

ZBIGNIEW BZOWSKI, ANDRZEJ DAWIDOWSKI*,
ZBIGNIEW KROPORNICKI**

KRZEMIENIE W CZWARTORZĘDOWYM NADKŁADZIE POKŁADU WĘGLA BRUNATNEGO W SIENIAWIE

Streszczenie

W pracy zaprezentowano na tle warunków geologicznych charakterystykę znalezionych krzemieni pochodzących z piasków szczytów wzgórz morenowych oraz z gliny zwalowej w czwartorzędowym nadkładzie pokładu węgla brunatnego w Sieniawie. Krzemienie składają się z drobnoziarnistego autogenicznego kwarcu, trudno identyfikowanej ilości amorficznego chalcyonu oraz śladowej ilości goethytu i być może moganitu. Krzemienie zawierają od 0,15 do 0,36% węgla organicznego oraz w ilościach śladowych takie metale jak mangan, stront, tytan i cynk. Trudno jest jednoznacznie wyznaczyć, które z badanych metali mogą być związane z genozą krzemieni, ich wiekiem lub taką cechą jak barwa i jej strefowe zmiany. Przepuszczalnie badane krzemienie mogą pochodzić z utworów węglanowych kredy i/lub jury występujących w północno-zachodniej Polsce lub w rejonie na północ od wybrzeża (dno Bałtyku).

Słowa kluczowe: krzemienie, czwartorzęd, badania

Wstęp

Sieniawa według podziału regionalnego J. Kondrackiego [2002] leży w mezoregionie Pojezierze Łagowskie należącym do makroregionu Pojezierze Lubuskie. Na Pojezierzu Łagowskim znajdują się liczne jeziora, niektóre o charakterze rynnowym. Rzeźba terenu okolic Sieniawy jest urozmaicona, w części zachodniej zalesione pagórki moren posiadają wysokość do 227 m n.p.m (Bukowiec), natomiast w kierunku wschodnim występują wyraźne obniżenia, gdzie przeważa krajobraz rolniczy.

Podłoże Pojezierza Łagowskiego stanowią margle i wapienie kredy, na których występują piaszczyste i pylaste osady trzeciorzędu. W sekwencji na prze-

* Zakład Monitoringu Środowiska, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach

** Kopalnia Węgla Brunatnego „Sieniawa” Sp. z o.o. w Sieniawie

mian zalegających piasków i pyłów miocenu występuje pokład węgla brunatnego o skomplikowanym przebiegu. Zjawiska tektoniczne późnego miocenu oraz glacitektoniczne w starszym plejstocenie spowodowały pofałdowanie pokładu węgla brunatnego do postaci szeregu prawie równoległych form antyklinalnych i synklinalnych (siodła i łęków). Wskutek takiego pofałdowania trudno określić precyzyjnie miąższość oraz głębokość zalegania poszczególnych osadów miocenu. Pokrywą osadów miocenu budują twory czwartorzędowe górnego plejstocenu, w podłożu stanowiące 2-3 poziomy glin zwałowych zlodowacenia Wisły, na których występują osady wodnolodowcowe [Lindner i in. 1995, Lindner, Marks 1995]. Gliny zwałowe plejstocenu budują wzgórza morenowe uformowane często nad łękami pokładu węgla brunatnego. Na glinach zwałowych występują piaski: pylaste, gruboziarniste, miejscami ze żwirem i głazami. W dolinach rzecznych występują osady holocenu.

Złoże węgla brunatnego w Sieniawie

Obszar złoża węgla brunatnego okolic Sieniawy znajduje się w dorzeczu Odry, w zlewni Warty i odwadniany jest przez rzekę Obrę z jej lewobrzeźnymi dopływami. Złoże to leży na pograniczu dwóch wielkich jednostek geologicznych: monokliny przedsudeckiej i niecki szczecińskiej.

Złoże węgla brunatnego „Sieniawa” jest jednym z najdłużej znanych i eksploatowanych złóż tej kopaliny, o czym świadczy jego odkrycie ok. 1853 roku i uruchomienie kopalni w roku 1873 [Sieniawa Online 2010].

