

PRACE
PAŃSTWOWEGO
INSTYTUTU
GEOLOGICZNEGO

Grzegorz J. Nowak

*Węgiel kamienny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego
w obrazach mikroskopowych*

*Bituminous coal of the Lower Silesian Coal Basin
in microscopic images*

Tom 197

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2012

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	5
Charakterystyka geologiczna Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego	6
Zarys budowy geologicznej	6
Tektonika i wulkanizm	8
Środowiska akumulacji pokładów węgla	8
Stopień uwęglenia	9
Złoża węgla i ich jakość	10
Metan pokładów węgla	11
Metodyka badań petrograficznych węgla	12
Petrografia węgla kamiennego	13
Litotypy	13
Maceraty	13
Grupa wityrytu	15
Grupa liptynytu	16
Grupa inertynytu	17
Materia mineralna	18
Mikrolitotypy i karbomineryty	19
Zarys petrografii węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego	19
Formacja z Wałbrzycha	20
Formacja z Żaclerza	21
Literatura	22
Summary	25
Tablice	27

Grzegorz J. NOWAK
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Dolnośląski
ul. Jaworowa 19
53-122 Wrocław
e-mail: grzegorz.nowak@pgi.gov.pl

Abstrakt. W pracy zaprezentowano w formie tablic fotograficznych składniki mikroskopowe – macerały i mikrolitotypy występujące w węglu kamiennym Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW). Dolnośląski węgiel kamienny reprezentuje osady górnego karbonu; występuje w obrębie dwóch jednostek litostratygraficznych – formacji z Wałbrzycha i formacji z Żaclerza. Przemysłowa, podziemna eksploatacja węgla ostatecznie zakończyła się z końcem lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Praca składa się z dwóch części – opisowej oraz ilustracyjnej zawierającej 24 tablice fotograficzne. Część tekstowa wprowadza czytelników w niektóre aspekty

geologii DZW, metodykę badań petrologicznych węgla, a także pokrótce charakteryzuje litotypy węgla, przedstawia klasyfikację macerałów grup wityrynytu, liptynytu i inertynyty oraz mikrolitotypów węgla kamiennego. Końcowy rozdział zawiera najważniejsze informacje na temat petrografii dolnośląskiego węgla kamiennego. W części ilustracyjnej zaprezentowano typowe dla węgla DZW macerały grup wityrynytu, liptynytu i inertynyty oraz mikrolitotypy (w sumie 138 mikrofotografii), a także jedną tablicę pokazującą miospory z karbońskich roślin węglotwórczych.

Słowa kluczowe: węgiel kamienny, petrografia węgla, macerały, mikrolitotypy, karbon, Dolnośląskie Zagłębie Węglowe.

WPROWADZENIE

W pracy zaprezentowano fotografie ujawniające macerały i mikrolitotypy węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. Dolnośląskie Zagłębie Węglowe wypełniają osady karbońskie dwóch litostratygraficznych jednostek węglonośnych: formacji z Wałbrzycha i formacji z Żaclerza, które jeszcze do niedawna były głównymi seriami złożowymi zagłębia. Praca składa się z tekstu objaśniającego oraz tablic fotograficznych, które stanowią jej zasadniczą część. Dwadzieścia trzy tablice zawierają mikrofotografie przedstawiające macerały i mikrolitotypy dolnośląskiego węgla kamiennego, a tablica 24 – występujące w nich miospory. W części opisowej wprowadzono czytelnika w podstawowe aspekty geologii Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW), omówiono także zagadnienia dotyczące facji węglowych pokładów węgla w DZW oraz procesy mające wpływ na zróżnicowanie stopnia uwęglenia i przeobrażenia termicznego

węgla. Praca nie pretenduje do roli podręcznika petrografii węgla i z założenia pomija wiele jej aspektów. Jednak ze względu na jej charakter konieczne było przedstawienie podstawowych informacji dotyczących metodyki badań petrograficznych węgla oraz umieszczenie skróconych opisów macerałów i mikrolitotypów, przy tworzeniu których ograniczono się tylko do tych mikroskładników, które występują w dolnośląskim węglu kamiennym. Ta część pracy została oparta na ostatnich dokonaniach w tym aspekcie członków Międzynarodowego Komitetu Petrologii Węgla i Materii Organicznej (*International Committee for Coal and Organic Petrology*) (ICCP, 1998, 2001) oraz na danych zawartych w fundamentalnych już dziełach z tego zakresu, opracowanych przez zespoły międzynarodowych specjalistów (Stach i in., 1982; Taylor i in., 1998).

Mimo że węgiel jest jedną z najważniejszych kopalin naszego kraju, w polskiej literaturze naukowej atlasy petrograficzne węgli należą do rzadkości. I chociaż prezentowana praca z formalnego punktu widzenia nie jest atlasem, to jej struktura i zakres zostały tak opracowane, aby spełniać zadanie przypisane właśnie atlasom petrograficznym. *Węgiel kamienny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego w obrazach mikroskopowych* stanowi obok czterech innych tego typu publikacji (Olszewska i in., 1965; Jasieńko i in., 1997; Kwiecińska, Wagner, 2001; Wagner i in., 2008) jedną z nielicznych pozycji w polskiej literaturze geologicznej. Inny charakter prezentuje *Atlas petrograficzny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego* (Jurczak-Drabek, 1996), który jest zbiorem map.

Do opracowania niniejszej pracy posłużyła unikatowa już dzisiaj kolekcja preparatów mikroskopowych węgla ka-

miennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zamierzeniem autora było przedstawienie bogactwa petrograficznego tego węgla, co nabiera szczególnego znaczenia wzięwszy pod uwagę fakt zaprzestania eksploatacji w DZW. Oddawana do rąk Czytelników publikacja może stanowić zarówno pozycję poznawczą dotyczącą węgli dolnośląskich, jak i edukacyjną, pomocną do nauki petrografii węgla studentom geologii i innych kierunków studiów. Z doświadczeń i dokonań petrologii węgla wyrosła inna dyscyplina nauk geologicznych – petrologia organiczna, której obiektem badań jest materia organiczna (macerały i inne jej odmiany nieznanne z węgla) rozproszona w skałach osadowych, które nierzadko mogą być skałami macierzystymi dla węglowodorów. Dla tej dyscypliny przydatność niniejszej pracy może się ujawnić podczas oznaczania materiału organicznego obecnego w osadach.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA DOLNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Dolnośląskie Zagłębie Węglowe jest usytuowane w województwie dolnośląskim. Obejmuje obszar 350 km² i jest położone w obrębie największej jednostki geologicznej Sudetów Środkowych – depresji śródsudeckiej, stanowiąc jej północną część, położoną w granicach Polski, ograniczoną wychodniami utworów górnego karbonu. Depresję śródsudecką okalają następujące jednostki geologiczne: metamorficzna okrywa Karkonoszy, epimetamorfik Gór Kaczawskich, depresja Świebodzic, blok gnejsowy Gór Sowich, struktura bardzka i metamorfik kłodzki. Na południu, poza granicami Polski, depresja śródsudecka graniczy z utworami płyty podkarkonoskiej i osadami górnej kredy rowu Hronowa. Powstanie depresji śródsudeckiej jest związane z orogenezą waryscyjską, a jej ostateczne ukształtowanie jest wynikiem ruchów późnoalpejskich. Depresja śródsudecka rozprzestrzenia się na zróżnicowanym podłożu. DZW reprezentuje zagłębie typu śródgórskiego. Kopalnie węgla kamiennego, działające tu do 1999 r., usytuowane były w okolicach Wałbrzycha i Nowej Rudy.

Najstarszymi utworami wypełniającymi depresję są osady dolnokarbońskie. Ponad nimi w profilu występują utwory węglonośne górnego karbonu. Obszar występowania w depresji śródsudeckiej górnokarbońskich osadów produktywnych tworzy Dolnośląskie Zagłębie Węglowe, które do końca ubiegłego stulecia miało znaczenie dla przemysłowej eksploatacji węgla kamiennego i antracytów. Utwory górnego karbonu odsłaniają się w postaci zwartej pasa wzdłuż południowo-zachodniego, północno-zachodniego i północno-wschodniego skrzydła depresji śródsudeckiej, tworząc nieprzerwane pasmo od Lubawki po okolice Nowej Rudy (fig. 1), mimo że ich akumulacja odbywała się w lokalnych, niezależnych basenach (nieckach). Utworzyły się w nich osady charakteryzujące się zróżnicowaną miąższością i węglonośnością. Na obszarze DZW można wyróżnić trzy główne rejonu: zachodni – obszar żaclerski (w granicach Polski obejmujący okolice Lubawki), północno-zachodni – wałbrzyski i wschodni – noworudzki (włącznie z jego południową częścią, którą stanowi rejon słupiecki).

mujący okolice Lubawki), północno-zachodni – wałbrzyski i wschodni – noworudzki (włącznie z jego południową częścią, którą stanowi rejon słupiecki).

Profil osadów górnego karbonu w zagłębiu zawiera wyraźnie zróżnicowane pod względem cech litologicznych, teksturalnych, a także składu materiału klastycznego, barwy oraz treści paleontologicznej kompleksy uznane za nieformalne jednostki litostratygraficzne (Nemec i in., 1982; Bossowski i in., 1995; Bossowski, Ilnatowicz, 2006). Profil utworów górnokarbońskich DZW jest zbudowany z osadów klastycznych, reprezentowanych przez różnoziarniste piaskowce, mułowce i łupki ilaste, a miejscami także przez zlepińce (fig. 2). Zabarwione na szaro osady produktywnego karbonu zawierają pośród wymienionych tu odmian litologicznych węgiel kamienny, który najczęściej występuje w profilu w formie pokładów i wkładek. Ich liczba jest zróżnicowana nie tylko w poszczególnych jednostkach litostratygraficznych, ale i w różnych rejonach zagłębia. Utwory górnego karbonu w depresji śródsudeckiej wykazują wzajemne podobieństwo zarówno po stronie polskiej, jak i czeskiej (Tasler red., 1979; Bossowski, Nowak, 1995).

Najstarszymi utworami węglonośnymi karbonu są dolnonamurskie¹ osady formacji z Wałbrzycha (dawniej w literaturze używane było określenie warstwy wałbrzyskiej). Zasięg przestrzenny omawianej formacji jest obecnie niewielki. Rozwinęła się tylko lokalnie w północnym skrzydle basenu. Osady tej jednostki litostratygraficznej występują w rejonie Wałbrzycha i Nowej Rudy (fig. 1). Wiek tych utworów w wałbrzyskiej części zagłębia udokumentowano badaniami palinologicznymi na dolny namur A oraz dolny namur B (Górecka, 1962, 1969). Natomiast Krawczyńska-Grochol-

¹ Autor zdecydował się na stosowanie tradycyjnego podziału stratygraficznego ze względu na jego powszechne użycie i mocne zakorzenienie w praktyce geologicznej.

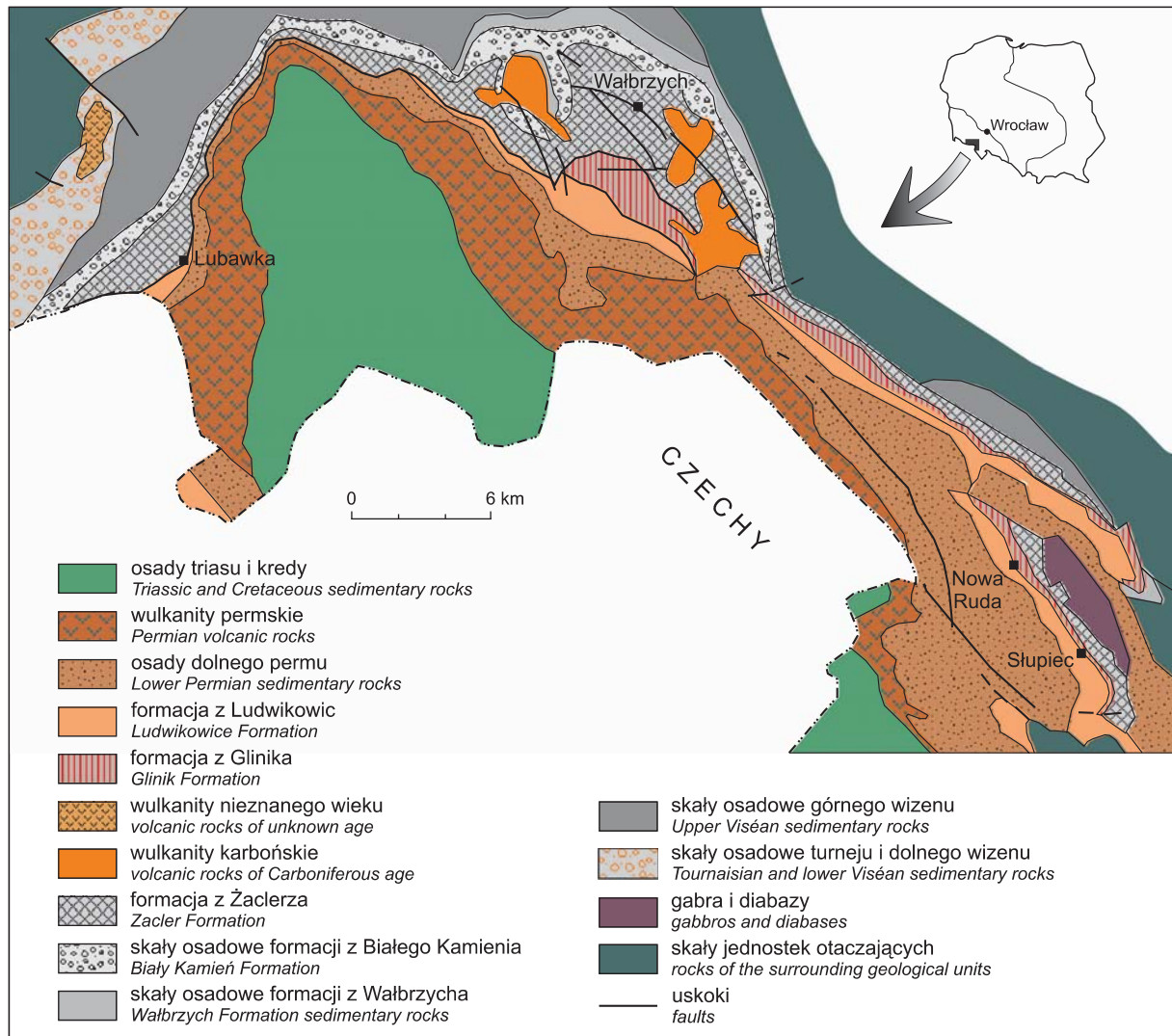


Fig. 1. Uproszczona mapa geologiczna Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (wg Bossowskiego i Ihnatowicza, 2006)

Simplified geological map of the Lower Silesian Coal Basin
(after Bossowski, Ihnatowicz, 2006)

ska (1966) na podstawie badań palinostratygraficznych określiła wiek osadów z obszaru noworudzkiego na dolny namur A, a z jego północno-zachodniego skraju – na górny namur A. Pod względem litologicznym formacja ta złożona jest z różnoziarnistych piaskowców, mułowców i łupków ilastych przeławicających się z pokładami węgla kamiennego, a miejscami (głównie w dolnej części profilu) spotyka się zlepienie. W obszarze wałbrzyjskim stwierdzono występowanie 29 pokładów węgla, natomiast w rejonie Nowej Rudy – 32 pokłady. Miąższość osadów omawianej formacji osiąga 300 m w rejonie wałbrzyjskim i przekracza tę liczbę w rejonie noworudzkiem. Depozycja utworów formacji z Wałbrzycha zachodziła w środowisku aluwialnej równiny rzek meandrujących (Nemec, 1984; Bossowski i in., 1995).

Osady formacji z Wałbrzycha od następnej serii produktywnej – formacji z Żaclerza (warstwy żaclerskie) – rozdziela niemal całkowicie płonna formacja z Białego Kamienia (warstwy białokamięskie), reprezentująca namur B,

C i najniższy westfal A (Górecka, 1968, 1969). W budowie tej jednostki dominują utwory gruboklastyczne – zlepienie, związane z sedimentacją w obrębie stref korytowych środowiska aluwialnego (Bossowski i in., 1995; Kurowski, 1996, 1998). Wśród osadów tej formacji występują jedynie dwa pokłady węgla kamiennego, powstałe w wyniku czasowego wygaszania aktywności obszarów alimentacyjnych. W okolicach Wałbrzycha miąższość formacji z Białego Kamienia może miejscami przekraczać nawet 300 m, podczas gdy w rejonie Nowej Rudy sporadycznie osady tej jednostki wykazują miąższość ponad 50 m. W stropie utwory tej jednostki przechodzą w gruby kompleks osadów węglonośnych formacji z Żaclerza, wiekowo reprezentując westfal A–C (Górecka-Nowak, 1988, 1995).

Miąższość osadów formacji z Żaclerza ulega znacznym wahaniom – 750 m w okolicach Lubawki i 900 m w rejonie wałbrzyjskim (fig. 2). Natomiast ku wschodowi, gdzie sedimentacja utworów tej jednostki miała miejsce na obszarze

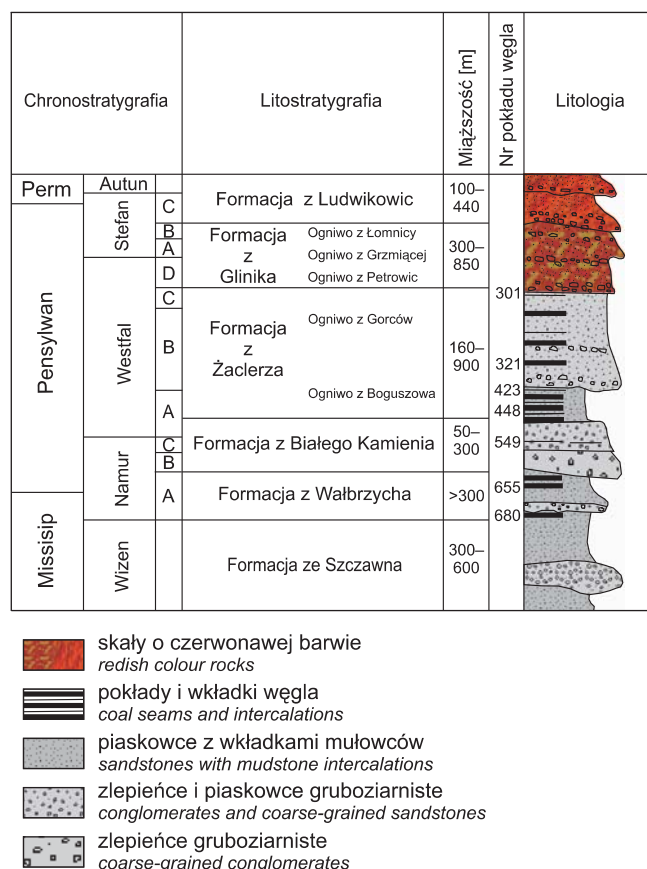


Fig. 2. Podział litostratygraficzny osadów w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym

Lithostratigraphic division of Carboniferous sedimentary rocks in the Lower Silesian Coal Basin

dwóch różnych niecek – noworudzkiej i słupieckiej, wynosi odpowiednio 430 i 160 m. W obrębie formacji z Żaclerza obserwuje się wzrost wielkości ziarna utworów klastycznych budujących tę jednostkę w górę jej profilu (por. Dziedzic, 1965, 1966, 1971; Mastalerz, 1996). Dolna część formacji rozwinęła się głównie jako osady drobnoklastyczne z pokładami węgla i określana jest jako ogniwo z Boguszowa (warstwy żaclerskie dolne). Górna część profilu formacji, tworząca ogniwo z Gorców (warstwy żaclerskie górne), składa się z utworów bardziej gruboklastycznych, wśród których występują pokłady węgla. Sedymentacja osadów formacji z Żaclerza reprezentuje urozmaicony zespół środowisk rzecznych: od utworów korytowych do pozakorytowych – wały brzegowe, równie zalewowe (Bossowski i in., 1995; Mastalerz, 1996; Bossowski, Ichnatowicz, 2006).

Miąższe sekwencje płonnych osadów składających się z piaskowców, zlepieńców i mułowców formacji z Glinika i formacji z Ludwikowic występują ponad utworami węglonośnymi, uzupełniając profil górnego karbonu w DZW. Ponad nimi zalegają młodsze osady, głównie permskie, triasowe i kredowe.

TEKTONIKA I WULKANIZM

Skomplikowana budowa geologiczna Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego bezpośrednio powodowała, że warunki eksploatacji górniczej węgla kamiennego należały tu do bardzo trudnych. Wynikało to z urozmaiconej tektoniki (fałdowej i blokowej), jak i powszechnie występujących ciał wulkanicznych i subwulkanicznych. W sensie tektonicznym depresja śródsudecka stanowi właściwie synklinorium. Na obszarze DZW obserwuje się zmienność zalegania warstw oraz ich zaburzenia tektoniczne. Na znaczącym obszarze zagłębia osady węglonośne zwykle zapadają pod kątem 15–35°, a jedynie lokalnie bywają silnie zaburzone. Bardziej strome upady obserwowane są np. w synklinie Gorców, w sąsiedztwie masywu Chełmca (do 60°) czy dalej ku wschodowi w dawnym polu Bolesław oraz w pobliżu kontaktu z blokiem Gór Sowich.

