senonie okolicy Sieradza. Stwierdziliśmy go na drobnej skałę w senonie krakowskim, tylko że okruchy pozbawione węglanu wapnia są mniej porowate, a swego czasu zauważyliśmy również w okolicy Niemirowa i Magierowa, że tamtejsza opoka senońska w strefie powierzchniowej jest niekiedy odwapniona, składem chemicznym przypominając skały odwapnione, uprze-

dnio omawiane. Świadczy o tym następująca analiza skały, pobranej spod Szczerca:

SiO <sub>2</sub>	81,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,85
CaO	1,14
MgO	0,96
Strata przy prażeniu	7,10
Suma	99,82

Okazuje się więc, że niektóre skały wapniste, zawierające w swym składzie mineralnym krzemionkę, ściśle mówiąc opał pochodzenia organicznego, który tworzy jakby szkielet, impregnowany węglanem wapnia, mogą do różnej głębokości, zależnie od lokalnych warunków, ulegać procesowi odwapnienia. Na skutek wyługowania węglanu wapnia często nie tracą swej pierwotnej spistości, a stają się jedynie lekkie i porowate. Napajają się one chciwie wodą, odznaczają się znaczną ogniotrwałością i siłą rzeczy są one wzbogacone w SiO<sub>2</sub>. Tymi cechami zbliżają się te skały krzemionkowe do ziemi okrzemkowej, mogąc tę ostatnią zastąpić w pewnych dziedzinach jej licznego zastosowania. Zwłaszcza odmiany pozbawione substancji ilastej, względnie ubogie w nią, jak wykazały badania, zasługują na szczególną uwagę.

Jeśli zważymy fakt, że ziemia okrzemkowa zależnie od jej jakości i rodzaju zastosowania wymaga przeważnie daleko idącego uszlachetnienia, jak np. szlamowania, suszenia, prażenia, odżelazienia, mielenia, przesiania itd. (1, 2), to w związku z tym nasuwają się jeszcze pewne uwagi. Zarówno omawiane uprzednio skały pierwotne z Piotrowic, czy z Wyżyny Lubelskiej, czy też wreszcie wiele innych skał, wykazujących oprócz węglanu wapnia substancję opalową, jak np. osady górnej kredy z różnych jej horyzontów, opisane z północno-wschodniego zbocza Gór Świętokrzyskich przez Samsonowicza (6), Sujkowskiego (8), Pożaryskiego (3, 4) itd., możnaby poddać sztuczemu odwapnieniu i w ten sposób zwiększyć ich porowatość i chłonność. Prace technologiczne w tym zakresie mogłyby dać odpowiedź, czy niektóre z nich nie zastąpiłyby ziemi okrzemkowej. Próby laboratoryjne wykonane na pierwotnej opoce z Piotrowic, o czym mówiliśmy powyżej, dają w tym kierunku interesujące podstawy.

#### LITERATURA — REFERENCES

1. Dammer B.-Tietze C.: Die nutzbaren Mineralien. I, Stuttgart, 1927. —
2. Krczil F.: Kieselgur, ihre Gewinnung, Veredlung und Anwendung, Stuttgart, 1936. —
3. Pożaryski Wł.: Badania geologiczne i roboty poszukiwawcze wykonane w r. 1938, na obszarze występowania kredy, na wschodnim stoku Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Państw. Inst. Geolog.*, 15, Warszawa, 1939. —
4. Pożaryski Wł.: Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami. *Biuletyn Państw. Inst. Geolog.*, 6, Warszawa, 1938. —
5. Premik J.: Występowanie górnego senonu pod Sieradzem. *Sprawozd. Polsk. Inst. Geolog.*, III, Warszawa, 1926. —
6. Samsonowicz J.: Objasnienie arkusza Opatów. *Wyd. Państw. Inst. Geolog.*,

Warszawa, 1934. — 7. Starzyński Z.: Studia nad występowaniem utworów rędzinnych. *Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach*, IV. A., Kraków, 1923. — 8. Sujkowski Zb.: Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski. *Sprawozd. Państw. Inst. Geolog.*, VI, Warszawa, 1931.