Po II wojnie światowej Kopalnię Węgla Brunatnego „Sieniawa” uruchomiono w 1950 roku prowadząc wydobywanie systemem filarowym w eksploatacji podziemnej do poziomu wód podziemnych. W roku 1983 wydobywanie węgla brunatnego ze złoża „Sieniawa” osiągnęło maksymalną w historii wartość 209,1 tys. ton, natomiast w latach 1997-2001 Kopalnia Węgla Brunatnego „Sieniawa” została zlikwidowana. Do zakończenia likwidacji w 2001 r., była jedyną podziemną kopalnią węgla brunatnego w Polsce [Bik 2006]. W 2002 roku powstał nowy podmiot gospodarczy Kopalnia Węgla Brunatnego „Sieniawa” Sp. z o.o. kontynuująca wydobywanie węgla brunatnego ze złoża „Sieniawa” lecz metodą odkrywkową. Obecnie z tego złoża wydobywany jest węgiel brunatny wyrobiskiem o głębokości ok. 40 m i powierzchni ok. 12,5 ha, o średniej wartości opałowej powyżej 10 tys. kJ/kg oraz zawartości siarki 0,6-0,8%. Cechą węgla brunatnego ze złoża „Sieniawa” jest zawartość wapnia – średnio 1,85% CaO (w popiele średnio 21,2% CaO) oraz posiadanie cech węgla wylewnego i zawartości prasmoły w stanie suchym ponad 12% [Bik 2006, Izydorczyk 2007].

Występowanie głazów i żwirów w osadach czwartorzędowych Sieniawy

W czwartorzędowych glinach zwałowych górnego plejstocenu zalegających na osadach miocenu i budujących wzgórze morenowe w okolicach Sieniawy często występują głazy narzutowe. Rozmieszczenie tych głazów jest chaotyczne, a średnice są bardzo zróżnicowane i wahają się od kilku centymetrów do ponad 1,5 m. Głazy narzutowe to przede wszystkim granity, gnejsy, kwarcyty, porfiry, dioryty, piaskowce, dolomity, ale również występują krzemienie, najczęściej z niewielką ilością „kory” w postaci wapienia. Krzemienie najczęściej barwy od ciemnoszarej do brązowoczarnej posiadają teksturę zbitą i przełam muszlowy, a jego powierzchnia jest najczęściej matowa.

W piaskach gruboziarnistych i żwirach zalegających na glinach zwałowych w obrębie szczytowych partii wzgórz morenowych występują głazy, głównie skał krystalicznych (granity, dioryty, gnejsy) o średnicy od 0,2 do ponad 0,5 m. W spągu tej warstwy w piaskach gruboziarnistych występują również, pojedynczo lub w skupiskach, konkrecje krzemionkowe (krzemienie) wielkości do kilkunastu centymetrów, przeważnie słabo obtoczone, barwy od jasnoszarej do szaroczarnej. Krzemienie posiadają teksturę zbitą i przełam muszlowy, a jego powierzchnia jest najczęściej błyszcząca.

Metody badań i materiał badawczy

Badania mineralogiczne wykonano rentgenowską metodą dyfrakcyjną (XRD) używając dyfraktometru PW 3040 firmy Panalytical. Stosowano metodę proszkową (DSH), promieniowanie CoK_{α} , z filtrem Fe przy szybkości rejestracji $0,01^{\circ}$ na sekundę. Badania dyfraktometryczne przeprowadzono w Pracowni Rentgenowskiej Zakładu Mineralogii Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Skład mineralny zidentyfikowano na podstawie danych z kartoteki ASTM. Wykorzystano dane wzorcowe ASTM z bazy PDF-4: International Centre for Diffraction Data [2010] sprzężonej z dyfraktometrem programem PCPDFWIN v.2.1 oraz wzorce referencyjne ASTM [Gaweł, Muszyński 1992].

Badania chemiczne dotyczące zawartości metali oznaczono metodą spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-EAS), wykorzystując spektrometr Optima 5300 DV Perkin Elmer [Bzowski, Dawidowski 2000]. Zawartości węgla i siarki w krzemieniach oznaczono analizatorem elementarnym Eltra CS 500 z przystawką do oznaczania węgla nieorganicznego. Badania przeprowadzono w Laboratorium Analizy Odpadów Stałych Zakładu Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.