Rejon DZW cechuje obecność licznych uskoków, tworzących dwa główne systemy. Pierwszy z nich reprezentuje dyslokacje o generalnym kierunku sudeckim, czyli NW–SE, o znacznych zrzutach, który w bezpośrednim sąsiedztwie Gór Sowich zmienia się na NNW–SSE. Uskoki reprezentujące ten system cechują się znacznymi zrzutami. Uskok o kierunku równoleżnikowym (Bossowski, 1995) i mniejszych zrzutach reprezentują drugi system.

Na obszarze Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego występują kompleksy wulkaniczne. Tworzą one łańcuch ciał wulkanicznych biegnący niemal równolegle do osi depresji śródsudeckiej. Ich powstanie wiąże się z trzema etapami karbońskiej i permskiej aktywności wulkanicznej. Najstarsze efekty takiej działalności na omawianym terenie datuje się na wczesny karbon i są związane z najwcześniejszymi stadiami tektonicznego otwarcia depresji (Dziedzic, 1980a, b, 1986, 1998). Następna faza działalności wulkanicznej przypada prawdopodobnie na późny westfal i stefan. Jej zasięg ogranicza się głównie do rejonu wałbrzyskiego DZW, a efektem działalności wulkanicznej tej fazy są m.in. lakkolit Chełmca oraz kompleks pokryw lawowych, sill i dajek. Trzeci epizod silnej działalności wulkanicznej (typu efuzywno-erupcyjnego) przypadł na wczesny perm (Kozłowski, 1958, 1963; Nowakowski, 1968; Nemeč i in., 1982). Chemizm skał wulkanicznych jest zróżnicowany, chociaż głównie są to skały kwaśne i obojętne. W dwóch pierwszych etapach wulkanizmu tworzyły się riodacyty i andezyty, podczas gdy riolity i trachyandezyty powstały w drugim i trzecim etapie (Aw-dankiewicz, 1999a, b).

ŚRODOWISKA AKUMULACJI POKŁADÓW WĘGLA

W karbonie miały miejsce ważne wydarzenia związane z formowaniem węgla. Na półkuli północnej, na połączonych kontynentach Europy i Ameryki, czyli tzw. Euroameryce, panował ciepły i wilgotny klimat sprzyjający bujnemu rozwojowi roślinności. W takich warunkach klimatycznych doszło na tym obszarze do powstania górnokarbońskich formacji węglonośnych, których reprezentantem są także złoża węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Obszarem powstawania węgla są torfowiska występujące w obrębie środowiska bagiennego. Jego cechą charakterystyczną jest duża wilgotność, wręcz nadmiar wody. Wyróżnia się dwa typy torfowisk karbońskich – limniczny i paraliczny. Limniczne złoża węgla utworzyły się w torfowiskach występujących na obszarach o powolnym tempie subsydencji, które były izolowane od wpływów morskich. Natomiast złoża węgla torfowisk paralicznych tworzyły się w warunkach ich hydrologicznego powiązania z morzem, o czym świadczy obecność horyzontów i wkładek pochodzenia morskiego. Węgiel został utworzony z roślinności porastającej obszar torfowiska wskutek jej nagromadzenia i zmian, jakim podlegała przez miliony lat – kompresji, różnego rodzaju przeobrażeniom i dekompozycji w warunkach wysokiej wilgotności i ograniczonego dostępu tlenu. Typ roślin węglotwórczych i ich części, poziom zwierciadła wody, warunki geochemiczne torfowiska (wartości pH i Eh), klimat i inne czynniki znajdują odzwierciedlenie w składzie petrograficznym węgla. Materiał węglotwórczy, składający się z fragmentów dużych drzew, krzewów, roślinności zielnej, traw, roślin wodnych i mikroorganizmów, podlegał różnym procesom niszczącym, które miały wpływ na stan jego zachowania, co również znalazło odbicie w późniejszej kompozycji macerałowej węgla. Do torfowiska były doprowadzane także składniki nieorganiczne. Były one tam wprowadzane wraz z osadami pochodzenia wodnego, eolicznego lub pochodziły z pierwiastków potrzebnych roślinom żyjącym w torfowisku do właściwego rozwoju i egzystencji. Po obumarciu i dekompozycji flory komponenty nieorganiczne pozostawały w torfowisku. Niektóre pierwiastki tworzyły ze sobą związki i minerały. Inne składniki nieorganiczne potrzebne florze węglotwórczej mogły pochodzić z samego torowiska, np. osadów pokrywających dno torfowiska (muł denny), lub były wprowadzone przez spływy, bądź były to pierwiastki rozpuszczone w wodach torfowiska, a także mogły być przyniesione do zbiornika przez wiatr, np. piasek, popioły i pyły. Przez miliony lat pogrzebanie, kompresja nadkładu skał nieorganicznych oraz czynniki termiczne pochodzące z głębi Ziemi, jak i te, których źródłem były wulkany, spowodowały przemianę organicznej materii węglotwórczej i niewielkiej domieszki składników nieorganicznych w ekstremalnie skomplikowaną skałę osadową, jaką jest węgiel.

Powstanie dolnośląskich złóż węgla kamiennego było możliwe dzięki panującym w karbonie warunkom paleośrodowiskowym, sprzyjającym rozwojowi flory węglotwórczej. Nieodzowne były również odpowiednie warunki geologiczne, pozwalające na zgromadzenie znacznej ilości materiału roślinnego i następnie jego przeobrażenie w węgiel kamienny w wyniku procesów diagenety i uwęglenia. Górnokarboński węgiel kamienny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego utworzył się w warunkach torfowiska limnicznego (czy właściwie limnofluwialnego). W sensie geologicznym DZW jest typem zagłębia śródgórskiego. Niemal wyłącznie występuje w nim węgiel humusowy, a jedynie sporadycznie spotykano tu węgiel sapropelowy (Nowak, 1991).

Środowiska akumulacji pokładów węgla na obszarze DZW zostały dobrze rozpoznane w wyniku licznych prac poświę-

conych tej tematyce, zapoczątkowanych z końcem lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia (Mastalerz, Smyth, 1988; Mastalerz, 1992; Mastalerz, Wilks, 1992; Nowak 1994a, b, 1995a, b, c, 1996, 1997a, b, 1998, 2000, 2001, 2004; Górecka-Nowak, Nowak, 1998, 1999, 2000; Nowak, Górecka-Nowak, 1999; Górecka-Nowak, 2002). Większość tych prac bazuje na wynikach badań petrologicznych (analizy macerałów i mikrolitotypów) oraz ich interpretacji facjalnej, a w kilku zastosowano również wyniki analiz palinologicznych.

Badania facjalne węgla Zagłębia Dolnośląskiego wskazują na zróżnicowane środowiska ich akumulacji. Geneza węgla związana jest z torfowiskami, które rozwijały się z dala od morza, na rzecznych równiach zalewowych. W większości były to torfowiska typu leśnego (Nowak, 1994b, 1996, 1998, 2000), pod względem hydrologicznym reprezentujące torfowiska reotroficzne, gdzie wegetacja roślinna odbywała się w warunkach wysokiego stanu wód, w stagnującej wodzie. Dominującą grupę roślin węglotwórczych, rozpoznanych na podstawie badań palinologicznych, stanowiły widłaki drzewiaste z grupy lepidodendronów (Górecka-Nowak, Nowak, 1999, 2000; Nowak, Górecka-Nowak, 1999). Biorąc pod uwagę skład macerałów, węgiel utworzony w takim środowisku charakteryzuje się dominacją wityrynytu nad macerałami grup inertynitu i liptynytu, tworząc petrologiczną fację wityrynitowo-fuzynitową (Nowak, 1996, 1997a, b, 2000). Innym, rzadszym środowiskiem powstania węgla dolnośląskich były torfowiska ombrotroficzne, o wypukłej powierzchni i niskim poziomie wód gruntowych, zasilane wyłącznie wodami opadowymi. Na ich obszarze przeważały widłaki zielne i subdrzewiaste (Górecka-Nowak, Nowak, 1999, 2000; Nowak, Górecka-Nowak, 1999). Dla tego typu torfowisk charakterystyczna jest petrologiczna facja densosporynitowa, wykazująca niższą w stosunku do węgla facji wityrynitowo-fuzynitowej zawartość wityrynytu, przy podwyższonym udziale liptynytu i inertynitu (Nowak, 1996, 1997a, b, 2000). Cechą diagnostyczną tej facji jest obecność densosporynitu – krassisporynitu, o charakterystycznym owalnym kształcie. Część węgla zagłębia powstała także w środowiskach mieszanych, w których obok widłaków stwierdzono wysoki udział kalamitów i paproci (Nowak, 1996, 1997a, b, 1998, 2000; Górecka-Nowak, Nowak, 1999, 2000; Nowak, Górecka-Nowak, 1999). W przypadku węgla o podwyższonej zawartości materii organicznej można mówić o facji węgla zanieczyszczonej materią mineralną (Nowak, 2000).

STOPIEŃ UWĘGLENIA

Od momentu, gdy organiczny materiał węglotwórczy zostanie przykryty nieorganicznymi warstwami nadkładu, wszelkie zmiany, jakie zachodzą w materii organicznej przy przejściu od torfu poprzez węgiel brunatny do węgla kamiennego, odbywają się pod wpływem temperatury i ciśnienia. Przemiany diagenetyczne i metamorfizm roślinnej materii organicznej, które prowadzą do jej przeobrażenia w węgiel, nazywane są uwęgleniem. Proces ten polega na zmniejszaniu się zawartości tlenu i wodoru, przy jednoczesnym

Tabela 1

Zawartość pierwiastka węgla C, części lotnych oraz wartości refleksyjności wityrinitu w szeregu uwęglenia

The maximum value of rank parameters: C carbon (daf), volatile matter (daf) and vitrinite reflectance

Szereg uwęglenia	C ^{daf} [%]	Części lotne (daf) [%]	Refleksyjność wityrinitu <i>R_o</i> (imersja olejowa, 546 nm) [%]
Drewno	>65	50	
Torf	>60	60	0,26
Węgiel brunatny	71	52	0,40
Węgiel kamienny	80–91	40–14	0,42–1,92
Węgiel antracytowy	92	8	2,60
Antracyt	95	2	5,00

wzroście zawartości pierwiastka węgla (tab. 1). W procesie metamorfizmu materii organicznej główną rolę odgrywają: ciśnienie (nie tylko ciśnienie statyczne nadkładu, ale również ciśnienie boczne wywołane ruchami górotwórczymi), temperatura i czas geologiczny. Za główny czynnik wpływający na uwęglenie pokładu węgla uważana jest temperatura. Jej wpływ zaznacza się w miarę wzrostu głębokości oraz w sytuacji kontaktu pokładów węgla z ciałami wulkanicznymi (metamorfizm kontaktowy).

Stopień uwęglenia może być wyrażony przy użyciu różnych parametrów (np. zawartość części lotnych, zawartość C, wartość kaloryczna, zawartość wilgoci i in.), jednak w badaniach petrograficznych węgla podstawowym jego parametrem jest zdolność odbicia światła – refleksyjność wityrinitu (*R_o*). Węgłe dolnośląskie charakteryzują się zróżnicowanym stopniem uwęglenia – od niskouwęglonego węgla kamiennego po stadium antracytu włącznie. Wartości refleksyjności wityrinitu tych węgla zwykle zawierają się w przedziale od 0,63 do ponad 3% (Nowak, 2000). Wśród pokładów węgla spotykano również naturalny koks (Kwiecińska, 1967; Kwiecińska i in., 1992; Kwiecińska, Nowak, 1997). Najczęściej był on produktem metamorfizmu kontaktowego, jakiemu uległ węgiel w wyniku oddziaływania ciał wulkanicznych.

Przebieg procesu uwęglenia pokładów węgla w DZW należy uznać za skomplikowany. Uwęglenie nie było konsekwencją jedynie pogrzebania pokładów pod miąższą pokrywą utworów powestfalskich, ale również wpływu oddziaływania intensywnego strumienia ciepłego, pochodzącego od wulkanicznego ogniska magmowego. Uwęglenie zachodziło w dwóch etapach – wcześniejszym, karbońskim (lecz powestfalskim) oraz późniejszym, prawdopodobnie permskim lub popermskim, związanym z oddziaływaniem roztworów hydrotermalnych na warstwy skalne zawierające materiał organiczny (Nowak, 2000). Występujące w Zagłębiu Dolnośląskim antracyty i koks naturalny powstały w wyniku metamorfizmu kontaktowego, spowodowanego oddziaływaniem magmy na warstwy węgla, powodując w nim zmiany termiczne. Wpływ takiego metamorfizmu

ograniczał się wyłącznie do bezpośrednich stref kontaktu ciał magmowych z warstwami węgla i doprowadził do lokalnego powstania koksu naturalnego oraz antracytów kontaktowych, w których obserwowano przejawy grafytyzacji (Kwiecińska, 1967, 1980; Kwiecińska i in., 1992; Kwiecińska, Nowak, 1997).

ZŁOŻA WĘGLA I ICH JAKOŚĆ

Ze względu na obecność osadów produktywnych karbonu obszar Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego miał do niedawna duże znaczenie dla górnictwa węgla kamiennego i antracytów. Ich eksploatacja definitywnie zakończyła się w 1999 r. Górnictwo węglowe ma tu długą tradycję. Jego początki sięgają XIV w., kiedy to na mocy nadań księcia świdnickiego Bolka II rozpoczęto wydobywanie węgla. W XVII w. działało już kilka niewielkich kopalni w okolicach Wałbrzycha, Nowej Rudy, Słupca i Bożkowa (Grocholski, Bossowski, 1987). W XIX w. nastąpił intensywny rozwój górnictwa węglowego na tym obszarze, a na przełomie XIX i XX w. istniało już kilkanaście dużych kopalni głębinowych. Z czasem ich liczba uległa redukcji oraz dochodziło do łączenia mniejszych zakładów górniczych. Po II wojnie światowej do chwili zaprzestania produkcji węgla w DZW działały cztery duże kopalnie – trzy wałbrzyskie: Julia, Victoria i Wałbrzych oraz Nowa Ruda. Z kopalni Wałbrzych wyłoniły się dwie niezależne firmy, które istniały przez kilka ostatnich lat eksploatacji: Zakłady Górnicze Wałbrzych-Gaj i Chrobry (fig. 3).

Dolnośląskie pokłady węgla tworzą dwie serie produktywne: spagową (formacja z Wałbrzycha) i stropową (formacja z Żaclerza) – fig. 1, 2. Pokłady występujące w obrębie starszej formacji noszą numery 680–651 (od spągu do stropu formacji z Wałbrzycha). Ich liczba jest różna, w poszczególnych rejonach zagłębia i w niecce wałbrzyskiej wynosi 28, a w rejonie Nowej Rudy – 32. Natomiast w serii stropowej wyróżniono pokłady o numerach 448–423 (ogniwo z Boguszowa) i pokłady 322–301 (ogniwo z Gorców). W rejonie wałbrzyskim stwierdzono 26 pokładów występujących w obrębie ogniwa z Boguszowa, natomiast w rejonie noworudzki – 21. W wyższej części formacji z Żaclerza (ogniwo z Gorców) liczba pokładów węgla w obszarze wałbrzyskim wynosi 22, a w rejonie Nowej Rudy – cztery. W rozdzielającej obie formacje węglonośnej formacji z Białego Kamienia występują jedynie dwa pokłady, oznaczone jako 550 i 549. Pokłady węgla występujące w wyróżnionych rejonach DZW nie łączą się, mają odrębną numerację i nie są ze sobą paralelizowane.

Rejon wałbrzyski był głównym ośrodkiem przemysłu wydobywczego DZW, gdzie eksploatacja węgla bazowała zarówno na pokładach formacji z Wałbrzycha, jak i formacji z Żaclerza (fig. 1, 3). Pokłady starszej formacji były eksploatowane głównie w kopalni Julia w Wałbrzychu. Charakteryzowały się miąższością od 0,5 do 1,5 m. Ich sumaryczna miąższość dochodziła do 9 m. Natomiast w rejonie noworudzki jedynie kilka pokładów miało znaczenie ekonomiczne i w przeszłości były eksploatowane w dawnej kopalni Bolesław.

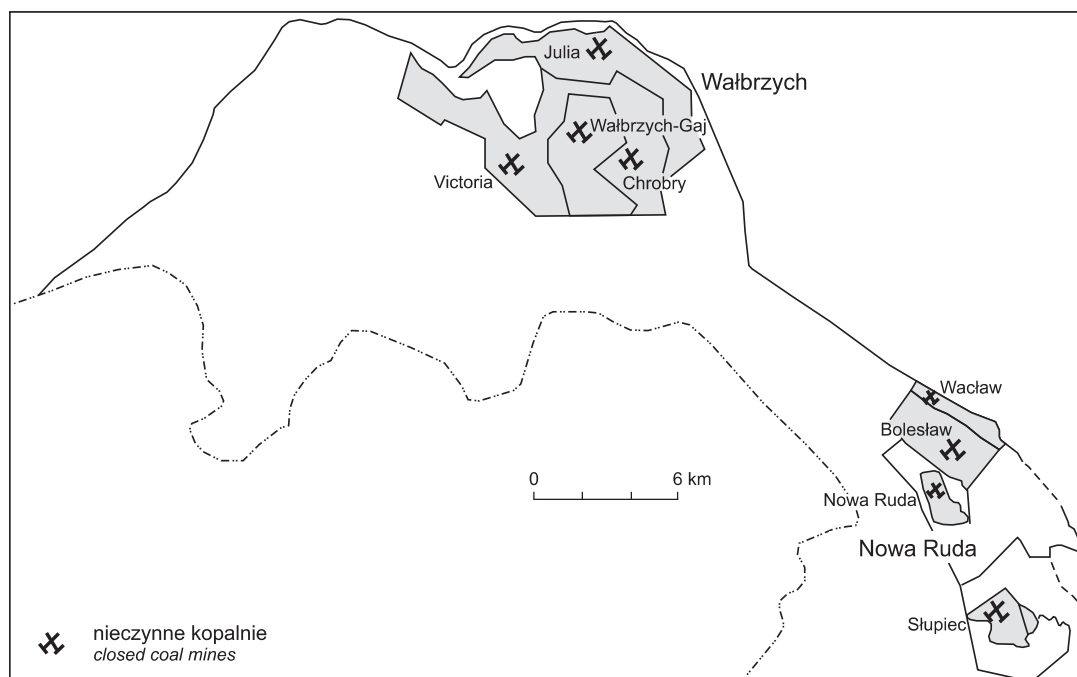


Fig. 3. Obszary zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego i antracytu w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (wg Bossowskiego, 1995, uproszczone)

Areas of the closed coal mines and anthracite deposits in the Lower Silesian Coal Basin (after Bossowski, 1995, simplified)

Największe złoża węgla kamiennego były związane z pokładami formacji z Żaclerza, stanowiąc główną serię złożową w DZW. Biorąc pod uwagę węgloność tej formacji, należy podkreślić jej zmienność w poszczególnych rejonach występowania. Najwyższa została odnotowana w zachodniej części rejonu wałbrzyskiego (Boguszów–Gorce), gdzie sumaryczna miąższość pokładów uznanych w przeszłości za bilansowe osiągała 20 m, malejąc ku NW i SE do 10 m. W rejonie Nowej Rudy złoża charakteryzują się wysoką węglonością, sumaryczna grubość pokładów węgla wynosi 10 m. Wysoką węgloność obserwuje się w rejonie słupieckim – tu sumaryczna miąższość pokładów węgla osiąga 15 m.

Duże zróżnicowanie stopnia uwęglenia węgla DZW wpływa na dywersyfikację jego jakości. Najczęściej w złożach dolnośląskich występuje węgiel wysokiej jakości, przeważa węgiel koksowy (typy technologiczne 34–38) oraz węgiel antracytowy i antracyt (typy technologiczne 41–42). Rzadziej występuje tu także węgiel typów 31–33 (płomienny i gazowo-płomienny). Średnią wartość opałową można uznać za wysoką, wynosi ona 29,5 MJ/kg (Bossowski, 1995). Z innych parametrów jakościowych węgla DZW należy zwrócić uwagę na ich niską średnią zawartość siarki – od 0,1 do 1,1%. Zawartość popiołu (A^d) jest bardzo zmienna i wynosi od kilku do 40%, średnio 14%. W przypadku antracytów zawartość popiołu wynosi od kilku do kilkunastu procent. Pod względem petrograficznym w węglach o niższym stopniu uwęglenia występują w zmiennych ilościach macerały trzech grup – wityrynit, liptynit i inertynit, podczas gdy w węglach o wyższym stopniu metamorfizmu organicznego (od typu 35) – jedynie wityrynit i inertynit (Nowak, 1998, 2000).

Wydobycie węgla kamiennego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym zostało ostatecznie zaprzestane w 1999 r. Przyczyn likwidacji kopalń i zaniechania wydobywania jest kilka. Należą do nich niezwykle trudne warunki geologiczno-inżynierskie oraz wysokie koszty eksploatacji i co za tym idzie nierentowność wydobywania. Na obszarze zagłębia wyróżnionych jest siedem złóż węgla kamiennego. Zasoby spełniające kryteria zasobów bilansowych zostały tu zaliczone do zasobów pozabilansowych, a ich wielkość w DZW szacowana jest na około 369 mln ton (Bilans zasobów..., 2007).

W Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym udokumentowano jedyne złożo antracytu w Polsce, znane jako złożo antracytu Wałbrzych-Gaj. Obejmowało ono obszary dawnych kopalń Wałbrzych i Victoria. Eksploatacja antracytu z tego złoża rozpoczęła się w 1993 r., a zakończyła w 1998 r. Zasoby tej kopaliny zostały skreślone z krajowego bilansu złóż.

METAN POKŁADÓW WĘGLA

Węgiel może być także znakomitą skałą macierzystą oraz zbiornikową dla naturalnego gazu – metanu. W latach 90. ubiegłego stulecia wzrosło zainteresowanie możliwościami pozyskiwania metanu z pokładów węgla (MPW). W złożach węgla dolnośląskiego stwierdzono niewielkie jego koncentracje. Najwyższe stężenia metanu, dochodzące do 20,0 m³/t c.s.w., pomierzono w zachodniej części rejonu wałbrzyskiego – w polach Barbara i Witold dawnej kopalni Victoria. W rejonie noworudzkiem, w południowej części pola byłej kopalni Bolesław w Przygórzu stężenia CH₄ osiągały

10 m³/t c.s.w., przy zdecydowanie niższych wartościach w rejonie słupieckim – 5 m³/t c.s.w. (Bossowski, 1998).

Na uwagę zasługują próby odkrycia i udokumentowania zasobów metanu pozyskiwanego z pokładów węgla prowadzone przez spółkę utworzoną w tym celu przez kopalnię Victoria i francuską firmę poszukiwawczą Kelt. W odwierconym w 1991 r. w polu Barbara otworze wiertniczym Vikelt 2 nie uzyskano jednak dopływu większych ilości metanu. W 1995 r. poszukiwaniami metanu na obszarze DZW zajęła się kopalnia Nowa Ruda, uzyskując dwie koncesje na prowadzenie poszukiwań – w rejonie Nowej Rudy i Wałbrzych–Lubawka. W pierwszym obszarze koncesyjnym odwiercono jeden otwór dokumentacyjny i zre-

konstruowano dwa stare, natomiast w drugim obszarze dokumentacyjnym podjęto próbę uzyskania dopływu metanu z otworu Vikelt 2. Prace te nie przyniosły pozytywnych rezultatów i do 2011 r. zasoby metanu z pokładów węgla z obszaru DZW nie zostały udokumentowane. Zasoby perspektywiczne metanu pozyskiwanego z pokładów węgla DZW są szacowane na około 5 mld m³.

Znajomość charakterystyki petrologicznej węgla – ich składu macerałowego i stopnia uwęglenia – ma ścisły związek z genezą metanu z pokładów węgla i pozwala oszacować możliwości jego generacji, jednakże takie badania nie były do tej pory prowadzone dla węgla DZW.

METODYKA BADAŃ PETROGRAFICZNYCH WĘGLA

Węgiel jest skałą osadową zasobną w materię organiczną powstałą wskutek przemian, przeobrażeń i dekompozycji lub metamorfizmu, jakiemu podlegał materiał węglotwórczy. Badania petrograficzne węgla składają się z analiz mikroskopowych, jak i opisu odmian megaskopowych występujących w pokładach węgla. Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowego Komitetu Petrologii Węgla i Materii Organicznej (ICCP), w opisie megaskopowym za minimalną grubość litotypu przyjmuje się 5 mm.

Oznaczenia mikroskopowe węgla są podstawowym narzędziem badawczym stosowanym w petrologii (petrografii) węgla w celu rozpoznania składu macerałów i mikrolitotypów. Obecnie, zgodnie z procedurami rekomendowanymi przez ICCP, badania takie są prowadzone przy zastosowaniu mikroskopii światła odbitego białego oraz niebieskiego bądź ultrafioletowego w imersji olejowej, stosując obiektywy o 20–50-krotnym powiększeniu. Używane są podwójne okulary wyposażone w krzyż nitek pajęczych lub siatkę mikrometryczną. Całkowite powiększenie dla tego typu analiz wynosi od 200 do 500 razy. W przeszłości węgle były również badane w świetle przechodzącym. Niektóre składniki podczas naświetlania światłem niebieskim lub ultrafioletowym (UV) wykazują zjawisko fluorescencji – barwnego świecenia.

Preparaty węglowe stosowane do badań mikroskopowych w świetle odbitym stanowią jednostronnie polerowane zgłady. Wykonuje się je bądź to z próbek kawałkowych (preparaty o nienaruszonej strukturze), najczęściej reprezentujących określone litotypy, bądź z próbek bruzdowych, rozdrobnionych i uśrednionych (tzw. preparaty ziarnowe). Preparaty powinny wykazywać wysoką jakość – ich powierzchnia powinna być wolna od zarysowań, a dodatkowo w preparatach ziarnowych poszczególne ziarna nie powinny wykazywać reliefu.

Preparaty ziarnowe są wykorzystywane przede wszystkim w ilościowej analizie składników mikroskopowych węgla. Aby wyniki takiej analizy były reprezentatywne, wymagane są określone wielkości ziaren w preparacie (od poniżej 1 do 5 mm) i powierzchnie preparatów (tab. 2). Minimalna liczba punktów pomiarowych zalecana przez ICCP dla ana-

lizy macerałów wynosi 500. Natomiast do wykonania ilościowej analizy mikrolitotypów używa się okularu z 20-punktową siatką pomiarową, która umożliwia określenie jego minimalnej grubości (50 μm) i składu.

Do oszacowania stopnia uwęglenia stosuje się wyniki pomiarów średniej zdolności odbicia światła (refleksyjności) wityrynit, oznaczanej jako *Ro* lub *Rm*. Refleksyjność przedstawia wielkość liczbowa wynikającą ze stosunku intensywności światła odbitego do światła padającego prostopadle do wypolerowanej powierzchni zżelifikowanej materii organicznej. Do pomiarów używa się takiego samego mikroskopu do światła odbitego jak w analizach macerałów i mikrolitotypów, ale jest on wyposażony w mikrofotometr. Pomiar wykonuje się zgodnie z zaleceniami procedury ustalonej przez ICCP: (i) światło monochromatyczne o długości fali równej 546 nm, (ii) używana jest imersja olejowa o współczynniku załamania światła wynoszącym $n = 1,518$, (iii) pomiary prowadzi się w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej 22–24°C. Refleksyjność wityrynit jest geologicznym parametrem stopnia uwęglenia, stosowanym w amerykańskich (ASTM) i niemieckich (DIN) klasyfikacjach węgla.

Tabela 2

Zależność pomiędzy wielkością rozdrobnionych ziaren węgla i minimalną liczbą badanych mikroskopowych preparatów ziarnowych (Stach i in., 1982)

Number of specimens required to obtain representative values in quantitative analyses (Stach *et al.*, 1982)

Maksymalna wielkość ziarna [mm]	Wymiary preparatów		Minimalna liczba preparatów
	powierzchnia [mm ²]	wysokość [mm]	
5	55 × 55	25	5
3	35 × 35	25	3
1	25 × 25	25	1
<1	20 × 20	25	1

PETROGRAFIA WĘGLA KAMIENNEGO

LITOTYPY

Na podstawie badań petrograficznych wyróżnia się litotypy węgla będące jego makroskopowymi odmianami występującymi w pokładzie w formie rozpoznawalnych pasemek, różniących się przede wszystkim połyskiem, a także barwą i innymi cechami zewnętrznymi. Cechy te są odzwierciedleniem składu macerałów i stopnia uwęglenia, a więc genezy litotypu węgla. Litotypy stanowią w miarę jednorodne pod względem sedymentologicznym nagromadzenia węgla, chociaż możliwa jest w nich obecność smug lub wtrąceń o innym wyglądzie, strukturze i teksturze. Litotypy charakteryzują się mniej lub bardziej zaznaczoną ich dolną i górną granicą (spągami i stropem). Natomiast pokład węgla zwykle jest heterogeniczną asocjacją różnych litotypów.

W pokładzie węgla kamiennego zwykle makroskopowo zauważa się obecność pasemek tworzących litotypy lub ich brak. Z tego względu można wyróżnić dwa zasadnicze typy węgla: węgiel pasemkowy i węgiel jednorodny, pozbawiony budowy pasemkowej. W przypadku węgla pasemkowego zauważalna jest zmienna grubość i zróżnicowany połysk poszczególnych pasemek. Węgle pasemkowe charakterystyczne są dla węgla humusowych, natomiast węgle jednorodne reprezentują węgle sapropelowe.

Uwzględniając wspomniane wyżej cechy makroskopowe (przede wszystkim połysk i barwę), walijska badaczka Maria Stopes wyróżniła w 1919 r.² cztery podstawowe litotypy humusowego węgla kamiennego: węgiel błyszczący (ang. *vitrain*), półbłyszczący (*clarain*), matowy (*durain*) oraz włóknisty (*fusain*).

Węgiel błyszczący jest bardzo rozpowszechnionym litotypem humusowego węgla kamiennego. Cechują go błyszczący połysk i czarna, smolista barwa. Zwykle jest kruchy, poprzecinany systemem spękań endogenicznych, których płaszczyzny oddzielności przebiegają mniej więcej prostopadle względem siebie oraz prostopadle do płaszczyzn uławiczenia. Węgiel błyszczący krusząc się, tworzy drobne sześciiany i romboedry. Grubsze pasemka wykazują przełam muszlowy. W pokładzie węgiel błyszczący tworzy zwykle pasemka bądź smugi o grubości kilku milimetrów, czasami kilku centymetrów.

Węgiel półbłyszczący składa się z naprzemianległych pasemek węgla błyszczącego i matowego, czasami z wtrąceniami węgla włóknistego. Połysk tego litotypu jest pośredni pomiędzy węglem błyszczącym a węglem matowym. W węglu półbłyszczącym zauważa się także system spękań endogenicznych. W pokładach litotyp ten jest wyróżniany, gdy tworzy pasemka lub smugi o grubości co najmniej 5 mm. Węgiel półbłyszczący jest najbardziej rozpowszechnionym litotypem humusowego węgla kamiennego.

Węgiel matowy wykazuje czarną lub szaroczną barwę i zawsze jest matowy. Jest to twardy litotyp węgla kamiennego. Uderzony młotkiem tworzy duże bryłki o nierównych powierzchniach przełamu. W pokładach węgla jest rozpoznawalny w przypadku, gdy tworzy pasemka o grubości 3–10 mm, chociaż zdarzają się pasemka grubsze (do 10 cm i więcej). Węgiel matowy jest mniej rozpowszechnionym litotypem niż węgiel błyszczący i półbłyszczący.

Węgiel włóknisty wyglądem przypomina węgiel drzewny. Cechuje go jedwabisty połysk, czarna bądź szaroczarna barwa, struktura włóknista, duża kruchość i miękkość, przy dotyku brudzi palce. W pokładach spotyka się go w formie soczewek o grubości kilku milimetrów i długości kilku centymetrów. Niekiedy litotyp ten może w pokładzie tworzyć charakterystyczne poziome nagromadzenia.

Przedstawiony podział litotypów jest nieco wyidealizowany. Zwykle w złożach spotyka się pokłady złożone z zespołów litotypów, tworzące większe ławice. W przypadku pokładów węgla z Zagłębia Dolnośląskiego wyróżniono osiem litotypów i zespołów litotypów (Nowak, 1993, 1997a):

- węgiel błyszczący,
- węgiel błyszczący pasemkowy – zbudowany z pasemek węgla błyszczącego, cienkich pojedynczych pasemek, wtrąceń i smug innych odmian, które tkwią w węglu błyszczącym,
- węgiel półbłyszczący – niejednorodny i smugowany,
- węgiel półbłyszczący z soczewkami i smugami węgla włóknistego,
- węgiel półbłyszczący pasemkowy – występują tu pasemka różnej natury litologicznej przy zachowaniu przewagi półbłyszczącego charakteru węgla,
- węgiel włóknisty – jednorodny, tworzący w pokładzie łatwo makroskopowo rozróżnialne pasemka lub soczewki,
- węgiel matowy – twardy, o matowym połysku,
- węgiel pasemkowy – niejednorodny, proporcje pomiędzy poszczególnymi pasemkami są zbliżone.

MACERAŁY

Węgiel nie jest substancją jednorodną, lecz złożoną z różnych składników. Jego najmniejszym, mikroskopowo rozpoznawalnym (tzn. oznaczalnym przy zastosowaniu mikroskopii optycznej, zwłaszcza w świetle odbitym) składnikiem jest macerał. Można go uznać za odpowiednik minerału w skałach minerogenicznych. Jednak w przeciwieństwie do minerałów, które cechują się dobrze zdefiniowanym składem chemicznym czy też faktem, że większość z nich stanowi naturalną fazę krystaliczną, macerały wykazują zmienną kompozycję chemiczną zależną od stopnia uwęglenia oraz nie tworzą faz krystalicznych.

Macerały utworzyły się wskutek uwęglenia lub zwęglenia flory węglotwórczej. Właściwości macerałów są zależne od stopnia uwęglenia. W świetle odbitym składniki mikroskopowe węgla – macerały mogą się różnić m.in. kolorem,

² W 1907 r. polski badacz S. Karczewski jako pierwszy w pracy polskojęzycznej opisał litotypy węgla.

intensywnością refleksyjności lub absorpcją światła, morfologią i wielkością, fluorescencją czy też reliefem. Niektóre składniki podczas naświetlania światłem niebieskim lub ultrafioletowym wykazują zjawisko fluorescencji – barwnego świecenia. Właściwości chemiczne i fizyczne macerałów są zmienne i zależne tak od stopnia uwęglenia (metamorfizmu węgla), jak i od składu flory węglotwórczej.

Klasyfikacja macerałów węgla wyróżnia trzy ich grupy, uwzględniające pochodzenie pierwotnego materiału organicznego, wpływające na strukturę macerału, oraz cechy optyczne, spośród których najistotniejszą jest refleksyjność. Stosowany obecnie podział macerałów węgla kamiennego dzieli je na następujące grupy: wityrynit, liptynit i inertynit. Podział ten opiera się na liczącej już ponad 40 lat klasyfikacji macerałów, tzw. System Stopes-Heerlen (ICCP, 1963). Wyróżnione grupy macerałów można pokrótce scharakteryzować następująco (tab. 3):

– macerały grupy wityrynit są produktem uwęglenia substancji humusowych, takich jak lignina i celuloza, budujących ściany komórkowe różnych części roślin; wityrynit charakteryzuje się większą zawartością tlenu niż liptynit;

– macerały grupy liptynit – nie są produktem pochodzenia humusowego, lecz powstały z części roślin charaktery-

zujących się stosunkowo dużą zawartością wodoru, jak sporopolenina, tłuszcze, żywice i woski;

– macerały grupy inertynit wykazują największą spośród macerałów wszystkich grup zawartość pierwiastka węgla oraz niewielki udział wodoru; większość macerałów tej grupy pochodzi od tych samych substancji co macerały wityrynit czy liptynit, lecz w stosunku do nich ze względu na przeobrażenia, jakie przeszły, są najbardziej wzbogacone w węgiel.

Powyższa charakterystyka uwzględnia różnice w składzie chemicznym macerałów poszczególnych grup, zróżnicowanie ich cech fizycznych, spośród których najistotniejsza jest refleksyjność. Najwyższą jej wartość w węglach o tym samym stopniu uwęglenia wykazuje inertynit, najniższą liptynit, natomiast pośrednią wityrynit. I to właśnie refleksyjność wityrynit jest geologicznym parametrem stopnia uwęglenia. W obrębie poszczególnych grup macerały różnią się bardziej morfologią i strukturą niż refleksyjnością. Inną ważną cechą optyczną macerałów należących do grupy liptynit jest zjawisko barwnej fluorescencji podczas naświetlania ich światłem niebieskim lub ultrafioletowym. W miarę wzrostu stopnia uwęglenia jej intensywność maleje aż do zupełnego zaniku (Stach i in., 1982; Diessel, 1992; Taylor i in., 1998).

Tabela 3

Klasyfikacja macerałów węgla kamiennego według ICCP System 1994 (ICCP, 1998, 2001), zmodyfikowana o pochodzenie macerałów

Maceral classification of bituminous coals after ICCP System 1994 (ICCP, 1998, 2001), modified to maceral origin

Grupa	Podgrupa	Macerał	Pochodzenie macerałów
Wityrynit	telowityrynit	telinit kolotelinit	pozostałości ścian komórkowych drewna; materiał wyjściowy – łodygi, pnie i korzenie głównie roślin drzewiastych, których budulcem była lignina i celuloza
	detrowityrynit	witrodetrynit kolodetrynit	detrytus wityrynitowy oraz fragmenty i cząsteczki submikroskopowej wielkości spojone amorficzną masą wityrynitową
	żelowityrynit	korpożelinit żelinit	z humusowych koloidów
Liptynit		sporynit	spory i pyłki roślin
		kutynit	kutitule – nabłonki liści
		rezynit	żywice i woski wypełniające komórki
		liptodetrynit	detrytus liptynitowy
		alginit	algi
		bituminit	pochodzenie niepewne, prawdopodobnie algowe
		eksudatynit	wtórny, powstaje podczas procesu uwęglenia z materii organicznej
Inertynit		fuzynit	ściany komórkowe, macerał powstały w wyniku pożarów lasów lub w strefach dobrze natlenionych
		semifuzynit	ściany komórkowe, macerał powstały w strefach dobrze natlenionych, czasami w wyniku pożarów lasów
		funginit	sklerocje grzybów
		sekretynit	produkt utleniania żywic
		makrynit	pierwotny amorficzny żel, następnie dopiero utleniony
		mikrynit	wtórny produkt, powstały przede wszystkim podczas generacji ropy
		inertodetrynit	detrytus inertynitowy

Nazewnictwo i podziały macerałów zostały ujęte w dwa systemy. Starszy, znany jako Stopes-Heerlen System, został opublikowany w tzw. leksykonie petrologii węgla (ICCP, 1963), oficjalnie obowiązywał ponad 30 lat, do czasu zatwierdzenia przez ICCP na dorocznym posiedzeniu komitetu w Oviedo w 1994 r. nowego podziału i klasyfikacji macerałów grupy wityrynytu jako tzw. ICCP System 1994, który opublikowano w 1998 r. Decyzja o modyfikacji obowiązującego podziału wityrynytu (Stopes-Heerlen System) nastąpiła w 1991 r., kiedy doszło do utworzenia w ramach ICCP niewielkiej grupy roboczej, której zadaniem była koordynacja działań zmierzających do opracowania nowej klasyfikacji grupy wityrynytu. Powstanie nowej klasyfikacji wityrynytu wynikało z potrzeby uaktualnienia dotychczasowego podziału w związku z nowymi danymi dotyczącymi macerałów tej grupy, pochodzącymi zwłaszcza z badań rozproszonej materii organicznej. W 2001 r. do powszechnego użycia wszedł także, zmodyfikowany zgodnie z ICCP System 1994, podział macerałów grupy inertynitu (ICCP, 2001). Obecnie toczą się prace nad nową klasyfikacją liptynytu według obowiązującego podziału ICCP System 1994.

Grupa wityrynytu

Wityrynit jest terminem wprowadzonym do petrologii węgla przez Stopes (1935) w celu oznaczenia mikroskopowo rozpoznawalnego składnika węgla kamiennego, stanowiącego główny komponent węgla błyszczących. Macerały grupy wityrynytu reprezentują silnie skompresowany roślinny materiał drzewiasty, taki jak np. pnie, łodygi, korzenie i gałęzie drzew, oraz tkanki roślinne zbudowane z ligniny lub celulozy. Wityrynit został podzielony na trzy podgrupy i sześć macerałów (tab. 3). W nazwie każdej podgrupy zostały użyte przedrostki przed słowem „wityrynit”. Przedrostek telo- wskazuje na obecność pozostałości struktur komórkowych w budowie macerałów podgrupy telowityrynytu. Z kolei podgrupa detrowityrynytu jest wyposażona w przedrostek detro-, który informuje, że jej macerały złożone są z drobnych cząstek i fragmentów. Natomiast żelo- oznacza, że materiał tworzący macerały tej podgrupy został żelifikowany.

Wityrynit tworzy grupę macerałów o barwie od ciemnoszarej do jasnoszarej, zależnej od stopnia uwęglenia. Zdolność odbicia światła wityrynytu mierzona w imersji waha się od 0,5 do ponad 7%. Wartości refleksyjności wityrynytu mierzone w pojedynczym pokładzie mogą się zmieniać w zależności od pochodzenia poszczególnych macerałów grupy, przebytej przez nie diagenetyzacji czy też wtórnych wpływów termicznych. Wityrynit w zasadzie nie wykazuje zjawiska fluorescencji podczas naświetlania światłem ultrafioletowym czy niebieskim. Jedynie w wyjątkowych warunkach, tzn. gdy zaabsorbuje on węglowodory w procesie bituminizacji, może wykazywać to zjawisko. W takiej sytuacji jego fluorescencja rozpoczyna się przy stadium uwęglenia określonym wartością R_o wityrynytu około 0,5%, osiągając maksimum intensywności w węglach o refleksyjności wahającej się od 1,0

do 1,2%, po czym gwałtownie zanika (ICCP, 1998). Kolor fluorescencji jest zróżnicowany, od czerwono-pomarańczowego do czerwono-brązowego.