## SUMMARY

Abstract. The authors describe some siliceous rocks formed by decalcification of Cretaceous marls.

The authors draw attention to certain siliceous and silicocalcareous rocks which on account of their physical and chemical properties seem to be of particular interest.

In the first place the authors took an interest in the region lying to the north of Sandomierz. At the village of Piotrowice, near Zawichost, exposed are calcareous rocks, of «opoka» type (i. e. siliceous marls), appertaining to the Lower Turonian. Occurring among them are varieties that are particularly light-weighting, very porous, highly hygroscopic, and composed almost exclusively of opal substance.

On the basis of entirely cursory field-observations it may be assumed that these siliceous rocks occur in the form of narrow belts, not more than several metres wide, running WNW—ESE. In the morphology of the terrain they stand out as small ravines, running in the above-mentioned direction. Their length has not been determined. It will be possible to determine it on the basis of appropriate exploratory work. What we have at Piotrowice are probably several such belts.

In the southernmost belt of siliceous rocks, situated at the southern boundary of the village of Piotrowice, seven artificial excavations were dug out along a line 125 metres long. In no case did the authors succeed in reaching the bottom of the above-mentioned siliceous rocks. In all cases their appearance was uniform (light cream-coloured when moist, and snow-white after drying), and only in the top layers did they display distinct limonitic incrustations, the latter arranged ribbon-like.

As far as the origin of the Piotrowice siliceous rocks is concerned, they must be considered as a product of decalcification of the surrounding «opoka» (siliceous marls). It appears that this bed-rock is also composed — apart from calcium carbonate — of opal substance. Quartz grains, argillaceous substance and iron hydroxides occur in but very small amounts. When the «opoka» is treated with dilute hydrochloric acid for several hours, it changes into a very light-weighting and very porous rock, macroscopically and microscopically corresponding to the above-mentioned siliceous rock. Under the action of hydrochloric acid the «opoka» does not disintegrate; it remains compact.

The siliceous rocks were not produced as the result of a surface process of decalcification, although the latter process does manifest itself in places; these rocks were formed under certain particular conditions. The waters leaching the calcium carbonate had favourable

conditions of circulating only in certain zones, arranged in a parallel manner to one another. The possibility occurs here of taking into consideration the existence of a number of small faults and fissures, running from WNW to ESE, which facilitated the action of water. Perhaps they ought to be associated with the dislocation — accepted by Samsonowicz — that cuts off the Tarłów graben from the south and is included in the system of strong dislocations which according to the above-mentioned author originated in post-Cretaceous times, perhaps in the Palaeogene.

Another region to which was directed the authors' attention was the Lublin upland where the best developed deposit exposed at the earth surface — apart from the Quaternary — is the Upper Cretaceous, appertaining to the Senonian. The basis for the interest in the Lublin upland and its Senonian «opoka» was the work of Starzyński who, linking up his work with older geological ones, distinguishes in the Lublin upland within the Senonian bed-rock a calcareous variety (containing, on the average, 60 to 80% of  $\text{CaCO}_3$  and, also on the average, 30,5% of an insoluble residue) and a calcareo-siliceous variety. The latter contains 30 to 60% of  $\text{CaCO}_3$  and, on the average, 54% of an insoluble residue.

In the calcareo-siliceous «opoka» Starzyński distinguishes yet certain varieties which he characterizes in a general manner as arenaceous. In their chemical composition they display a maximum of 30% of  $\text{CaCO}_3$ , and frequently they are even deprived of the latter constituent. Some of these varieties are yellowish, compact and with a rough fracture; they manifest a preponderance of grains of clastic quartz and glauconite, joined together with an opal cementing material. By their appearance they correspond to sandstones. Other pelitic varieties have the appearance of white-coloured rock, also compact, but one which can be whittled with a knife.