Krzemienie z piasków szczytów wzgórz morenowych

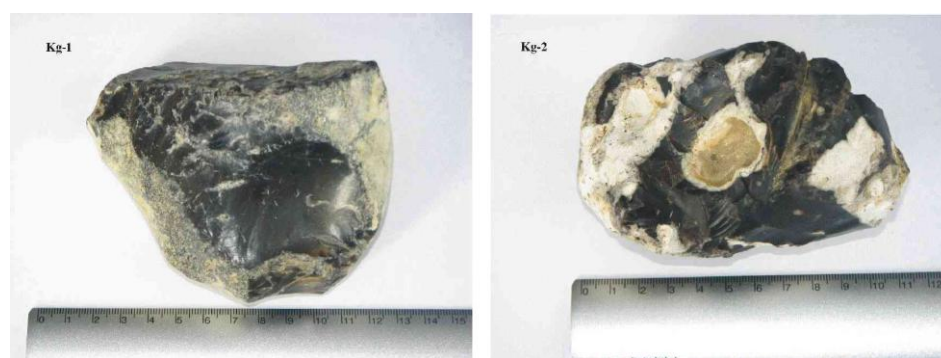
Krzemienie o różnej barwie: jasnobieżowe, jasnoszarobieżowe, szarobieżowe, jasnoszare oraz szare. Barwy krzemieni niejednolite, miejscami pasiaste z przejściem od jasnobieżowego do jasnoszarego poprzez barwy pośrednie. W większości okruchy ostrokrawężyste z widocznymi powierzchniami przełamu muszlowego i „opalizacją” tych powierzchni. Do badań wybrano dwie próbki (fot. 1): Kp-1 – krzemień jasnobieżowy oraz Kp-2 – krzemień jasnoszary.



*Fot. 1. Krzemienie z piasków szczytów wzgórz morenowych
Phot. 1. The flints from sands in moraine heaps*

Krzemienie z warstwy gliny zwałowej

Krzemienie o barwie w przedziale od ciemnoszarej do czarnej, prawie jednolitej barwy, bez pasów, jedynie z nielicznymi jasnoszarymi przebarwieniami. W większości okruchy obtoczone z nielicznymi powierzchniami przełamu muszlowego. Na powierzchni niektórych krzemieni występuje „kora” kalcytowa. Do badań wybrano dwie próbki (fot. 2): Kg-1 – krzemień szary oraz Kg-2 – krzemień czarny.



*Fot. 2. Krzemienie z gliny zwałowej
Phot. 2. The flints in boulder clay*

Wynik badań krzemieni z Sieniawy

Występowanie krzemieni w czwartorzędowych (plejstocęńskich) osadach gruboziarnistych (żwirach) podobnie jak w glinach północno-zachodniej Polski jest rozpoznane. W osadach glacyfluwialnych Cedyni i Chełma Górnego (Pojezierze Myśliborskie) udział krzemieni w żwirze stanowił do 9%, a w wydzielonej frakcji kamienistej (20-60 mm) z gliny glacialnej od 1,5 do 3% [Górska-Zabielska, Pisarska-Jamroży 2008]. Krzemienie w osadach plejstocęńskich nie były szczególnym obiektem zainteresowania, ponieważ nie zaliczane są zarówno do eratyków przewodnich jak i wskaźnikowych [Górska 2007].