Jego skład chemiczny jest zmienny, zależny od stopnia uwęglenia i przedstawia się następująco: C: 77–96%, rzadko 98%, H: 6–1%, w antracytach może osiągać 0,2%, O: 16–1%. W czasie uwęglenia w wityrynicie wzrasta zawartość pierwiastka węgla, przy spadku zawartości tlenu. Natomiast największą zawartość wodoru w wityrynicie obserwuje się przy jego refleksyjności rzędu 1,0–1,1%, gdy udział C^{14} wynosi ok. 85%.

Wityrynit jest głównym składnikiem mikroskopowym węgla karbońskich powstałych na półkuli północnej. W ich składzie macerałowym przeciętnie spotyka się od 60 do 80% wityrynytu (ICCP, 1998).

Podgrupa telowityrynytu (tabl. I; tabl. II; tabl. III, 2–6; tabl. IV, 1–3; tabl. VIII; tabl. XIV, 1; tabl. XXIII, 1–5)

Telowityrynit stanowi podgrupę macerałów z zachowaną w mniejszym czy większym stopniu botaniczną strukturą komórkową, którą niekiedy można obserwować w mikroskopie. Macerały tu należące – telinit i kolotelinit (tab. 3) – są wyróżniane na podstawie ich zróżnicowanego stopnia geochemicznej żelifikacji (wityrynizacji).

Telinit cechuje w miarę dobrze zachowana struktura komórkowa. Wielkość i kształt przestrzeni komórkowych są zmienne, zależne od rodzaju oryginalnego materiału roślinnego oraz orientacji preparatu mikroskopowego. Przestrzenie komórkowe mogą wykazywać kształty owalne, niekiedy w różnym stopniu zdeformowane, czy też okrągłe. Ściany komórkowe zawsze są żelifikowane, a wnętrza komórek bywają albo zamknięte, albo są wypełnione innymi macerałami (np. korpożelinitem, rezynitem i mikrynitom oraz materią mineralną – minerałami ilastymi lub węglanowymi). Zdolność odbicia światła telinitu odnosi się do refleksyjności ścian komórkowych, a nie wypełnień komórek. Telinit albo w ogóle nie wykazuje fluorescencji, albo jeśli zjawisko to ma miejsce, wówczas wykazuje charakter taki sam jak luminescencja towarzyszącego mu kolotelinitu. Natomiast w przypadku wypełnień przestrzeni komórkowych rezynitem często obserwowanym zjawiskiem jest fluorescencja tego właśnie macerału. Telinit występuje w nisko uwęglonym węglu kamiennym. W węglach o wyższym stopniu uwęglenia jest widoczny jedynie w sytuacji, gdy jego komórki są wypełnione materią mineralną. Telinit jest macerałem znacznie rzadziej obserwowanym w węglu kamiennym niż kolotelinit.

Kolotelinit tworzy mikropasemka o zmiennej grubości, zwłaszcza w węglach błyszczących bądź półbłyszczących. Kolotelinit jest w zasadzie macerałem homogenicznym, który wskutek trawienia jego powierzchni może objawiać pewne szczegóły struktury komórkowej, i w takiej sytuacji zauważalne ściany komórkowe są określane jako kryptotelinit. Pomiar refleksyjności kolotelinitu są szeroko stosowane do określania stopnia uwęglenia, a wartość tego parametru jest wyższa niż R_o kolodetrynytu o ok. 0,05–0,10%.

Fluorescencja, jeżeli występuje, obejmuje szeroki zakres uwęglenia (od nisko uwęglonego węgla kamiennego do semiantracytów). Najniższa intensywność fluorescencji została odnotowana przy jego refleksyjności wynoszącej 0,5%, natomiast jej maksimum przypada na wartość tego parametru zawartą w przedziale 1,0–1,1% (Teichmüller, Durand, 1983). Fluorescencja wityrynytu jest efektem generacji substancji węglowodorowych w węglu (Teichmüller, 1984).

Podgrupa detrowityrynytu (tabl. IV, 4, 5; tabl. V, 1; tabl. VI, 6; tabl. VII, 1, 2, 5, 6; tabl. VIII, 3, 4; tabl. IX, 3; tabl. XV, 2, 6; tabl. XVI, 1, 2; tabl. XIX, 2, 3, 5, 6; tabl. XX, 1, 6; tabl. XXI, 6; tabl. XXII, 2, 3)

Termin „detrowityrynit” został wprowadzony do klasyfikacji wityrynytu przez ICCP w 1994 r. Jest to podgrupa macerałów wityrynytu składająca się z drobnych fragmentów i zwityryzowanych szczątków roślinnych, występujących w formie izolowanych cząstek lub scementowanych amorficzną materią wityrynitową. Do detrowityrynytu należą dwa macerały: wirodetrynyt i kolodetrynyt (tab. 3). Macerały te powstały w wyniku rozkładu tkanki parenchymatycznej i drzewnej korzeni oraz gałęzi roślin drzewiastych czy też pozostałości flory zielnej i drzewiastej, której pierwotnymi składnikami były lignina i celuloza. W wyniku rozkładu chemicznego lub/i mechanicznego rozdrobnienia pierwotna struktura roślinna została zniszczona. Nagromadzenie detrowityrynytu w węglu świadczy o wysokim stopniu destrukcji pierwotnej budowy tkankowej roślin, zwłaszcza materiału zielnego, zasobnego w celulozę.

Witrodetrynyt występuje w formie detrytusu wityrynitowego, składającego się z cząstek i fragmentów o wielkości ok. 10 μm . Pod względem właściwości fizycznych macerałowi temu można przypisać cechy optyczne typowe dla macerałów całej grupy wityrynytu. Witrodetrynyt zwykle jest składnikiem takich mikrolitotypów jak wityrynertyt i trimaceryt, rzadziej duryt.

Kolodetrynyt to macerał stanowiący mieszaninę submikroskopowej wielkości cząstek wityrynitowych i innych trudno oznaczalnych składników, których zarzasy uległy zatarciu w wyniku żelifikacji w amorficznej masie wityrynitowej. W preparatach mikroskopowych o przekrojach prostopadłych do uławicenia kolodetrynyt wykazuje zmienne grubości. Macerał ten cechują nieco niższe wartości refleksyjności niż inne macerały wityrynytu w tym samym węglu (np. w zakresie refleksyjności 0,5–1,4% wartość jego zdolności odbicia światła jest niższa od tej, jaką wykazuje kolotelinit, o około 0,05–0,10%). Ze wzrostem stopnia uwęglenia różnice te ulegają zmniejszeniu. Również jego barwę można uznać za nieco ciemniejszą niż pozostałych macerałów wityrynitowych. Jeśli kolodetrynyt wykazuje zjawisko fluorescencji, to można ją już zaobserwować w węglach o refleksyjności ok. 0,6%, a jej maksimum przypada na węgiel o R_o 1,0–1,2%, po czym gwałtownie zanika. Barwy fluorescencyjne kolodetrynytu to żółto-brązowa, czerwono-pomarańczowa i czerwono-brązowa. Kolodetrynyt bywa niekiedy najliczniej występującym w węglu macerałem grupy wityrynytu.

Podgrupa żelowityrynytu (tabl. IV, 4; tabl. IX, 5; tabl. XXI, 3)

Powyższe określenie zostało wprowadzone do klasyfikacji wityrynytu przez ICCP w 1994 r. Macerały należące do tej podgrupy – korpożelinit i żelinit (tab. 3) – powstały w wyniku żelifikacji roztworów humusowych i żelowych wypełnień komórek.

Korpożelinit to macerał składający się z homogenicznych pod względem struktury, pojedynczo występujących masywnych, okrągłych lub owalnych ziaren o średnicy dochodzącej nawet do 200–300 μm . Korpożelinit nierzadko może także tworzyć wypełnienia komórek innych macerałów. Pod względem właściwości fizycznych jest on typowym przedstawicielem grupy wityrynytu. Jeżeli wykazuje fluorescencję, to cechuje się ona słabszą intensywnością, niż obserwuje się to zjawisko w innych macerałach grupy. W węglach karbońskich korpożelinit nie stanowi składnika o pierwszoplanowym znaczeniu.

Żelinit jest macerałem stanowiącym homogeniczne i bezstrukturalne wypełnienia szczelin, pęknięć oraz innych przestrzeni i próżni w węglu. Utworzył się z humusowych koloidów powstających podczas wczesnej diagenety materiału roślinnego. Pod względem właściwości fizycznych można zauważyć nieco wyższą jego refleksyjność w porównaniu z innymi macerałami grupy wityrynytu. Rzadko wykazuje zjawisko fluorescencji, ale jeśli ono występuje, to wykazuje słabszą intensywność niż w przypadku kolodetrynytu i kolotelinitu. Żelinit jest najrzadziej spotykanym w węglach macerałem grupy wityrynytu.

Grupa liptynytu

Liptynit składa się z macerałów utworzonych z tych części roślin, których substancjami budującymi są sporopolenina, kutyna i żywice oraz woski, chemicznie bardziej odporne na fizyczną i chemiczną degradację aniżeli składniki innych macerałów. Liptynit w porównaniu z macerałami pozostałych dwóch grup wykazuje największą zawartość wodoru. Zawartość macerałów tej grupy w węglu kamiennym zwykle jest znacznie mniejsza od tej, jaką wykazują wityrynit i inertynit. Spory, kutikule (nabłonki liści i innych części roślin, np. młodych łodyg i pni), woski, żywice i algi oraz inne znacznie rzadziej występujące substancje w budowie macerałów liptynytu mogą zostać oznaczone w badaniach mikroskopowych. Macerały te w mikroskopie są rozpoznawalne w węglach o niskim i co najwyżej średnim stopniu uwęglenia, który określa szeroki zakres wartości refleksyjności wityrynytu – poniżej 1,25%. W wyższym stadium uwęglenia ($R_o > 1,25\%$) liptynit jest nierozpoznawalny i upodabnia się do wityrynytu.

Diagnozę macerałów grupy liptynytu wykonuje się w świetle odbitym białym, jak i krótkofalowym ultrafioletowym czy niebieskim, kiedy wykazują one zjawisko barwnej fluorescencji. W zwykłym świetle odbitym macerały tej grupy wykazują szarą i ciemnoszarą barwę, niekiedy o odcieniu brązowym, o wyraźnie zaznaczonej morfologii, która zależy od materiału wyjściowego danego macerału.

Spośród macerałów grupy liptynit w węglu kamiennym Zagłębia Dolnośląskiego spotyka się przede wszystkim sporynit, kutynit i rezynit, rzadko liptodetrynit.

Sporynit (tabl. III, 2–4; tabl. IV, 4–6; tabl. VI, 1–5; tabl. VII, 2, 6; tabl. VIII, 3; tabl. IX, 2, 3, 5; tabl. X, 2, 3; tabl. XI, 6; tabl. XV; tabl. XVI, 1–4, 6; tabl. XVII, 4–6; tabl. XVIII; tabl. XIX, 1–3, 5, 6; tabl. XX) utworzony jest z zewnętrznych nabłonków spor i pyłków (o wspólnej nazwie – miospory). Macerał ten może się składać zarówno z megaspor (makrospor) o wielkości od 0,4 do 3 mm, jak i mikrospor. W zglądzie węglowym sporynit tworzy obiekty o wrzecionowatych, soczewkowatych, owalnych bądź okrągłych kształtach o wielkości do kilkunastu i więcej mikrometrów. W obrazach mikroskopowych można niekiedy zaobserwować ziarnistą strukturę sporynit zbudowanego z megaspor, a także w przypadku miospor możliwe jest zaobserwowanie strefowości ich budowy. Sporynity zbudowane z miospor mogą się różnić grubością naskórka. I tak sporynit składający się z miospor o cienkim naskórku określa się jako tenuisporynit, a o grubym naskórku – krassisporynit (Stach i in., 1982). Krassisporynit o owalnym kształcie, złożony najczęściej z miospor *Densosporites*, bywa określany jako densosporynit.

Sporynit w świetle odbitym białym wykazuje barwy szare, ciemnoszare i szaroczarne, czasami z odcieniem lekko brązowym. Jeśli sporynit jest mikroskopowo oznaczalny, jego barwa zawsze jest ciemniejsza od barwy wityrnytu. Również zdolność odbicia światła sporynit jest niższa od refleksyjności wityrnytu. Przy zastosowaniu światła UV lub niebieskiego opisywany macerał wykazuje zwykle barwę żółtą (o różnych odcieniach) do pomarańczowej, o średniej intensywności.

Sporynit jest ważnym macerałem węgla kamiennego, będąc istotnym składnikiem wielu mikrolitotypów (np. klarytu, durytu czy trimacerytu). Jego obecność i zróżnicowanie są kluczowym wskaźnikiem facji węglowych.

Kutynit (tabl. VI, 4–6; tabl. VII; tabl. XIV, 6) tworzą pozostałości nabłonków liści (kutikule) i innych części roślin. W węglu kamiennym kutynit występuje w formie dłuższych wstążek, często o widocznym jednostronnym ząbkowaniu. W obrazach mikroskopowych macerał ten rozpoznaje się po jego szarej i ciemnoszarej barwie oraz charakterystycznej, wstążkowatej formie. Szerokość wstążek kutynitu jest zależna od przekroju. Podobnie jak w przypadku sporynit, również i tu można mówić o tenuikutynicie i krassikutynicie. Kutynit cechuje refleksyjność niższa od tej, jaką wykazuje wityrnit. Podczas naświetlania promieniami UV kutynit wykazuje zjawisko fluorescencji o barwie ciemnożółtej i pomarańczowej.

W karbońskim węglu kamiennym kutynit należy do macerałów rzadko występujących.

Rezynit (tabl. III, 6; tabl. IV, 1–3; tabl. VI, 4; tabl. VIII) jest macerałem utworzonym głównie z żywic roślinnych i przeobrażonych w żywice olejków eterycznych. Cechuje go szara barwa, ciemniejsza jednak od barwy wityrnytu, a także zmienna, ale zawsze niższa od wityrnytu refleksyjność. Rezynit w węglu występuje w formie pojedynczych soczewek, pasek, form przecinkowatych i drobnodispersyjnych. Tworzy impregnacje komórek telinitu, gdzie ciemniejszym odcieniem szarej barwy wyraźnie odróżnia się od telinitu. Niekie-

dy można również obserwować pojedyncze wystąpienia rezynitu na powierzchni wityrnytu. Podobnie jak i inne macerały liptynit, również rezynit wykazuje właściwości fluorescencyjne po naświetlaniu promieniami UV. Typowe dla niego są ciemnożółte, pomarańczowe i jasnobrązowe barwy fluorescencyjne.

W karbońskim węglu kamiennym rezynit nie stanowi istotnego ich składnika.

Liptodetrynit jest macerałem złożonym z detrytycznych fragmentów innych składników grupy liptynit, których wielkość nie przekracza 10 μm . W praktyce jego oznaczenie jest możliwe przy zastosowaniu mikroskopii fluorescencyjnej.

Grupa inertynitu

Inertynit to grupa macerałów utworzona z tego samego materiału co macerały grupy wityrnytu. Macerały grupy inertynitu charakteryzują się większą zawartością pierwiastka węgla niż wityrnit i liptynit, co jest konsekwencją tego, że ulegały one zwęgleniu tak przed, jak i w trakcie procesu uwęglania. Macerały tej grupy w świetle odbitym białym wykazują barwy jasnoszare (zawsze jaśniejsze niż barwa wityrnytu w tym samym węglu), białoszare i białe z przejściami do żółtej. Cechuje je wysoka zdolność odbicia światła. Wśród macerałów grupy inertynitu (tabl. 3) można wyróżnić te o zachowanej pierwotnej strukturze komórkowej, czyli fuzynit, semifuzynit i funginit, oraz takie, które nie wykazują budowy komórkowej – sekretynit, makrynit i mikrynit, jak również wydziela się macerał reprezentowany przez drobne fragmenty innych macerałów grupy – inertodetrynit.

Fuzynit (tabl. III, 6; tabl. VI, 4; tabl. IX; tabl. X; tabl. XI, 1, 2, 4, 6; tabl. XIII, 2; tabl. XV, 5; tabl. XVI, 4; tabl. XVII, 3, 4; tabl. XX, 1; tabl. XXI, 4) jest macerałem charakteryzującym się najwyższą refleksyjnością spośród wszystkich macerałów grupy. Wykazuje on pełne spektrum barw typowych dla inertynitu. Nie wykazuje zjawiska fluorescencji. Cechuje go także dobrze zachowana struktura komórkowa i właśnie wysokorefleksyjne ściany komórkowe są uznawane i zliczane jako fuzynit. Natomiast wnętrza komórek zwykle są puste lub mogą być także wypełnione innymi macerałami – wityrnytem, makrynytem lub materią mineralną. W zależności od typu materiału roślinnego, stopnia jego biologicznego rozkładu, jak i orientacji przekroju, komórki fuzynitu mogą mieć zmienne kształty i różną wielkość. Wśród najczęstszych form tego macerału przeważnie spotyka się fuzynit o strukturze sitowej, gwiazdzistej i łukowej, gdy kilka fragmentów cienkich ścian komórkowych występuje jako agregaty (tzw. *bogen structure*). Cienkościenny fuzynit o białych i biało-żółtych barwach bywa nazywany pirofuzynitem. Reprezentuje on dobrze zachowany kopalny węgiel drzewny, powstały wskutek pożaru torfowisk. W odróżnieniu od niego wyróżnia się jeszcze fuzynit o gorzej zachowanej strukturze komórkowej – defrafuzynit. Jest on uważany za produkt utleniania lub działania grzybów.

Fuzynit w węglu występuje w formie soczewek o nieznacznych rozmiarach oraz jako pasemka; może być składnikiem wielu facji węglowych.

Semifuzynit (tabl. III, 3; tabl. VI, 2; tabl. XI, 2–6; tabl. XII, 1–3; tabl. XVII, 4; tabl. XVIII, 4, 5) jest macerałem pośrednim pomiędzy fuzynitem a telinitem. Wykazuje budowę komórkową zbliżoną do tej, która jest charakterystyczna dla fuzynitu, ale jego komórki zwykle są mniejsze i gorzej zachowane, niż te obserwowane w fuzynicie. W stosunku do fuzynitu wykazuje niższą refleksyjność, ale wyższą od zdolności odbicia światła wityrnytu. Jego barwa również jest pośrednia pomiędzy kolorystyką fuzynitu a wityrnytu. Jest najczęściej spotykany jako tzw. degradosemifuzynit (o słabo zachowanej bądź zniszczonej strukturze tkankowej). Semifuzynit w węglu występuje w formie pasemek lub soczewek i jest jego częstszym składnikiem niż fuzynit.

Funginit (tabl. VI, 2; tabl. XII, 1, 3–5; tabl. XX, 4) składa się z wysokorefleksyjnych pojedynczych ziaren lub tworów wielokomórkowych powstałych z tkanki grzybów i ich zarodników, sklerocji i innych pozostałości grzybów. Wykazuje barwę białoszara lub białą, a jego refleksyjność jest wyższa od refleksyjności wityrnytu w tym samym węglu. Funginit nie wykazuje fluorescencji, chyba że jest impregnowany bituminami. Tworzy formy okrągłe, trójgraniaste, a gdy występuje w agregatach wielokomórkowych, może przypominać fuzynit. Funginit należy uznać za macerał o drugorzędym znaczeniu w składzie macerałowym węgla.

Sekretynit (tabl. XII, 6; tabl. XIII, 1) jest macerałem grupy inertynitu składającym się najczęściej z okrągłych, owalnych i wydłużonych ciał bez widocznej struktury roślinnej. Jego rozmiary mogą osiągać 60–400 μm w przekroju poprzecznym, do 2000 μm w przekroju podłużnym. Cechują go jasnoszare i żółtawobiałe barwy. Wykazuje refleksyjność nieco wyższą od refleksyjności wityrnytu w tym samym węglu. Sekretynit ujawnia obecność utlenionych pierścieni występujących na brzegach ziaren o zmiennej refleksyjności i wewnętrznym urzeźbieniu. Macerał ten odróżnia się od makrynytu okrągłym kształtem ziaren i wyższym reliefem. W świetle UV lub niebieskim nie wykazuje zjawiska fluorescencji. W karbońskim węglu kamiennym sekretynit jest powszechnym składnikiem, chociaż występuje w niewielkich zawartościach; często spotykany w durytach lub warstewkach ilastych w węglu lub łupku węglowym.

Makrynit (tabl. IX, 1; tabl. XI, 1; tabl. XIII, 2–4; tabl. XVIII, 1, 5; tabl. XIX, 3) jest macerałem grupy inertynitu, tworzącym w węglu kamiennym pojedyncze bezstrukturalne ziarna o różnym kształcie lub występującym w formie amorficznego matriks. W obrazach mikroskopowych wykazuje barwę jasnoszara i białoszara. Jego refleksyjność może być zmienna w tym samym węglu, ale zawsze jest wyższa od zdolności odbicia światła wityrnytu w tym węglu. Makrynit w świetle niebieskim lub ultrafioletowym na ogół nie wykazuje zjawiska fluorescencji. Macerał ten prawdopodobnie powstał z żelu, który uległ dehydratacji (w warunkach redukcyjno-utleniających właściwym wczesnemu stadium torfienia) wskutek obniżenia zwierciadła wód gruntowych. Makrynit jest uważany za produkt przemian metabolicznych grzybów i bakterii. W węglach o niskim stopniu uwęglania może on być uznany za efekt powolnych pożarów trawiących torfowiska.