In a general manner Starzyński defines these pelitic varieties as a siliceous (spongiolitic) «opoka» resembling gaises. They are particularly interesting. Their characteristic properties are that they are light-weighting and that — in a similar manner as the siliceous rocks from Piotrowice — they are strongly hygroscopic and adhere to the tongue. These properties, together with their porosity, are more and more strongly marked as the rocks contain less and less calcium carbonate. When treated with hydrochloric acid, the pelitic varieties leave a residue composed, above all, of an opal substance in which occasionally is observable the presence of sponge spicules, although the latter are hardly ever well preserved. In very small quantities are present: quartz grains, glauconite, and minute scales of mica.

The chemical analyses of the pelitic varieties are listed in the Polish text.

On the subject of the origin of the siliceous «opoka», the following remarks occur. Starzyński assigns to it a geographical range (a narrow belt adjacent to Roztocze) and treats it as a separate facies. On the other hand, on a number of examples the above-mentioned

author presents proof of secondary surface processes of decalcification of the original «opoka». Therefore, on the background of Starzyński's data, we can consider the siliceous «opoka» as a rock a priori dependent upon the conditions of sedimentation; in certain cases this rock was subjected to still additional decalcification.

Observations from the region of Józefów and Opole confirm, above all, the process of secondary decalcification; this process has been proved to take place in a very irregular fashion. Frequently it is not evident at all, and where it does occur, it reaches down to a variable depth: from several centimetres to several score. In some cases, probably, the above-mentioned thickness is much greater, inasmuch as Starzyński mentions enormous blocks of the siliceous «opoka», without stating, however, their whereabouts. It has been also observed that the process of leaching out of the carbonates — which seems understandable — took place in consequence of the action of humic acids in a more intense manner in places where the rock was overlaid by forest undergrowth, although deviations from this rule are also observable.

The chemical analyses quoted in the Polish text inform us as to the course taken by the process of decalcification of the primary rocks belonging to the «opoka» type and containing  $\text{CaCO}_3$  in comparatively considerable quantities. These analyses pertain to the previously discussed rocks of the Lower Turonian from Piotrowice and the Senonian rocks from Wrzelowiec, a locality situated on the Lublin upland, between Józefów and Opole.

The decalcification process is not a phenomenon of particularly rare occurrence. It has been observed, for instance, by Premik in the Upper Senonian of the vicinity of Sieradz. On a small scale it was discovered by the authors in the Cracow Senonian, and they had also observed in the vicinity of Niemirów and Magierów that the local Senonian «opoka» in its surface zone is also deprived of calcium carbonate and that in its chemical composition (analysis quoted in the Polish text) it resembles the decalcified rocks previously discussed.

It turns out, consequently, that certain calcareous rocks containing in their composition opal of organic origin, forming as if a framework impregnated with calcium carbonate, may be subjected to a decalcification process, to a various depth, dependent upon local conditions. As a result of the calcium carbonate being leached out, the rocks frequently do not lose their original cohesion, becoming only light-weighting and porous. They adsorb water to a large degree, they are characterized by considerable refractoriness and, perforce, they are enriched in  $\text{SiO}_2$ . By these properties the above-mentioned siliceous rocks approximate to diatomaceous earth, and they can serve as a substitute for the latter in certain fields of its numerous applications. As demonstrated by investigations, especially the varieties deprived of argillaceous substance, or poor in the latter, are deserving of particular attention.

If we consider the fact that crude diatomaceous earth sometimes requires far-reaching processes of refinement, in conjunction therewith there arises the question whether it would not be also possible to utilize as a substitute for diatomaceous earth — by decalcifying them artificially — the previously discussed primary rocks which occur at Piotrowice, within the Lublin upland, or else are known from other regions, and which apart from calcium carbonate contain opal substance. Laboratory work carried out on the original «opoka» from Piotrowice gives an interesting basis for further investigation in this direction.