Badania mineralogiczne

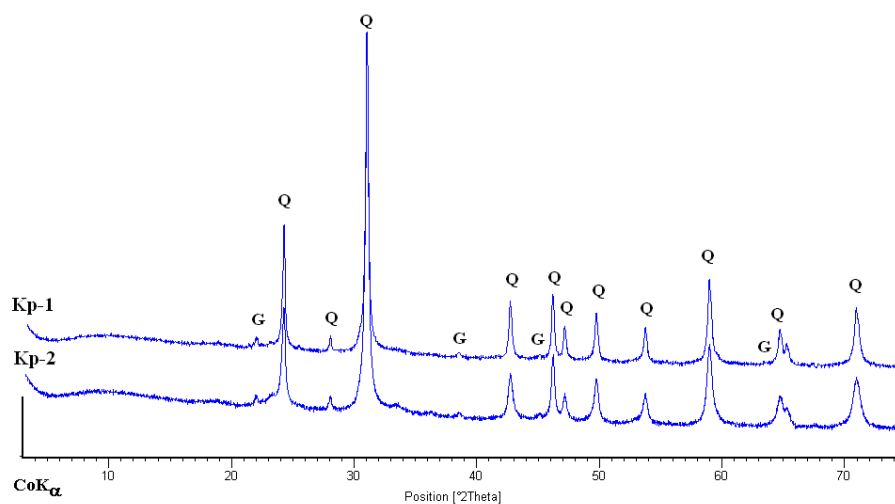
Przeprowadzone badania mineralogiczne wykazały, że krzemienie z piasków szczytów wzgórz morenowych składają się przede wszystkim z drobnoziarnistego autogenicznego kwarcu, trudno identyfikowanej ilości amorficznego chalcedonu oraz śladowej ilości goethytu. Obie badane próbki: Kp-1 i Kp-2 bez względu na barwę wykazywały bardzo podobny skład mineralny (rys. 1). Natomiast krzemienie z warstwy gliny zwałowej poza wymienionymi składnikami zawierały prawdopodobnie moganit (odmiana kwarcu), a próbka Kg-2 również kalcyt (rys. 2). Występowanie kalcytu związane jest nie tyle z obecnością „kory” węglanowej (usunięto na etapie przygotowania próbek), lecz z wystąpieniem kalcytu w formie wtrąceń i naskorupień na płaszczyznach przełamów. Natomiast analiza zarówno obecności jak i ilości moganitu w badanych krzemieniach, ze względu na obecność faz amorficznych jest znacznie utrudniona.

Badania mineralogiczne wskazują, że skład mineralny krzemieni pochodzących z osadów czwartorzędu w okolicy Sieniawy zbliżony jest do typowych odmian krzemieni [Turnau-Morawska 1954, Łydka 1985]. Miejsce ich występowania oraz skład mineralny sugerują, że są to krzemienie mezozoiczne, najlepiej rozpoznane w utworach kredy i jury w południowej i środkowej Polsce.

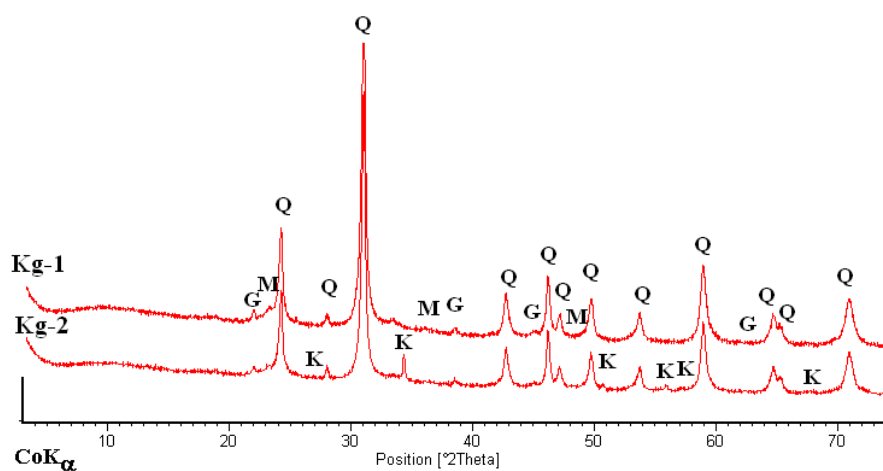
Krzemienie rozpoznano również w węglanowych i marglowych utworach górnej kredy i górnej jury północno-zachodniej Polski [Dalczak-Calikowska 1983, Jaśkowiak-Schoeneichowa, Raczyńska 1983]. Analiza zasięgu osadów górnego miocenu wskazuje, że teren północno-zachodniej Polski należy do obszarów denudowanych w tym okresie. W okresie późnego pliocenu, osady kredy i jury rejonu Szczecin-Kołobrzeg tworzą podłoże dla plejstocęńskiej erozji glacialnej [Stankowski 1996].