Mikrynit (tabl. II, 6; tabl. III, 1; tabl. VII, 1; tabl. IX, 3; tabl. XIII, 4–6; tabl. XVII, 1; tabl. XIX, 2, 3, 5; tabl. XX, 6) jest macerałem grupy inertynitu, który tworzy w węglu bardzo drobne okrągłe ziarna. Jego odróżnienie od innych inertynitowych fragmentów może być trudne i w praktyce wyznacza go przyjęta górna granica jego wielkości, określona na 2 μm (ICCP, 2001). W świetle odbitym białym mikrynit jest jasnoszary bądź biały i nie ujawnia reliefu. Jego zdolność odbicia światła jest zawsze wyższa od tej, jaką wykazuje wityrnytu w tym samym węglu, ale często jest niższa od refleksyjności pozostałych macerałów grupy. Mikrynit w świetle niebieskim i UV nie wykazuje właściwości fluorescencyjnych. Jest to nietypowy macerał ze względu na swoje pochodzenie; jest uważany za wtórny macerał powstały podczas uwęglania, a za jego prekursorów powszechnie uważa się materiał lipoidalny ewentualnie wityrnytu wzbogacony w wodór. Mikrynit tworzy drobnodispersyjne domieszki w wityrnycie bądź spotyka się go w postaci ziaren tworzących aglomeraty, przybierające zwykle formy smug i soczewek.

Inertodetrynit (tabl. II, 5; tabl. III, 2–4; tabl. IV, 4, 5; tabl. VI, 5,6; tabl. VII, 5, 6; tabl. VIII, 3, 4; tabl. IX, 2, 3; tabl. X, 2; tabl. XIII, 3, 6; tabl. XV, 6; tabl. XVII, 3, 4; tabl. XVIII, 4, 5; tabl. XIX, 2, 3, 5, 6; tabl. XX, 4, 6; tabl. XXI, 4–6; tabl. XXII, 1–3; tabl. XXIII, 4) tworzą nierozpoznawalne fragmenty macerałów grupy inertynitu, o wielkości poniżej 10 μm . Wykazuje on barwy typowe dla inertynitu, a jego refleksyjność jest zależna od macerałów wyjściowych i może się wahać w obrębie tego samego węgla. Macerał nie wykazuje właściwości fluorescencyjnych. Powszechnie występuje w trimacerycie, durycie oraz wityrnycie.

MATERIA MINERALNA

(tabl. III, 6; tabl. VI, 6; tabl. XII, 4; tabl. XVI, 5; tabl. XXI; tabl. XXII, 1–4; tabl. XXIII, 5, 6)

Materia mineralna występująca w węglu może mieć różną genezę. Niektóre minerały mogły być deponowane w torfowisku podczas akumulacji węglotwórczej materii organicznej, inne mogły stanowić np. opad pyłów wulkanicznych, jeszcze inne powstały wskutek wytrącania z powierzchniowych lub gruntowych roztworów wodnych infiltrujących warstwy węgla. Część minerałów może pochodzić ze związków nieorganicznych i kompleksowych związków organiczno-metalicznych występujących w materiale roślinnym deponowanym w torfowisku. Bez względu na genezę materii mineralnej w węglu można stwierdzić, że zawiera ona zarówno minerały widoczne w mikroskopie, jak i minerały submikroskopowej wielkości, które są stowarzyszone z macerałami. Minerały występujące w węglu można zgrupować następująco: minerały ilaste, minerały węglanowe (np. syderyt, kalcyt, dolomit, ankeryt), siarczki (np. piryt, markasyt, galena, sfaleryt, chalkopiryt, pirityn), krzemiany (np. kwarc, cyrkon), tlenki i wodorotlenki (np. rutył, magnetyt, hematyt, diaspory), inne.

Minerały w węglu mogą tworzyć samodzielne cienkie pasemka lub soczewki, często spotyka się je w szczelinach i spękaniach, mogą być też bezpośrednio związane z macerałami lub innymi minerałami. Materia nieorganiczna może także występować jako rozproszona w tle węglowym drobne ziarna mineralne.

MIKROLITOTYPY I KARBOMINERYTY

(tabl. III, 2, 5; tabl. IV, 1–5; tabl. V, 2–4; tabl. VI, 6; tabl. VII, 1, 2, 4, 6; tabl. IX, 6; tabl. X, 1, 2, 4, 5; tabl. XI, 1, 2, 6; tabl. XIII, 5; tabl. XIV; tabl. XV; tabl. XVI; tabl. XVII; tabl. XVIII; tabl. XIX; tabl. XX; tabl. XXI, 1–3)

Macerale są ze sobą związane w naturalne asocjacje, które nazywa się mikrolitotypami i wydziela się je w pokładzie, jeżeli tworzą pasemka o grubości 50 μm . Materia mineralna może z macerałami tworzyć zmineralizowane mikrolitotypy określane jako karbomineryty. Jeśli mikrolitotyp nie spełnia kryterium minimalnej grubości, jest on uznany za nietypowy. Innym koniecznym warunkiem do wyróżnienia mikrolitotypu jest kryterium 5%, tzn. że macerały nie wchodzące w skład danego mikrolitotypu nie mogą w nim stanowić więcej niż 5% objętościowych.

Mikrolitotypy węgla kamiennego (tab. 4) wyróżnia się gdy: w przewodzie są zbudowane z macerałów jednej grupy – mikrolitotypy monomaceralne, macerały dwóch grup dominują nad macerałami trzeciej grupy, których zawartość jest mniejsza od 5% – mikrolitotypy bimaceralne, w skład wchodzi macerały trzech grup (poszczególne mikrolitotypy wyróżnia się na podstawie ilościowego udziału w ich składzie macerałów wszystkich trzech grup) – mikrolitotypy trimaceralne, tzw. trimaceryt.

Karbomineryty występują powszechnie w budowie pokładów węgla. W zależności od rodzaju domieszek mineral-

Tabela 4
Klasyfikacja mikrolitotypów i karbominerytów węgla kamiennego

Classification of microlithotype and carbominerite found in bituminous coal

Mikrolitotyp / Karbomineryt	Skład	Grupa mikrolitotypów
Witryt Liptyt Inertyt	witrynit (W) >95% liptynit (L) >95% inertynit (I) >95%	monomaceralne
Klaryt Witryneryt Duryt	W + L >95% W + I >95% L + I >95%	bimaceralne
Duroklaryt Klaroduryt Witrynertoliptyt	W > L, I (każdy >5%) I > W, L (każdy >5%) L > W, I (każdy >5%)	trimaceralne
Karbargilit Karbopirynt Karbonkerynt Karbosilicynt Karbopoliminerynt	węgiel + 20–60% minerały ilaste węgiel + 5–20% siarczki węgiel + 20–60% węglany węgiel + 20–60% krzemionka węgiel + 20–60% różne minerały lub 5–60% (przy wysokiej zawartości siarczków dolną granicę należy obniżyć)	karbomineryty

nych w węglu wyróżnia się pięć karbominerytów (tab. 4). Charakter materii organicznej (rodzaj mikrolitotypu) może także determinować typ karbominerytu, np. witrytowy, inertytowy, klarytowy, trimacerytowy itd.

ZARYS PETROGRAFII WĘGLA KAMIENNEGO DOLNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Pomimo wcześniejszego przemysłowego znaczenia złóż węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, w przeszłości nie prowadzono kompleksowych i systematycznych badań petrologicznych występujących tu węgla. Sytuacja ta zmieniła się z końcem lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, o czym świadczy wzrost liczby publikacji naukowych.

Badania budowy mikroskopowej i makroskopowej węgla DZW zapoczątkował Höhne w 1934 r. (*fide* Kwiecińska, 1967). W latach 90. XX wieku ten nurt badawczy był kontynuowany przez Nowaka (1990a, 1993, 1997a, b, 1998, 2000). Zmianom w pokładach węgla spowodowanych kontaktem z intruzjami magmowymi oraz zależności stopnia uwęglenia od głębokości i wpływu metamorfizmu termicznego na jego wielkość poświęcone są prace: Gorczyca i Kwiecińskiej (1963), Kwiecińskiej (1963, 1967), Kwiecińskiej

i in. (1992), Kwiecińskiej i Nowaka (1997), Nowaka (2000). Regionalne zróżnicowanie stopnia uwęglenia na podstawie wyników pomiarów refleksyjności witrynitów zostało przedstawione przez Mastalerz i Jonesa (1988), częściowo przez Kwiecińską i Nowaka (1997) oraz przez Nowaka (1997a, b, c, 2000). Natomiast problemy związane z identyfikacją i paralizacją pokładów węgla w DZW metodami makropetrograficznymi były przedmiotem publikacji Mastalerz (1985) i Nowaka (1989, 1990b).

Większość badań petrologicznych węgla DZW była wykonywana jeszcze przed wprowadzeniem i obowiązywaniem klasyfikacji macerałów grupy ICCP System 1994 (tab. 3), której praktyczne zastosowanie w petrologii węgla datuje się na przełom wieków XX i XXI. Stąd w pracach petrologicznych na temat węgla Zagłębia Dolnośląskiego występują terminy obowiązujące jeszcze do końca ubiegłego stulecia.

Tabela 5

Porównanie wcześniejszej klasyfikacji macerałów grup wityrynytu i inertynytu według Stopes-Heerlen System (ICCP, 1975, 1985) z klasyfikacją macerałów tych grup według systemu ICCP System 1994 (ICCP, 1998, 2001)

Correlation of the vitrinite and inertinite classification of the ICCP System 1994 (ICCP, 1998, 2001) to the former Stopes-Heerlen System (ICCP, 1975, 1985)

Klasyfikacja macerałów wg Stopes-Heerlen System			Klasyfikacja macerałów wg ICCP System 1994		
grupa	macerał	submacerał	grupa	podgrupa	macerał
Wityrynit	telinit		Wityrynit	telowityrynit	telinit kolotelinit ¹
	kolinit	telokolinit ¹ żelokolinit ⁴ desmokolinit ² korpokolinit ³		detrowityrynit	witrodetyrynit kolodetyrymit ²
		witrodetyrynit			żelowityrynit
Inertynit	fuzynit	pirofuzynit	Inertynit		fuzynit
		degradofuzynit			semifuzynit
	semifuzynit			funginit	
	sklerotynit	fungosklerotynit		sekretynit	
	makrynit			makrynit	
	mikrynit			mikrynit	
	inertodetyrynit			inertodetyrynit	

^{1, 2, ...} cyfry wskazują na odpowiedniki poszczególnych macerałów w obu klasyfikacjach
numerals point to equivalents of individual macerals in these classifications

W niniejszej pracy posłużono się już obowiązującą klasyfikacją, zastępując używane w cytowanych pracach nazwy macerałów obecnie obowiązującymi. W tabeli 5 zestawiono wcześniej używane klasyfikacje macerałów grup wityrynytu i inertynytu z klasyfikacją ICCP System 1994.

Rezultaty badań petrograficznych węgla Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego prowadzonych w ostatnim ćwierćwieczu umożliwiły sformułowanie pewnych ogólnych tendencji na temat ich petrografii, genezy i zróżnicowania stopnia uwęglenia (Nowak, 2000). Węgla te wykazują zróżnicowany, aczkolwiek na ogół wysoki stopień uwęglenia, oraz zmienny skład petrograficzny w pokładach różnych formacji węglonośnych i w różnych rejonach zagłębia.

FORMACJA Z WAŁBRZYCHA

Rejon wałbrzyski. Analizy macerałów pokładów węgla 680, 678, 672 i 664/665 wykazały znaczące zróżnicowanie ich składu petrograficznego (Mastalerz, 1992). Obserwuje się w nich spadek zawartości wityrynytu w górę profilu formacji, zwłaszcza w pokładach 680 i 678, podczas gdy w innych pokładach spadek ten jest stopniowy. W pokładzie 680 zawartość wityrynytu dochodzi do 90%, natomiast w młodszych pokładach wynosi od 73% w pokładzie 678 do 65% w po-

kładzie 664/665. Taką samą tendencję zaobserwowano także w składzie petrograficznym pokładów formacji z Wałbrzycha nawierconych w otworach GV-14 i Suliszów (Nowak, 1997b). Zawartość wityrynytu waha się tu od 88% w dolnej części profilu formacji do 73% w jej wyższej części. Jest to węgiel reprezentujący wysokie stadium metamorfizmu.

Wzrost udziału liptynytu jest obserwowany w górę profilu formacji z Wałbrzycha (Mastalerz, 1992). W najniższym położonym pokładzie 680 spotyka się zaledwie śladowe ilości macerałów tej grupy, podczas gdy pokład 664/665 wykazuje udział liptynytu powyżej 10%. Z kolei zawartość inertynytu jest najmniejsza w pokładzie 680 i gwałtownie wzrasta w pokładzie 678, osiągając prawie 25%. Natomiast pokład 664/665 wykazuje spadek udziału inertynytu do 18%.

Pokłady węgla formacji z Wałbrzycha cechują się wzrostem udziału materii mineralnej ku stropowi formacji, od 1 do 7%.

Rejon noworudzki. Badania petrograficzne węgla formacji z Wałbrzycha rejonu noworudzkiego były wykonywane dla pokładów nawierconych w otworach wiertniczych: Kolno IG 1, GN-24, Miłków IG 1 i Dzikowiec IG 1. Pokłady 628, 622/623, 618, 613, 612 oraz wiązka 602/608 występujące w otworach Kolno IG 1 i GN-24 reprezentują węgiel antracytowy i antracyt (Nowak, 1997c, 2000). Wykazują one wysoką zawartość wityrynytu (70–90%), podczas gdy inerty-

nit występuje mniej więcej w stałych ilościach pomiędzy 7,8 a 9,2%. W pokładach tych zaobserwowano większe zróżnicowanie udziału materii mineralnej (od 3,4 do 21,6%) niż w przypadku warstw węgla tej formacji z rejonu wałbrzyskiego. Przeważają tu minerały ilaste, występujące w formie mikrolamin, soczewek lub w postaci rozproszonej. W pokładach tych były także spotykane niewielkie ilości krzemionki, syderytu oraz piryty, galeny i pirotynu.

W pokładach o niższym stopniu uwęglenia, występujących w profilach otworów Miłków IG 1 i Dzikowiec IG 1, spotyka się macerały trzech grup. Dominują macerały grupy wityrynytu (45,6–77,4%), wykształcone głównie jako kolotelinit i kolodetrynit, rzadziej spotyka się korpożelinit, telinit i wirodetrynit. Mniejsze udziały wykazują macerały grupy liptynytu, których zawartość rzadko przekracza 10%. Przeważającym macerałem tej grupy jest sporynit, natomiast kutynt, rezynit i liptodetrynit występują podrzędnie. Udziały macerałów grupy inertynitu w tych węglach wahają się od 4 do 33%, a głównymi macerałami są tu fuzynit, semifuzynit i inertodetrynit. Zawartość składników mineralnych jest zmienna (2,4–15,0%), natomiast przy wysokiej jej ilości (do 60%) można wyróżnić już łupki węglowe. Materię nieorganiczną reprezentują minerały ilaste, kwarc, piryty i syderyt.

FORMACJA Z ŻACLERZA

Rejon wałbrzyski. Węgiel tej części DZW charakteryzuje się dominacją macerałów grupy wityrynytu, podczas gdy liptynit i inertynit występują powszechnie, lecz w znacznie mniejszych ilościach. Udział wityrynytu waha się od blisko 30 do 84%, zwykle jego zawartość wynosi 47–72%, najczęściej przekraczając 50%. Grupę tę reprezentują kolotelinit, kolodetrynit, rzadziej wirodetrynit, telinit i korpożelinit, które charakteryzują się typowymi dla tych macerałów cechami optycznymi. W pokładach węgla rejonu wałbrzyskiego stwierdzono także obecność pseudowityrynytu, macerału bez jednoznacznej przynależności do grupy wityrynytu. Geneza pseudowityrynytu jest do tej pory niejasna i wciąż trwają prace nad jej ustaleniem. Zwykle jego powstanie wiąże się z utlenianiem w najwcześniejszych stadiach uwęglenia (Benedict, Berg, 1965; Benedict i in., 1968). Badania Kaegi'ego (1985) wskazują, że pseudowityrynit jest produktem niskotemperaturowego utleniania. W węglach DZW składnik ten często występował w pokładach o podwyższonej zawartości inertynitu (Nowak, 1996, 1997a), co mogłoby potwierdzać pogląd wskazujący na jego genezę związaną z okresowym wysychaniem torfowisk (Wolf, Wolff-Fischer, 1984; Hagemann, Wolf, 1989). Wyniki późniejszych badań Nowaka (2000) nie wykazują już wspomnianej zależności. Crelling (1991) wskazuje, że wityrynit i pseudowityrynit są całkowicie odmiennymi macerałami, różniącymi się zarówno cechami optycznymi, jak i właściwościami termodynamicznymi (Johnson i in., 1985), gęstością (Dyrkacz i in., 1984a, b, c), składem chemicznym i reaktywnością (Crelling i in., 1988, 1990). Kruszewska (1998) prezentuje odmienny pogląd, wykazując w górnoląskim węglu kamiennym, bogatym w wi-

trynit, przejścia od kolotelinitu do pseudowityrynytu w obrębie tego samego pasemka. Takie same zjawiska obserwowano także w kamiennym węglu dolnośląskim (Nowak, 1997a).

Inertynit w węglu formacji z Żaclerza rejonu Wałbrzycha jest reprezentowany głównie przez semifuzynit i fuzynit, które przeważają nad inertodetrynitem. Makrynit, mikrynit, funginit i sekretynit na ogół występują podrzędnie. Udział inertynitu jest zmienny i waha się od 5,2 do 53,8%, a udział liptynytu zawiera się w przedziale od 4,4 do 23,8%. Spośród macerałów grupy liptynytu jedynie sporynit wykazuje znaczącą zawartość, natomiast pozostałe składniki tej grupy występują rzadko.

Węgiel opisywanej formacji na obszarze wałbrzyskim cechuje się znacznym zróżnicowaniem zawartości materii mineralnej. Dominują minerały ilaste i węglanowe oraz piryty, a ponadto powszechnie spotyka się nieznaczne ilości, rzadko przekraczające 1%, epigenetycznej galeny (Nowak, 1997a, 1998).

Rejon noworudzki. Pokłady węgla formacji z Żaclerza tego rejonu charakteryzują się bardzo zróżnicowanym składem petrograficznym. I tak w zachodniej części rejonu jest to węgiel o wysokiej zawartości wityrynytu, średniej do wysokiej inertynitu i niewielkiej liptynytu (zwykle poniżej 10%). Udział wityrynytu waha się od 47 do 84%, a głównym macerałem tej grupy jest kolotelinit, przy stosunkowo niskiej zawartości wirodetrynytu. Inertynit osiąga tu nawet 32%. Macerały tej grupy reprezentowane są przez często występujące fuzynit, semifuzynit i inertodetrynit, podczas gdy mikrynit, makrynit, funginit i sekretynit występują podrzędnie. Głównym macerałem grupy liptynytu jest sporynit, który ze względu na stopień uwęglenia i związane z tym właściwości optyczne (m.in. szara barwa, nieco tylko ciemniejsza od barwy wityrynytu występującego w tych węglach) można uznać za metasporynit, podobnie jak i pozostałe, podrzędnie występujące macerały tej grupy (metakutynt, metarezynit).

Typową cechą pokładów węgla formacji z Żaclerza zachodniej części rejonu Nowej Rudy jest mały udział składników nieorganicznych w ich budowie. Przeważają tu minerały ilaste, tworzące mikrolaminy i soczewki, a także spotyka się je w formie rozproszonej. Występują także minerały siarczkowe – oprócz piryty spotykane są w nieznacznych ilościach (poniżej 1%) pirotyn i chalkopiryty, które stwierdzono w antracytach z otworu Kolno IG 1, czy też powszechnie występująca w szczelinach węglowych epigenetyczna galena (Nowak, 1997a, c, 1998, 2000).

Pokłady węgla formacji z Żaclerza południowo-wschodniej części rejonu noworudzkiego – okolice Słupca – wykazują najbardziej zmienne proporcje udziałów poszczególnych grup macerałów. Ich cechą charakterystyczną jest wysoka zawartość inertynitu, od 13,4 do 55,4% (Nowak, 1993, 1996, 1997a, b, 2000). Fuzynit i semifuzynit to główne macerały tej grupy, niekiedy zauważalna jest także podwyższona zawartość inertodetrynytu. Natomiast makrynit, sekretynit, funginit i mikrynit to składniki o drugorzędnej roli. Wityrynit wykazuje w badanych węglach zawartości od zdecydowanie niskich po wysokie (29,6–77,0%). Grupa ta

reprezentowana jest głównie przez kolodetrynit i kolotelinit. W przypadku węgla o wysokim udziale wityryny kolotelinit wykazuje wyższą zawartość i dominację nad kolodetrynitem. Natomiast pokłady cechujące się niską lub średnią ilością wityryny charakteryzują się przewagą kolodetrynytu nad kolotelinitem. Pozostałe macerały reprezentujące wityrynit (witrodetrynit, telinit, korpożelinit) występują okazjonalnie. W węglach tych stwierdzono także obecność pseudowityryny. Macerał ten wcześniej był opisany z węgla rejonu wałbrzyskiego (Nowak, 1997a), gdzie często występował w pokładach o podwyższonej zawartości inertynitu, co mogłoby wskazywać na jego semiinertny charakter. W węglach SE części rejonu noworudzkiego takiej tendencji nie obserwuje się. Można jedynie stwierdzić, że występowanie pseudowityryny w dość znacznej dla tego macerału proporcji związane jest raczej z węglem o wysokim udziale wityryny. Liptynit

wykazuje zawartość od 3,6 do 19,4%, często przekraczając 10%. Dominującym macerałem tej grupy jest sporynit, wykształcony zarówno jako tenuisporynit, jak i krassisporynit. Oprócz miospor sporynit utworzony jest również przez megaspory. Natomiast obecny w tych węglach kutynit jest wykształcony w odmianie cienko- i grubościennej. Rezynit, macerał o drugorzędym znaczeniu, spotyka się głównie jako impregnacje komórek telinitu.

Inną charakterystyczną cechą węgla SE części rejonu noworudzkiego jest na ogół mała zawartość składników nieorganicznych (Nowak, 1993, 1997a, b). Dominują tu głównie minerały ilaste. Składniki nieorganiczne wraz z materią organiczną tworzą mikrolitotypy, spośród których najczęściej występują karbargilit, karbopiryty i karbankeryt, natomiast karbopolimineryt czy karbosilicyt spotyka się w tych węglach sporadycznie.

LITERATURA

- AWDANKIEWICZ M., 1999a — Volcanism in late Variscan intramontane trough: Carboniferous and Permian volcanic centres of the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. *Geol. Sudet.*, **32**, 1: 13–47.
- AWDANKIEWICZ M., 1999b — Volcanism in late Variscan intramontane trough: the petrology and geochemistry of the Carboniferous and Permian volcanic rocks of the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. *Geol. Sudet.*, **32**, 2: 83–111.
- BENEDICT L.G., BERG W.F., 1965 — Recognition and measurement of oxidation. GSA Coal Group, Miami.
- BENEDICT L.G., THOMPSON R.R., SHIGO III J.J., AIKMAN R.P., 1968 — Pseudovitrinite in Appalachian coking coals. *Fuel*, **47**: 125–143.
- BILANS ZASOBÓW kopalni i wód podziemnych w Polsce 2007, red. S. Przeniosło. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOSSOWSKI A., 1995 — Coal deposits. Lower Silesian Coal Basin. *W: The Carboniferous system in Poland* (red. A. Zdanowski, H. Żakowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **148**: 173–175.
- BOSSOWSKI A., 1998 — Perspektywy występowania metanu w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddz. Dolnośląski, Wrocław.*
- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A., 2006 — Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A., KUROWSKI L., MASTALERZ K., NOWAK G.J., 1995 — Lithostratigraphy and sedimentologic-palaeogeographic development. Intra-Sudetic Depression. *W: The Carboniferous system in Poland* (red. A. Zdanowski, H. Żakowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **148**: 142–148.
- BOSSOWSKI A., NOWAK G.J., 1995 — Comparison of the Upper Carboniferous in the Polish and the Czech parts of the Intra-Sudetic Depression. *W: The Carboniferous system in Poland* (red. A. Zdanowski, H. Żakowa). *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **148**: 157–158.
- CRELLING J.C., 1991 — Types of vitrinite macerals III: Pseudovitrinite. *Newslet. Soc. Org. Petrol.*, **8**: 14–15.
- CRELLING J.C., HIPPO E.J., WOERNER B.A., GILLESPIE E.M., 1990 — Reactivity of coal macerals. *Inonmaking Proc. ISS-AIME*, **49**: 211–217.
- CRELLING J.C., SKORUPSKA N.M., MARSH H., 1988 — Separation macerals and lithotypes. *Fuel*, **67**: 281–285.
- DIESSEL C.F.K., 1992 — Coal-bearing depositional systems. Springer-Verlag.
- DYRKACZ G.R., BLOOMQUIST C.A.A., RUSCIC L., 1984a — Chemical variation in coal macerals separated by density gradient centrifugation. *Fuel*, **63**: 1166–1174.
- DYRKACZ G.R., BLOOMQUIST C.A.A., RUSCIC L., 1984b — High resolution density variation of coal macerals. *Fuel*, **63**: 1367–1374.
- DYRKACZ G.R., BLOOMQUIST C.A.A., SOLOMAN P.R., 1984c — Fourier transform infrared study of high-purity maceral types. *Fuel*, **63**: 536–542.
- DZIEDZIC K., 1965 — Geneza karbońskich niecce z obszaru noworudzkiego. *Kwart. Geol.*, **9**, 3: 551–564.
- DZIEDZIC K., 1966 — Rozwój produktywniej formacji węglowej w Sudetach Środkowych. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **36**: 345–367.
- DZIEDZIC K., 1971 — Sedymentacja i paleogeografia utworów górnokarbońskich w niecce śródsudeckiej. *Geol. Sudet.*, **5**: 7–76.
- DZIEDZIC K., 1980a — Subvolcanic intrusions of Permian volcanic rocks in the Central Sudetes. *Z. geol. Wiss. Berlin*, **8**, 9: 1181–1191.
- DZIEDZIC K., 1980b — Niektóre problemy chemizmu wulkanitów dolnośląskich. *Kwart. Geol.*, **24**, 3: 537–552.
- DZIEDZIC K., 1986 — The Palaeozoic rifting and volcanism in Western Poland. *Z. geol. Wiss. Berlin*, **14**, 4: 445–457.
- DZIEDZIC K., 1998 — Genesis and evolution of the Sudetic late Hercynian volcanic rocks inferred from the trace element modelling. *Geol. Sudet.*, **31**: 79–91.
- GORCZYCA S., KWIECIŃSKA B., 1963 — Microstructure of cone in cone coals from the Lower Silesian Coal Basin. *Bull. de l'Academ. Pol. des Sci., Ser., des sci. geol. et geogr.*, **11**: 207–210.
- GÓRECKA T., 1962 — Niektóre wyniki badań sporowych w wałbrzyskiej niecce węglowej. *Kwart. Geol.*, **6**, 4: 785–786.
- GÓRECKA T., 1968 — Problem granicy namur-westfal w północno-zachodniej części depresji śródsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **12**, 1: 51–64.
- GÓRECKA T., 1969 — Stratygrafia warstw z Białego Kamienia w północno-zachodniej części niecki śródsudeckiej na podstawie badań palynologicznych. *Biul. Inst. Geol.*, **230**: 167–292.

- GÓRECKA-NOWAK A., 1988 — Palinostratygrafia osadów górnokarbońskich z otworu wiertniczego Grzędy IG 1 (północna część depresji śródsudeckiej). *Geol. Sudet.*, **23**, 1: 103–119.
- GÓRECKA-NOWAK A., 1995 — Palinostratygrafia utworów westfalu w północno-zachodniej części depresji śródsudeckiej. *Acta Univ. Wratisl., Pr. Geol.-Miner.*, **40**.
- GÓRECKA-NOWAK A., 2002 — Palynological record of palaeoclimatic changes in Late Carboniferous – an example from the Intrasudetic Basin (SW Poland). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **118**: 101–114.
- GÓRECKA-NOWAK A., NOWAK G.J., 1998 — Palynologic and coal petrographic data as indicators of peat-forming environments – an example from Westphalian A coal seams of the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland). Abstracts. The Fifth European Palaeobotanical – Palynological Conference, Cracow, Poland. W. Szafer Institute of Botany of Polish Academy of Sciences, Polish Geological Institute in Warsaw, International Organization of Palaeobotany, International Federation of Palynological Societies.
- GÓRECKA-NOWAK A., NOWAK G.J., 1999 — Palynology, petrographic composition and environments of selected Westphalian A coal seams from the Intrasudetic Basin (SW Poland). W: Proceedings of the Fifth European Palaeobotanical – Palynological Conference, Cracow, Poland (red. L. Stuchlik). *Acta Palaeobot. Pol.*, suppl., 2: 41–46.
- GÓRECKA-NOWAK A., NOWAK G.J., 2000 — Application of coal petrography and palynology to palaeoenvironmental studies – implications for bituminous coals of the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland). 4th European Coal Conference, Ustroń, Poland. Programme and Abstracts: 24–25. Pol. Geol. Inst., Warsaw.
- GROCHOLSKI A., BOSSOWSKI A., 1987 — Dolnośląskie Zagłębie Węglowe. W: Budowa geologiczna Polski (red. R. Osika), t. IV, Złoża surowców mineralnych: 140–148. Wyd. Geol., Warszawa.
- HAGEMANN H.W., WOLF M., 1989 — Palaeoenvironments of lacustrine coals – the occurrence of algae in humic coals. *Int. J. Coal Geol.*, **12**: 511–522.
- ICCP [International Committee for Coal and Organic Petrology], 1963 — International handbook of coal petrography. CNRS. 2nd Ed., 1st Suppl., Paris.
- ICCP, 1975 — International handbook of coal petrography. CNRS. 2nd Ed., 2nd Suppl., Paris.
- ICCP, 1985 — International handbook of coal petrography. CNRS. Suppls to 2nd Ed., Univ. of Newcastle upon Tyne, England.
- ICCP, 1998 — The new vitrinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, **77**: 349–358.
- ICCP, 2001 — The new inertinite classification (ICCP System 1994). *Fuel*, **80**: 459–471.
- JASIEŃKO S., BIEGAŃSKA C., ŚWIETLIK U., KIDAWA H., 1997 — Atlas mikroskopowych typów struktur występujących w węglach kamiennych i koksach. Oficyna Wyd. PWrocł., Wrocław.
- JOHNSON K.W., CRELLING J.C., BISWAS A., TELSCHOW K.L., AHMED T., MYERS J.M., 1985 — Phytoacoustic microscopy of coal macerals. *Fuel*, **64**: 1453–1459.
- JURCZAK-DRABEK A., 1996 — Atlas petrograficzny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAEGID.D., 1985 — On identification and origin of pseudovitrinite. *Int. J. Coal Geol.*, **4**: 309–319.
- KARCZEWSKI S., 1907 — O budowie mikroskopowej węgla kamiennego z Dąbrowy Górniczej. *Pamiętnik Fizjograf.*, **19**. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., 1958 — Wulkanizm permski w rejonie Głuszycy i Świerków na Dolnym Śląsku. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **28**, 1: 5–61.
- KOZŁOWSKI S., 1963 — Geologia wulkanitów permskich w centralnej części niecki śródsudeckiej (Dolny Śląsk). *Pr. Geol. Kom. Geol., PAN Oddz. w Krakowie*, **14**: 5–84.
- KRAWCZYŃSKA-GROCHOLSKA H., 1966 — Namur Zagłębia Noworudzkiego w świetle badań sporowych. *Geol. Sudet.*, **2**: 323–401.
- KRUSZEWSKA K.J., 1998 — The reactivity of pseudovitrinite in some coals. *Fuel*, **77**, 14: 1655–1661.
- KUROWSKI L., 1996 — Paleogeografia basenu wałbrzyskiego w czasie sedymentacji warstw białokamiennych. *Acta Univ. Wratisl., Pr. Geol.-Miner.*, **52**: 7–21.
- KUROWSKI L., 1998 — Fluvial sedimentology of the Biały Kamień Formation (Upper Carboniferous, Sudetes, Poland). *Geol. Sudet.*, **31**: 69–77.
- KWIECIŃSKA B., 1963 — Cone in cone coals in Lower Silesian Coal Basin. *Bull. del' Acad. pol. des Sci., Ser. des sci. geol., et geogr.*, **11**: 201–206.
- KWIECIŃSKA B., 1967 — Węgle skoksowane z Zagłębia Wałbrzyskiego. *Pr. Miner. PAN*, **9**.
- KWIECIŃSKA B., 1980 — Mineralogy of natural graphites. *Pr. Miner. PAN*, **67**.
- KWIECIŃSKA B., HAMBURG G., VLEESKENS J.M., 1992 — Formation temperatures of natural coke in the Lower Silesian Coal Basin, Poland. Evidence from pyrite and clays by SEM-EDX. *Int. J. Coal Geol.*, **21**: 217–235.
- KWIECIŃSKA B., NOWAK G.J., 1997 — Highly metamorphosed coals from the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland). Proc. XIII Int. Congr. Carboniferous–Permian, Kraków 1995. Part 2. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **157**: 247–255.
- KWIECIŃSKA B., WAGNER M., 2001 — Atlas petrograficzny węgla brunatnego. Wyd. A. Choczewski. Kraków.
- MASTALERZ K., 1996 — Sedymentacja warstw żałerskich w niecce wałbrzyskiej. *Acta Univ. Wratisl., Pr. Geol.-Miner.*, **52**: 21–93.
- MASTALERZ M., 1985 — Możliwość identyfikacji pokładów węgla na podstawie diagramów litotypów. *Prz. Geol.*, **33**, 11: 633–635.
- MASTALERZ M., 1992 — Petrografia i warunki depozycji pokładów węgla formacji wałbrzyskiej w niecce śródsudeckiej. *Geol. Sudet.*, **26**, 1/2: 47–82.
- MASTALEZR M., JONES J.M., 1988 — Coal rank variation in the Intrasudetic Basin, SW Poland. *Int. J. Coal Geol.*, **10**: 79–97.
- MASTALERZ M., SMYTH M., 1988 — Petrography and depositional conditions of the 64/65 coal seam in the Intrasudetic Basin, SW Poland. *Int. J. Coal Geol.*, **10**: 79–97.
- MASTALERZ M., WILKS K.R., 1992 — Coal seams of Wałbrzych Formation, Intrasudetic Basin, Poland: Inferences on changing depositional environment. *Int. J. Coal Geol.*, **20**: 243–261.
- NEMEC W., 1984 — Warstwy wałbrzyskie (dolny namur) w Zagłębiu Wałbrzyskim: analiza aluwialnej sedymentacji w basenie węglowym. *Geol. Sudet.*, **19**, 2: 7–73.
- NEMEC W., POREBSKI S.J., TEISSEYRE A.K., 1982 — Explanatory notes to the lithotectonic molasse profile of the Intrasudetic Basin, Polish Part (Sudety Mts., Carboniferous–Permian). *Veröff. Zentralinst. Phys. Erde AdW DDR, Potsdam*, **66**: 267–297.

- NOWAK G.J., 1989 — Diagramy litotypów jako wskaźnik do identyfikacji pokładów węgla w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (ocena przydatności metody). Mat. VII Konf. Nauk. nt. Petrologia węgla: 31–34. AGH, Kraków.
- NOWAK G.J., 1990a — Wyniki badań petrograficznych węgla kamiennych z profilu otworu wiertniczego Dzikowiec IG-1 (depresja śródsudecka). *Geol. Sudet.*, **25**, 1/2: 83–98.
- NOWAK G.J., 1990b — Próba identyfikacji pokładów węgla w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym na podstawie diagramów krzywych facjalnych. *Prz. Geol.*, **38**, 12: 530–534.
- NOWAK G.J., 1991 — Sapropelit z otworu wiertniczego Dzikowiec IG-1 (depresja śródsudecka). *Prz. Geol.*, **39**, 9: 393–398.
- NOWAK G.J., 1993 — Lithotype variation and petrography of coal seams from the Żacler Formation (Westphalian) in the Intrasudetic Basin, southwestern Poland. *Org. Geochem.*, **20**: 295–313.
- NOWAK G.J., 1994a — Petrology as a guide to establishing an accumulation model of coal seams of the Żacler Formation from the Lower Silesian Coal Basin (southwestern Poland). Int. Conf. and Short Course on Coalbed Methane and Coal Geology. Department of Earth Sciences, University of Wales, Cardiff.
- NOWAK G.J., 1994b — Genesis and coal facies of Westphalian coal seams of the Intrasudetic Basin (southwestern Poland). Advances in Coal and Organic Petrology. Proc. of the Int. Symp. on Coal and Organic Petrology: 27–33. Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.
- NOWAK G.J., 1995a — Petrology as a guide to establishing an accumulation model of coal seams of the Żacler Formation from the Lower Silesian Coal Basin (southwestern Poland). 47th Annual Meeting of the Int. Committee for Coal and Organic Petrology. AGH, Kraków.
- NOWAK G.J., 1995b — Petrological variation of coals in the Intrasudetic Basin, southwestern Poland. XIII Int. Congress Carboniferous–Permian. Abstracts: 105–106. Pol. Geol. Inst., Warsaw.
- NOWAK G.J., 1995c — Petrology of coal seams of the Żacler Formation. XIII Int. Congress Carboniferous–Permian. Guide to Excursion B1: 22–23. Pol. Geol. Inst., Warsaw.
- NOWAK G.J., 1996 — Petrological coal seam accumulation model for the Żacler Formation of the Lower Silesian Coal Basin, southwestern Poland. *W: Coalbed methane and coal geology* (red. R. Gayer, I. Harris). *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **109**: 261–286.
- NOWAK G.J., 1997a — Petrologia pokładów węgla formacji żaclerskiej w depresji śródsudeckiej (Dolnośląskie Zagłębie Węglowe). *Acta Univ. Wratisl., Pr. Geol.-Miner.*, **57**.
- NOWAK G.J., 1997b — Petrological variation of coals in the Intra-Sudetic Depression, southwestern Poland. Proc. of the XIII Int. Congress Carboniferous–Permian. Part 2. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **157**: 281–290.
- NOWAK G.J., 1997c — Zróżnicowanie stopnia uwęglenia i budowy petrograficznej pokładów węgla we wschodniej części Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **375**: 61–79.
- NOWAK G.J., 1998 — Petrologic recognition of coal seams in the Lower Silesian Coal Basin. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **162**.
- NOWAK G.J., 2000 — Dojrzałość termiczna węgla Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle ich petrografii i genezy. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **391**: 89–146.
- NOWAK G.J., 2001 — Facies model of the Upper Carboniferous coal seams in the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland) from the view point of microscopic studies. Eighteenth Annual Meeting of The Society of Organic Petrology. Abstracts and Program, Vol. 18: 91–92. Houston, Texas, USA.
- NOWAK G.J., 2004 — Facies studies of bituminous coals in Poland. *Int. J. Coal Geol.*, **58**: 61–66.
- NOWAK G.J., GÓRECKA-NOWAK A., 1999 — Peat-forming environments of Westphalian A coal seams from the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland) based on petrographic and palynologic studies. *Int. J. Coal Geol.*, **40**, 4: 327–351.
- NOWAKOWSKI A., 1968 — Wulkanity permskie Gór Suchych w niecce śródsudeckiej. *Geol. Sudet.*, **4**: 299–408.
- OLSZEWSKA K., MAGNES C., ZIÓLKOWSKI J., KUHL J., 1965 — Atlas petrograficzny górnośląskich kamiennych węgla humusowych. Wyd. Śląsk, Katowice.
- STACH E., MACKOWSKY M.-Th., TEICHMÜLLER M., TAYLOR G.H., CHANDRA D., TEICHMÜLLER R., 1982 — Stach's textbook of coal petrology. Ed. III. Gebrüder Borntraeger. Berlin–Stuttgart.
- STOPES M.C., 1919 — On four visible ingredients of banded bituminous coal. *Proc. Roy. Soc. B.*, **90**: 470–487. London.
- STOPES M.C., 1935 — On the petrology of banded bituminous coals. *Fuel*, **14**: 4–13.
- TASLER R. (red.), 1979 — Geologie česke časti vnitrosudetske panve. Ust. ustav geol., Praha.
- TAYLOR G.H., TEICHMÜLLER M., DAVIS A., DIESSEL C.F.K., LITKE R., ROBERT R., 1998 — Organic petrology. Gebrüder Borntraeger. Berlin–Stuttgart.
- TEICHMÜLLER M., 1984 — Fluorescence microscopical changes of liptinites and vitrinites during coalification and their relationship to bitumen generation and coking behaviour. *Soc. Org. Petrol. Spec. Publ.*, **1**.
- TEICHMÜLLER M., DURAND B., 1983 — Fluorescence microscopical rank studies on liptinites and vitrinites in peat and coals, and comparison with results of the Rock-Eval pyrolysis. *Int. J. Coal Geol.*, **2**: 197–230.
- WAGNER M., LIPIARSKI I., MISIAK J., 2008 — Atlas petrograficzny twardego węgla brunatnego i węgla kamiennego z obszaru Polski. AGH, Kraków.
- WOLF M., WOLFF-FISCHER E., 1984 — Alginite in Humuskohlen karbonischen Alters und sein Einfluss auf die optischen Eigenschaften des begleitenden Vitrinites. *Glück.-Forsch.*, **45**: 243–246.

BITUMINOUS COAL OF THE LOWER SILESIAN COAL BASIN IN MICROSCOPIC IMAGES

Abstract. The publication presents images of microscopic constituents of bituminous coals of the Lower Silesian Coal Basin (LSCB). These coals represent the Upper Carboniferous deposits. They are connected to two lithostratigraphical units called the Wałbrzych and Zacler formations. The underground exploitation of coals in the Lower Silesian Coal Basin was abandoned in the 1990s, mostly due to deposit depletion. The first part of the publication introduces readers into some aspects of geology of the Lower Silesian Coal Basin, methods of coal petrography as well as presents

lithotype, maceral and microlithotype classifications. In the end of that part of the publication, the outline on petrography of coals of Lower Silesian Coal Basin is added. The main goal of the publication is to present photo plates, showing macerals and microlithotypes occurring in bituminous coals of the LSCB. They illustrate typical macerals of vitrinite, liptinite and inertinite groups as well as microlithotypes occurring in the Lower Silesian bituminous coals (138 microphotographs in total). Additionally one of the plates presents miospores characteristic for these coals.