W związku z tym można przypuszczać, że badane krzemienie mogą pochodzić z utworów węglanowych kredy i/lub jury występujących w północno-zachodniej Polsce lub w rejonie na północ od wybrzeża (dno Bałtyku). W przypadku krzemieni z piasków szczytów wzgórz morenowych takie pochodzenie sugeruje krótką drogę transportu (ostrokrawędzistość) z równoczesnym znacznym wpływem wody na rozprowadzanie skał węglanowych otaczających krze-

mienie (brak „kory”). Natomiast w przypadku krzemieni z gliny zwałowej obecność „kory” może być wynikiem krótkiego transportu z rejonu północno-zachodniego w masie ilasto-pylastej glin, z ograniczonym udziałem wody.



Rys. 1. Dyfratogramy krzemieni z piasków wzgórz morenowych
Fig. 1. The X-ray diffractograms of flints from sands in moraine heaps



Rys. 2. Dyfratogramy krzemieni z gliny zwałowej
Fig. 2. The X-ray diffractograms of flints from boulder clay

Badania chemiczne

Badania chemiczne wykazały, że krzemienie z piasków szczytów wzgórz morenowych zawierały 0,17 i 0,19% węgla całkowitego, a krzemienie z gliny zwałowej – 0,24 i 0,54% $C_{\text{całk}}$. W krzemieniu Kg-2, który zawierał kalcyt stwierdzono 0,18% węgla nieorganicznego, co po przeliczeniu stanowi 1,5% CaCO_3 . Krzemienie nie zawierały siarki powyżej 0,003% oraz charakteryzowały się bardzo zróżnicowaną zawartością węgla organicznego – od 0,15% w próbce Kp-1 do 0,36% w krzemieniu Kg-2 (tab. 1).

Tab 1. Zawartości węgla i metali w krzemieniach osadów czwartorzędowych okolic Sieniawy

Tab 1. Carbon and heavy metals contents in the flints from Quaternary sediments near Sieniawa

Nr próbki	Kp-1	Kp-2	Kg-1	Kg-2
%				
C – całkowity	0,17	0,19	0,24	0,54
C – organiczny	0,15	0,19	0,23	0,36
mg/kg [ppm]				
Fe	1058	215	463	7558
Mn	9	2	3	426
Sr	5	8	5	11
Ti	20	20	24	32
Zn	35	27	49	34

Podjęto próbę oznaczenia zawartości metali w badanych krzemieniach. Obecności takich metali jak kobalt, chrom, ołów, miedź i nikiel powyżej 1 mg/kg (ppm) nie stwierdzono. Zawartości żelaza, manganu, strontu, tytanu i cynku w badanych krzemieniach zestawiono w tabeli 1. Trudno jest jednoznacznie wyznaczyć, które z badanych metali mogą być związane z genezą krzemieni, ich wiekiem lub taką cechą jak barwa i jej strefowe zmiany.

Podsumowanie

W czwartorzędowych glinach zwałowych oraz piaskach gruboziarnistych występujących na tych glinach w nadkładzie pokładu węgla brunatnego w okolicy Sieniawy występują pojedynczo lub w skupiskach, konkrety krzemionkowe (krzemienie) wielkości do kilkunastu centymetrów, przeważnie słabo obtoczone, barwy od jasnoszarej do szaroczarnej.

Badania mineralogiczne tych krzemieni wykazały, że składają się przede wszystkim z drobnoziarnistego autogenicznego kwarcu, trudno identyfikowanej ilości amorficznego chalcedonu oraz śladowej ilości goethytu. Krzemienie

z gliny zwałowej poza wymienionymi składnikami zawierają prawdopodobnie moganit (odmiana kwarcu) oraz kalcyt. Analiza obecności jak i ilości goethytu i moganitu w badanych krzemieniach, ze względu na obecność faz amorficznych jest znacznie utrudniona.

Badania chemiczne wykazały, że krzemienie zawierają od 0,15 do 0,36% węgla organicznego oraz w ilościach śladowych takie metale jak mangan, stront, tytan i cynk. Trudno jest jednoznacznie wyznaczyć, które z badanych metali mogą być związane z genezą krzemieni, ich wiekiem lub taką cechą jak barwa i jej strefowe zmiany.