Key words: bituminous coal, coal petrography, macerals, microlithotypes, Carboniferous, Lower Silesian Coal Basin.

SUMMARY

The presented contribution is the first publication prepared as a kind of petrographic atlas of bituminous coals from the Lower Silesian Coal Basin (LSCB). It consists of two parts. The first of them presents main information concerning the geology of the LSCB as well as the petrographic classification of coal and procedures of petrographic studies of coals. The second part of the publication illustrates in details microscopic images of bituminous coals from the LSCB.

Bituminous coals of the Lower Silesian Coal Basin are associated exclusively with the Carboniferous period. The Lower Silesian Coal Basin, currently inactive (underground exploitation of bituminous coal deposits was abandoned in the 1990s), is the smallest Polish coal basin. It takes a portion of the Intrasudetic Depression – one of the largest geologic structures of the Sudetes. The LSCB coal seams cover an area of about 350 km². The Carboniferous (Upper Mississippian and mainly Pennsylvanian) coal measures of the basin are grouped in two main lithostratigraphic units – the Wałbrzych and Zacler formations, which belong to the Namurian and Westphalian. The area of the Lower Silesian Coal Basin consists of three main regions: (1) west – the Zacler area (mainly in the Czech Republic territory, whereas in Poland, this region is represented by the Lubawka neighbourhood), (2) north-west – the Wałbrzych area, and (3) east – the Nowa Ruda

area, where its south-eastern part can be considered as the Słupiec area.

The studies on the origin of coals from the LSCB, including both petrographic and palynological data, allowed palaeoecological interpretation with the determination of paleomire character (ombrothrophic, domed and planar rheotrophic mire) (Nowak, 1994b, 1996, 1997a, 1997b, 1998, 2000; Górecka-Nowak, Nowak, 1999, 2000; Nowak, Górecka-Nowak, 1999).

The coal seams indicate great variation in petrographic composition. Three groups of macerals – vitrinite, liptinite and inertinite occur in changing proportions in particular parts of the basin. Comparison of the mean content of the three maceral groups for the coal seams has revealed that there is a trend of decreasing – upward vitrinite content (90–45%) in the Wałbrzych Fm from the NW part of the basin. In contrast, the liptinite content increases upward from a trace to 10%. There is no regularity in the inertinite content distribution. The seams representing this same formation, but occurring in both the Nowa Ruda and Słupiec regions, display a great variability of maceral composition in particular coal beds (vitrinite from above 45% to 90%, inertinite 8–33%, liptinite up to 10%).

However, coal seams of the Zacler Fm from the NW part of the basin are characterised by medium to high vitrinite content (30–84%), low to high inertinite contents (5.2–53.8%) and constant percentage of liptinite, while its contents vary between 5% and 24%. Coals in the eastern part of the basin display a great variability of vitrinite contents from 47% to 84% and medium to high inertinite contents (up to 32%). Their liptinite percentage is negligible. The Zacler Formation coals of the SE edge of the basin are characterised by variable proportions in maceral composition. In general, these coals have a moderate vitrinite content (30–77%) and contain high percentage of inertinite (14–55%). The liptinite contents are constant ranging between 4% and 20%.

Coals of the seams range in rank from high volatile bituminous coals to anthracite and metaanthracite. Random vitrinite reflectance (R_o) mostly varies from 0.63% to over 3% (Nowak, 2000). Natural cokes were also found among coal seams in the LSCB.

In the descriptive part of the contribution, the lithotype classification according to Stopes nomenclature (1919), open this part of the publication. Additionally, some information on lithotypes of coal seams of the LSCB is given.

The recent classification of macerals of the vitrinite group (ICCP, 1998), inertinite group (ICCP, 2001) and liptinite group, were the basis for determination of macerals occurring in coals of the LSCB. The natural associations of macerals form microlithotypes, which were also characterised there.

The publication consists of a set of photographic plates (I–XXIII) showing different microscopic constituents i.e. macerals and microlithotypes found in the LSCB coals. The tables illustrate their petrographic features. There are images of vitrinite, liptinite and inertinite and their natural associations. Additionally, one plate (XXIV) illustrates some typical miospore taxa.

TABLICE

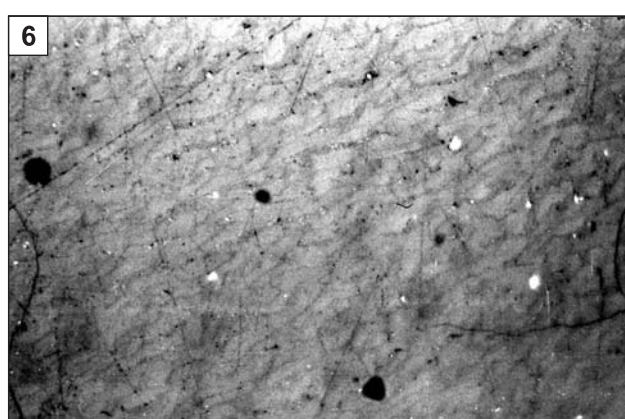
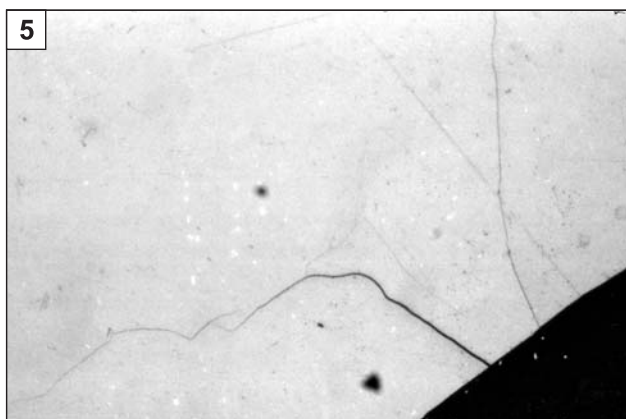
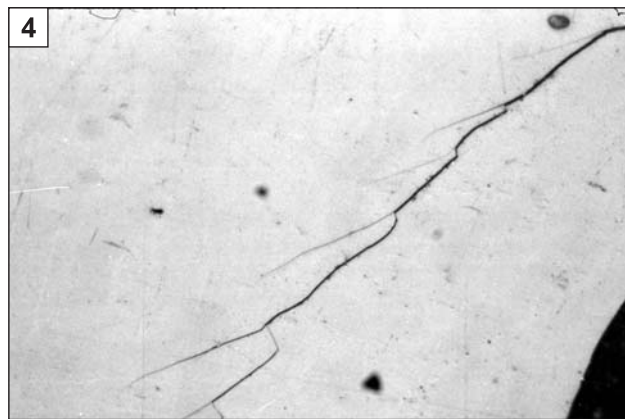
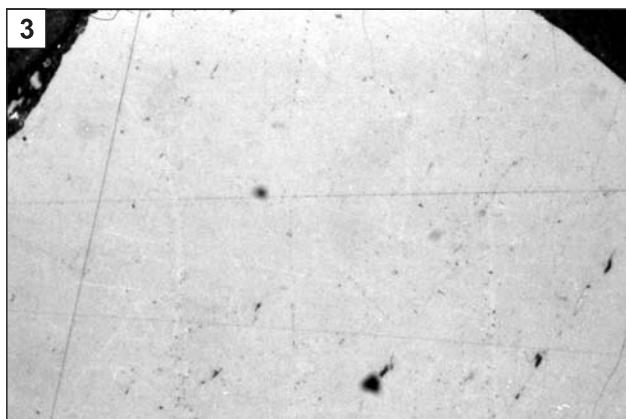
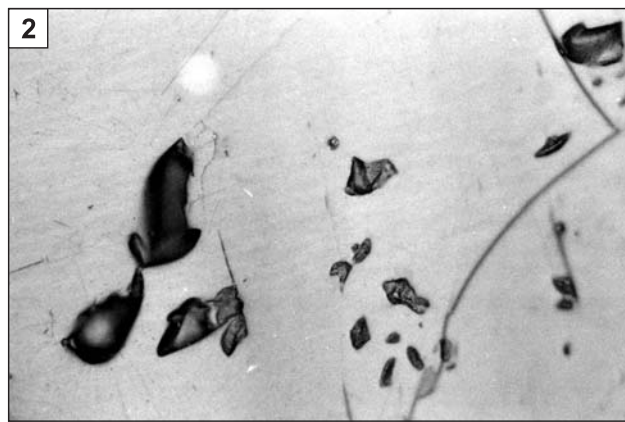
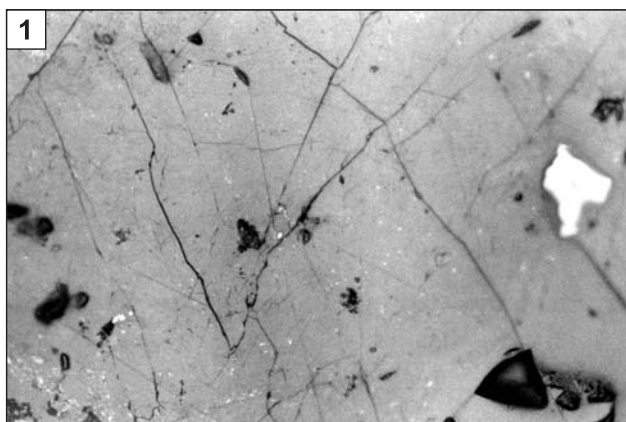
Plates

Mikrofotografie węgla zostały wykonane w świetle odbitym
przy użyciu optyki imersyjnej

Microphotographs of coals have been carried out in reflected light,
with use of immersion objectives

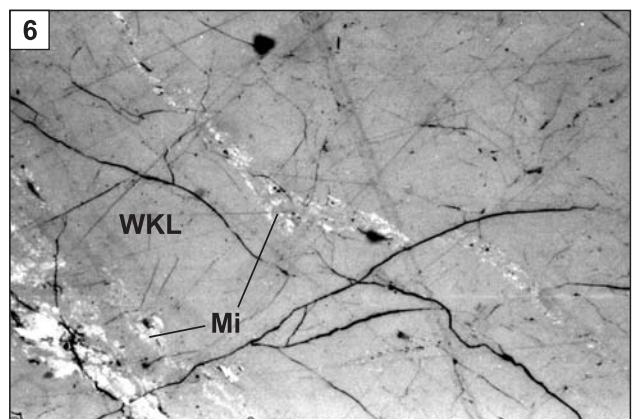
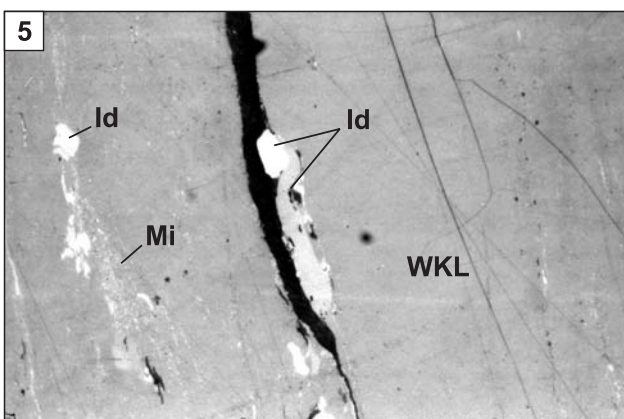
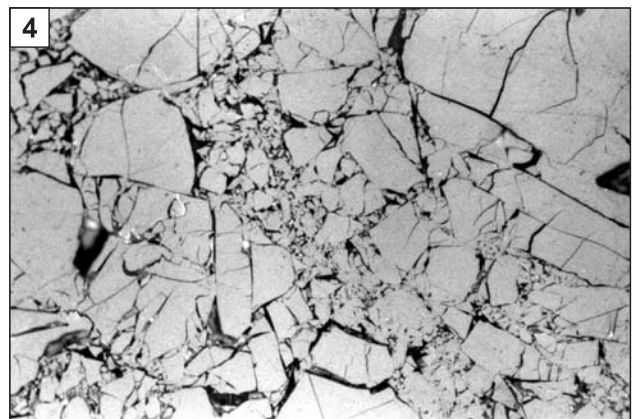
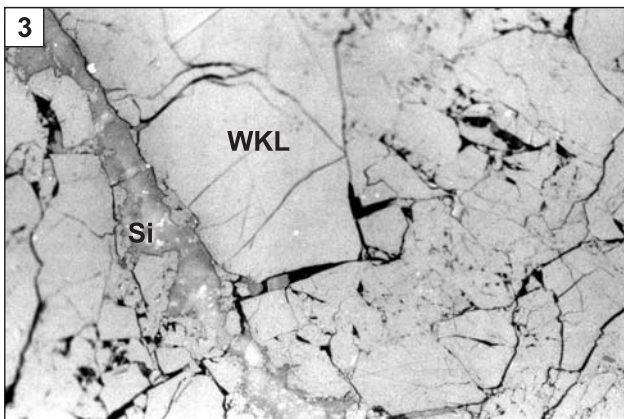
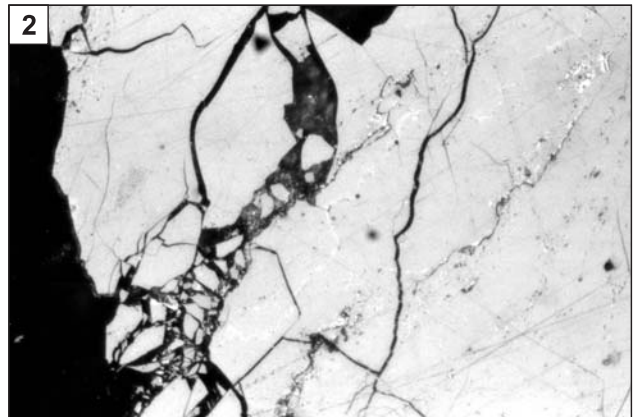
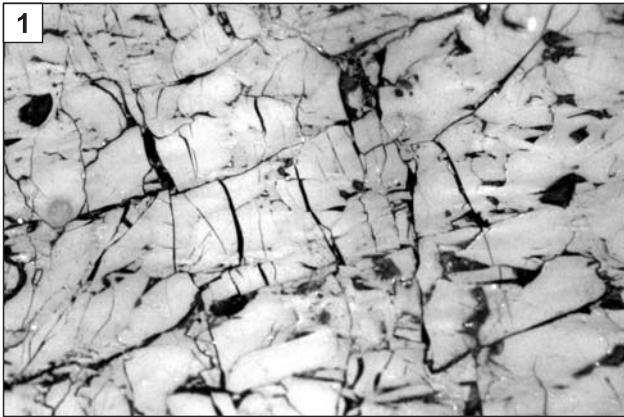
TABLICA I

- Fig. 1. Spękany wityryt utworzony z kolotelinitu z widocznymi próżniami pogazowymi. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fractured vitrite formed by collotelinite with visible gas voids. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Wysoko uwęglony wityrynit (kolotelinit). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Highly coalified vitrinite (collotelinite). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3, 4, 5. Jednorodny kolotelinit tworzący wityryt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Homogeneous collotelinite forming vitrite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Kolotelinit ze słabo zaznaczającą się strukturą komórkową. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Collotelinite of slightly marked cell structure. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region



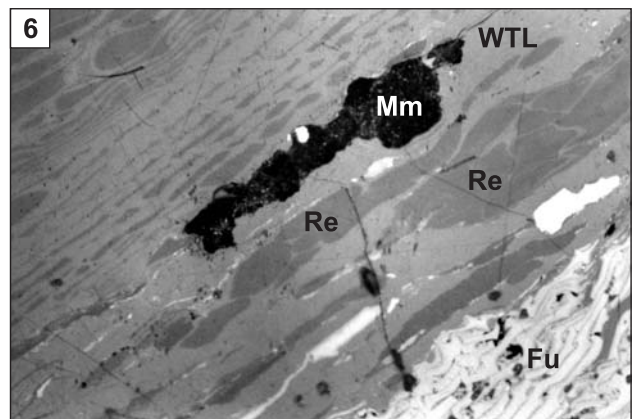
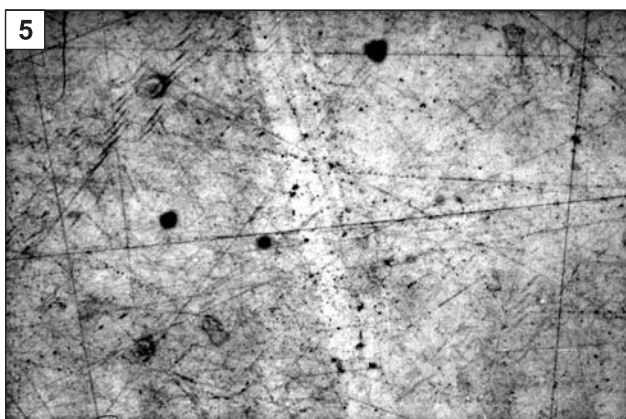
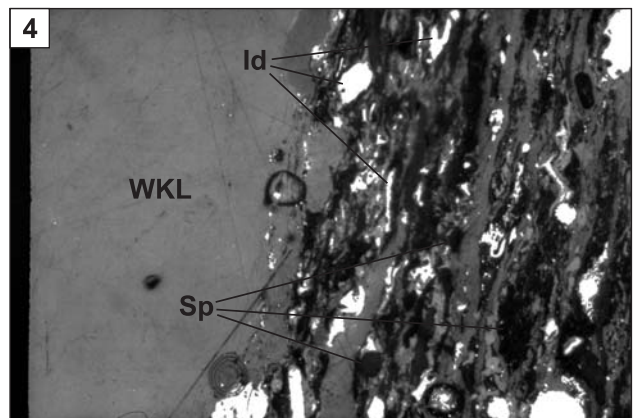
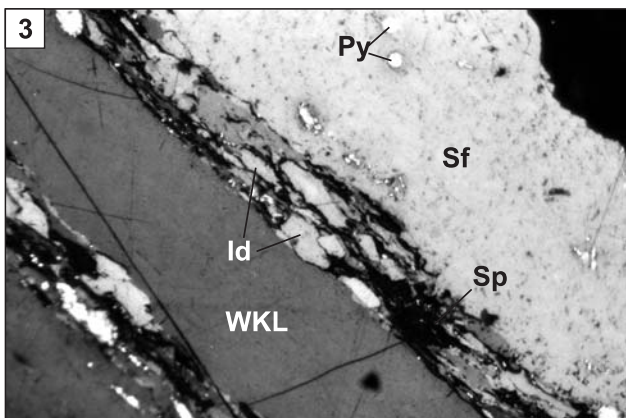
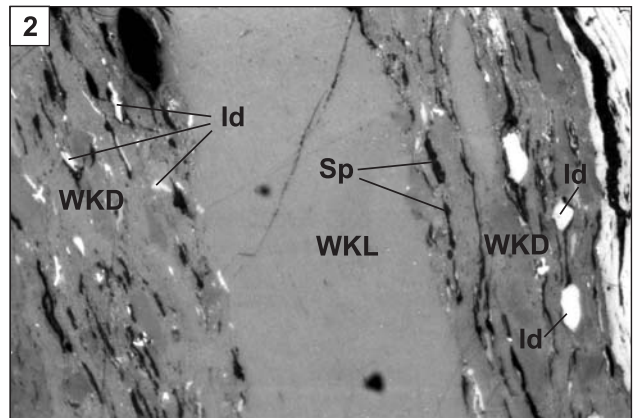
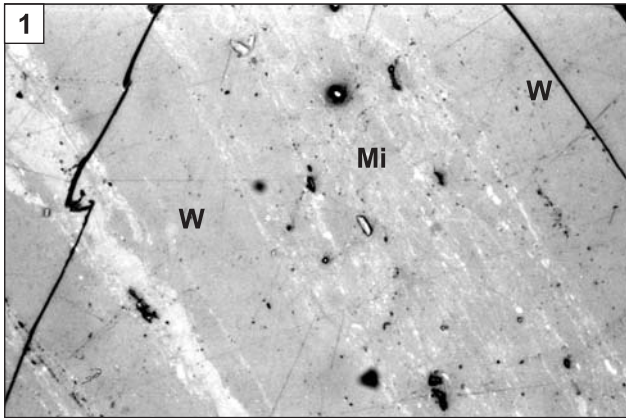
TABLICA II

- Fig. 1. Silnie spękany kolotelinit wskazujący na tektoniczne zaangażowanie warstwy węgla. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Collotelinite strongly fractured as a result of tectonic activity of a coal bed. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Spękany i pokruszony witryt utworzony z kolotelinitu. Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Fractured and crushed vitrite formed by collotelinite. Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Silnie spękany i zmylonityzowany kolotelinit (WKL); widoczna szczelina wypełniona epigenetyczną krzemionką (Si). Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Strongly fractured and mylonitized collotelinite (WKL); fissure infilled by epigenetic silica (Si) is visible. Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Spękany i silnie pokruszony kolotelinit. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Fractured and strongly crushed collotelinite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Witryt utworzony z kolotelinitu (WKL) z domieszką inertynitu – mikrynit (Mi), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrite formed by collotelinite (WKL) with the admixture of inertinite – micrinite (Mi) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Kolotelinit (WKL) z domieszkami inertynitu – mikrynit (Mi). Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Collotelinite (WKL) with admixtures of inertinite – micrinite (Mi). Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Nowa Ruda region