Badane krzemienie mogą pochodzić z utworów węglanowych kredy i/lub jury występujących w północno-zachodniej Polsce lub w rejonie na północ od wybrzeża (dno Bałtyku). Świadczyć o tym może analiza zasięgu osadów kredy i jury rejonu Szczecin-Kołobrzeg w późnym pliocenie oraz udokumentowane występowanie krzemieni w utworach węglanowych i marglach.

Literatura

1. BIK A.: *Spoglądamy w przyszłość przez pryzmat środowiska naturalnego*. Węgiel brunatny, vol. 54, nr 1, poz. 7, 2006
2. BZOWSKI Z., DAWIDOWSKI A.: XRD-XRF-ICP Analytic system in ecochemical assessment of industrial soil. In Proc.1st Inter. Conf. „Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas” (SUITMA). Essen, Germany 2000, vol.1; 189-193
3. DALCZAK-CALIKOWSKA K. *Jura środkowa i górna*. Przewodnik LV Zjazdu PTGeol Szczecin 1983, 107-114
4. GAWĘŁ A., MUSZYŃSKI M.: *Tablice do identyfikacji minerałów metodą rentgenograficzną*. Wyd. AGH Kraków 1992
5. GÓRSKA M.: *Eratyki skandynawskie – metodyka i interpretacja*. W: „Badania cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku”. Wyd. Szkoły Wyższej Przymierza Rodzin, Warszawa 2007; 75-82
6. GÓRSKA-ZABIELSKA M., PISARSKA-JAMROŹY M.: *Zróźnicowanie petrograficzne plejstocenijskich osadów Pojezierza Myśliborskiego na przykładzie żwirów z Chelma Górnego i Cedyni*. Przegląd Geologiczny vol. 56, nr 4, 2008, 317-321
7. IZYDORCZYK H.: *Kopalnia Sieniawa: ekonomia i ekologia*. Węgiel brunatny, vol. 60, nr 3, poz. 3, 2007
8. JCPDS.: International Centre for Diffraction Data (ICDD) for PCPDFWIN v.1.30, 1997

9. JAŚKOWIAK-SCHOENEICHOVA M., RACZYŃSKA A.: *Rozwój sedymentacji osadów kredowych na obszarze Szczecin-Kołobrzeg*. Przewodnik LV Zjazdu PTGeol Szczecin 1983, 115-131
10. KONDRACKI J.: *Geografia fizyczna Polski*. PWN Warszawa 2002
11. LINDNER L., DZIERŻEK J., LAMPIARSKI Z., MARKS L., NITYCHORUK J.: *Zarys stratygrafii czwartorzędu Polski; główne poziomy osadów glacialnych i interglacialnych oraz ich rozprzestrzenienie*. Przegląd Geologiczny, vol. 43, nr 7, 586-591; 1995
12. LINDNER L., MARKS L.: *Zarys paleogeomorfologii obszaru Polski podczas zlodowaceń skandynawskich*. Przegląd geologiczny, vol. 43, nr 7, 591-594; 1995
13. ŁYDKA K.: *Petrologia skal osadowych*. Wyd. Geol. Warszawa 1985
14. PDF-4.: International Centre for Diffraction Data (ICDD) for PCPDFWIN v.2.1., 2010
15. Sieniawa Online – serwis internetowy Kopalni Węgla Brunatnego „Sieniawa” Sp. z o.o.; http://www.sieniawa.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3&Itemid=9
16. STANKOWSKI W.: *Wstęp do geologii kenozoiku*. Wyd. Nauk. UAM Poznań 1996

FLINTS IN QUATERNARY OVERBURDEN OF THE BROWN COAL BED IN SIENIAWA

Summary

In the paper, geological conditions and characteristics of found flints originated from sands and boulder clay are presented. Flints are present in Quaternary overburden of the brown coal bed in Sieniawa, Poland and they consist of fine-grained authigenic quartz, hard to identify amount of amorphous chalcedon and trace amounts of goethite and possibly moganite. Flints contain from 0,15 to 0,36% of total organic carbon and trace amount of metals such as manganese, strontium, titanium and zinc. Presumably, investigated flints may origin from Jurassic and/or Cretaceous carbonate formations occurring in the North-Western parts of Poland or in the region due north from polish coast line (bottom of the Baltic Sea).

Key words: flints, Quaternary, researches