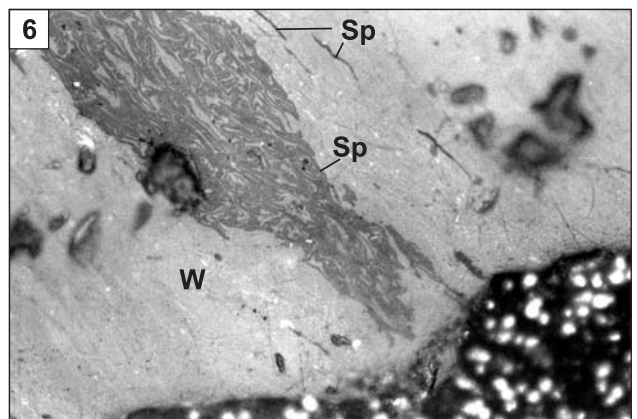
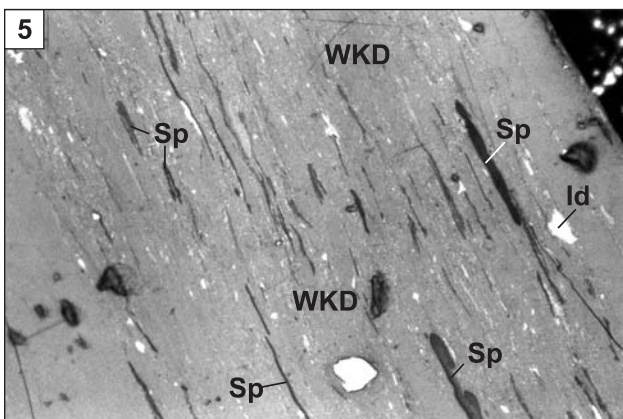
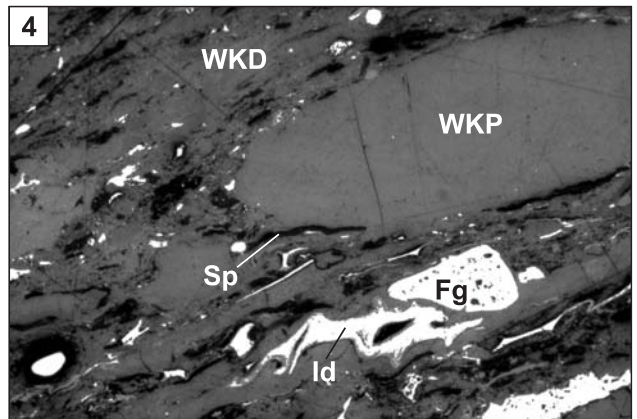
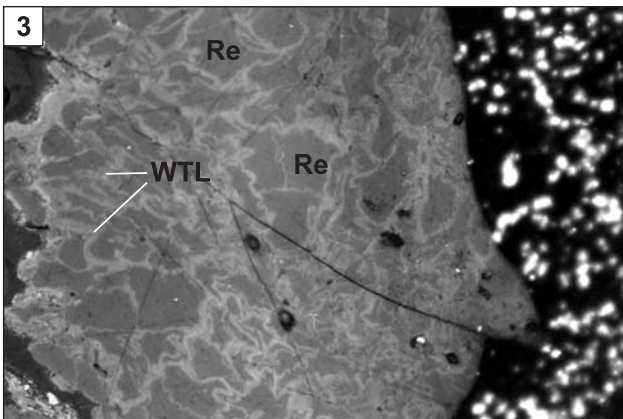
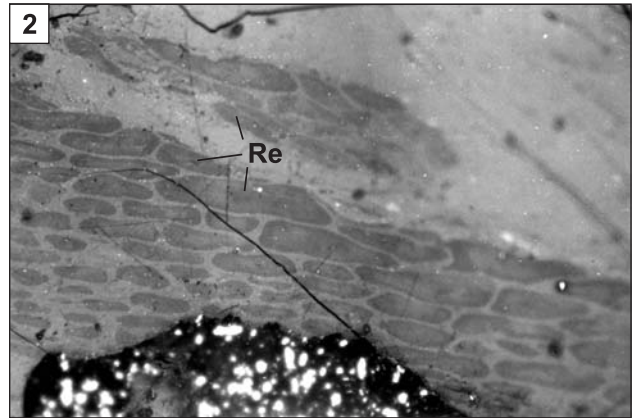
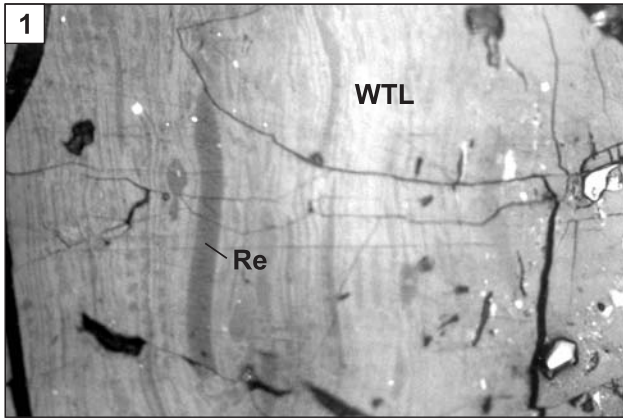
TABLICA III

- Fig. 1. Witrynit (W) i mikrynit (Mi) tworzące wityrnertyt. Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinite (W) and micrinite (Mi) forming vitrinertite. Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 2. Pasemko kolotelinitu (WKL) tworzące wityrt pomiędzy pasemkami klarytu. Kolodetrynit (WKD), sporynit (Sp), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 405$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Band of collotelinite (WKL) forming vitrite occurring between clarite bands. Collodetrinite (WKD), sporinite (Sp), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 405$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Cienkie pasemko wityrtu utworzone z kolotelinitu (WKL) w otoczeniu durytu. Semifuzynit (Sf), inertodetrynit (Id), sporynit (Sp), piryt (Py). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Thin vitrite band formed by collotelinite (WKL) in durite surroundings. Semifusinite (Sf), inertodetrinite (Id), sporinite (Sp), pyrite (Py). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. Wityrt (lewa część fotografii) zbudowany z kolotelinitu (WKL) i klarytu (prawa część fotografii). Sporynit (Sp), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Vitrinite (left side of the photo) composed of collotelinite (WKL) and clarite (right side of the photo). Sporinite (Sp), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 5. Kolotelinit tworzący wityrt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Collotelinite forming vitrite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 6. Telinit (WTL) z zachowaną pierwotną strukturą komórkową. Wnętrza komórek wypełnione rezynitem (Re); materia mineralna (Mm), fuzynit (Fu). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Telinite (WTL) with preserved primary cell structure. Cell voids are filled by resinite (Re); mineral matter (Mm), fusinite (Fu). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region



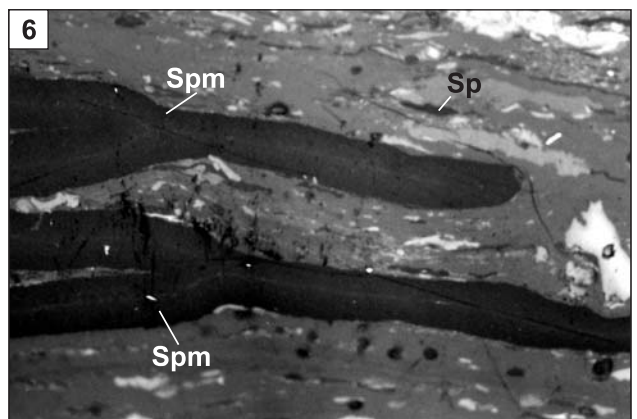
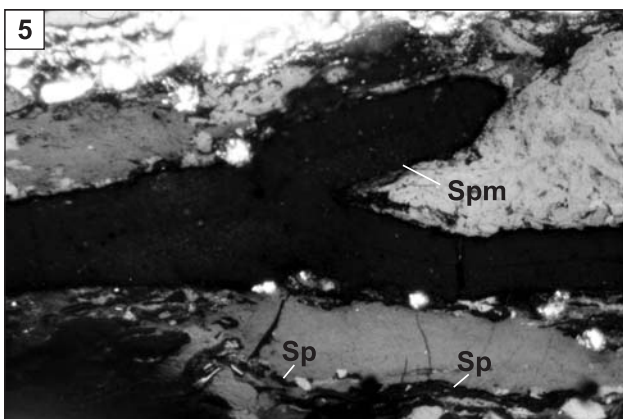
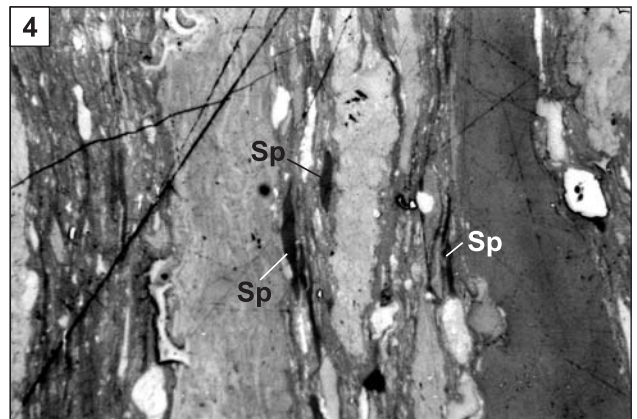
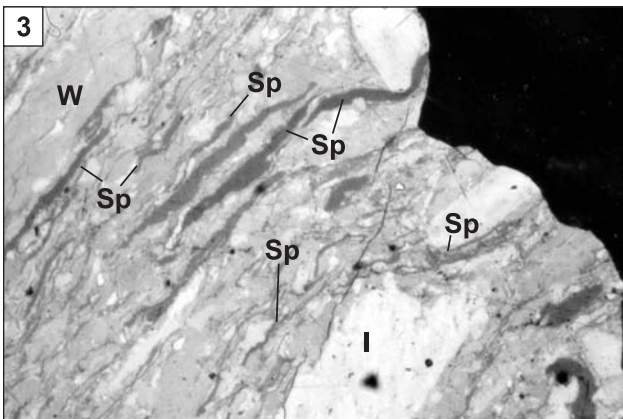
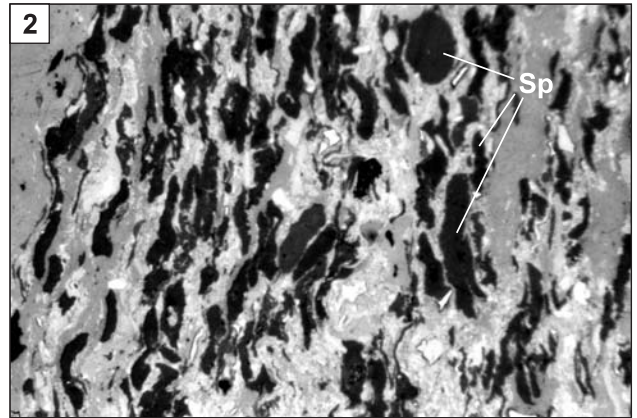
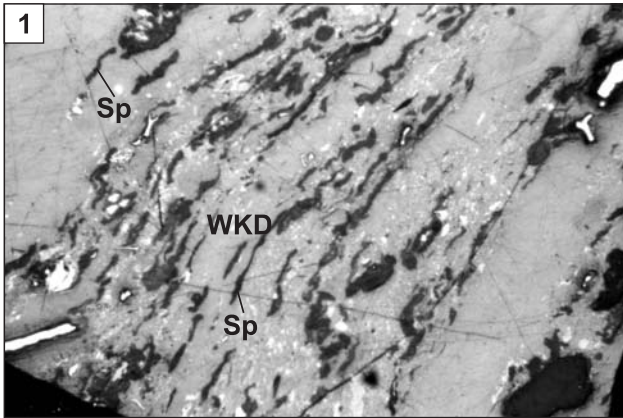
TABLICA IV

- Fig. 1. Witrynit – telinit (WTL) o zaznaczającej się strukturze roślinnej – komórki są wypełnione rezynitem (Re). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinite – telinite (WTL) with marked cellular structure – cell cavities filled with resinite (Re). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 2. Owalne ciała rezynitowe (Re) impregnujące komórki telinitu. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Oval bodies of resinite (Re) impregnating telinite cells. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm. Nowa Ruda region
- Fig. 3. Telinit (WTL) z widocznymi impregnacjami przestrzeni komórkowych rezynitem (Re). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Telinite (WTL) with visible resinite (Re) impregnations. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Owalne ziarno korpożelinitu (WKP) w klarycie. Tenuisporynit (Sp), inertodetrynit (Id), funginit (Fg), kolodetrynit (WKD). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Oval-shaped corpogelinite (WKP) in clarite. Tenuisporinite (Sp), inertodetrinite (Id), funginite (Fg), collodetrinite (WKD). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Tenuisporynit (Sp) i kolodetrynit (WKD) tworzące klaryt; inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Tenuisporinite (Sp) and collodetrinite (WKD) forming clarite; inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Nagromadzenie sporynitu (Sp) w formie sporangium w witrynicie (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Sporinite assemblage (Sp) as a sporangium in vitrinite (W). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region



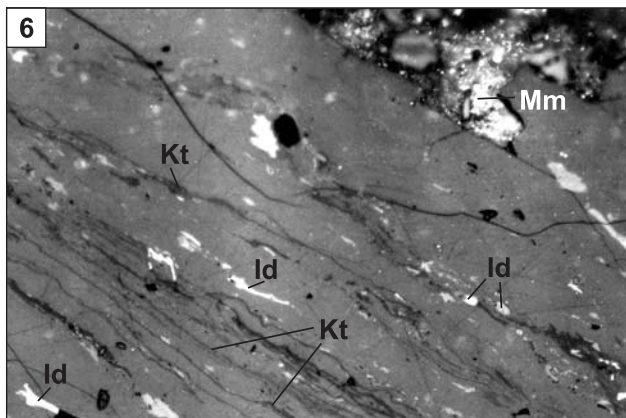
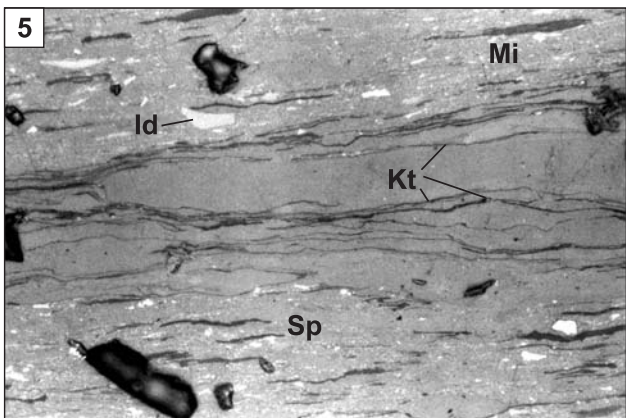
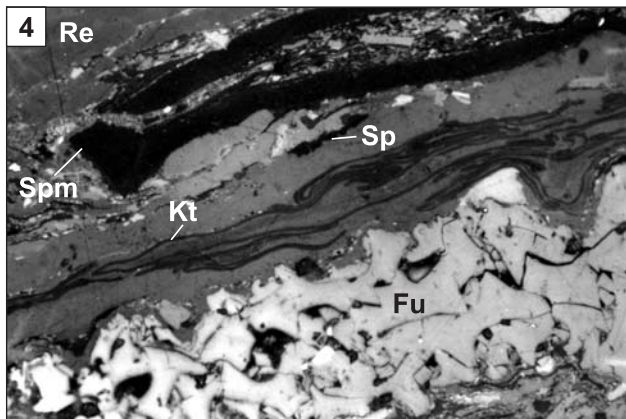
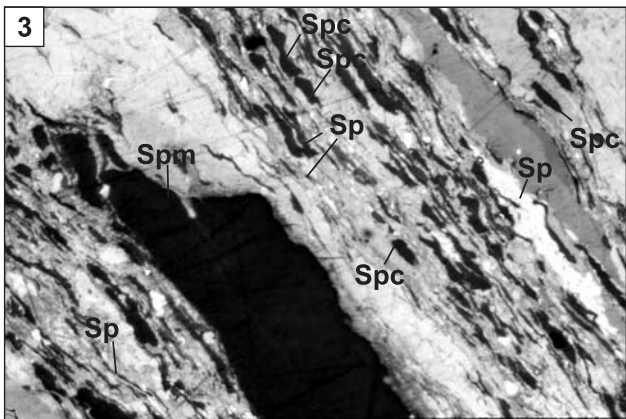
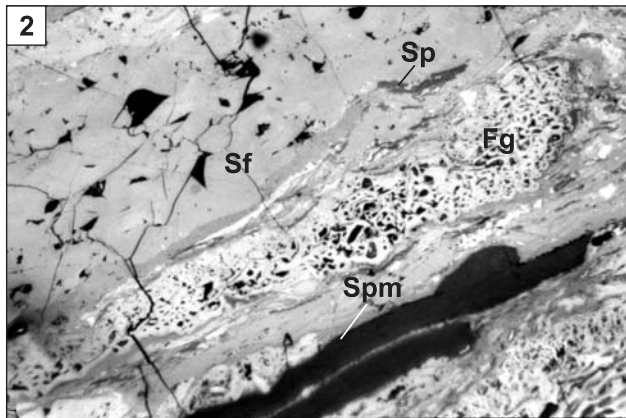
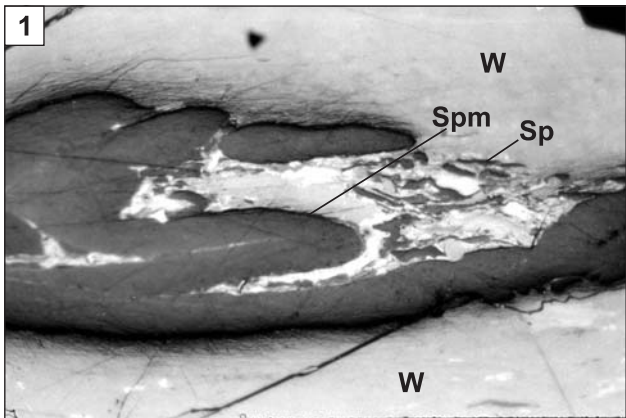
TABLICA V

- Fig. 1. Cienkościenny sporynit – tenuisporynit (Sp) i kolodetrynit (WKD) tworzące klaryt sporynitowy. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Thin-walled sporinite – tenuisporinite (Sp) and collodetrinite (WKD) forming jointly clarite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 2. Grubościenny krassisporynit (Sp) występujący w trimacerycie. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Thick-walled crassisporinite (Sp) occurring in trimacerite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 3. Sporynit (Sp) w trimacerycie – klarodurycie. Witrynit (W), inertynit (I). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Sporinite (Sp) in trimacerite – clarodurite. Vitritinite (W), inertinite (I). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Cienkościenny sporynit (Sp) w trimacerycie. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Thin-walled sporinite (Sp) in trimacerite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Sporynit utworzony z megaspor (Spm) oraz mikrospor (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Sporinite formed by megaspores (Spm) and microspores (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Sporynit utworzony z megaspor – megasporynit (Spm), i mikrospor (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Sporinite formed by megaspores – megasporinite (Spm), and microspores (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region



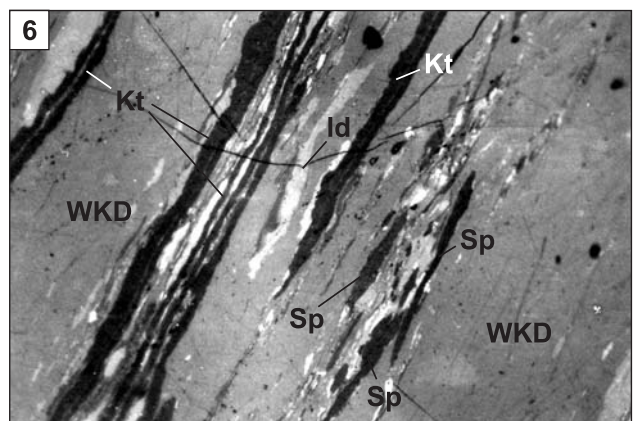
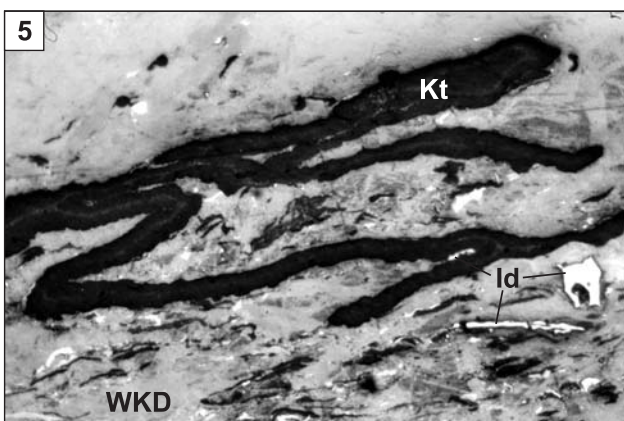
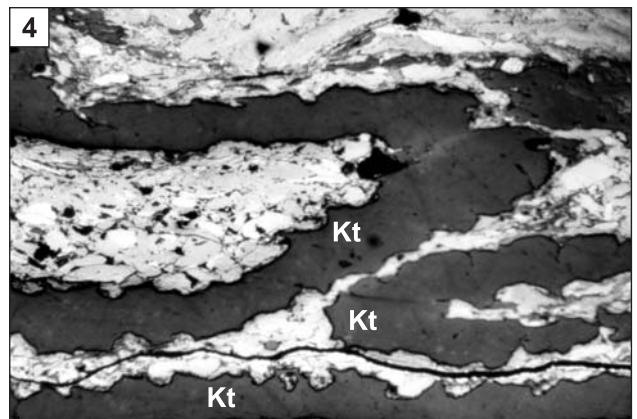
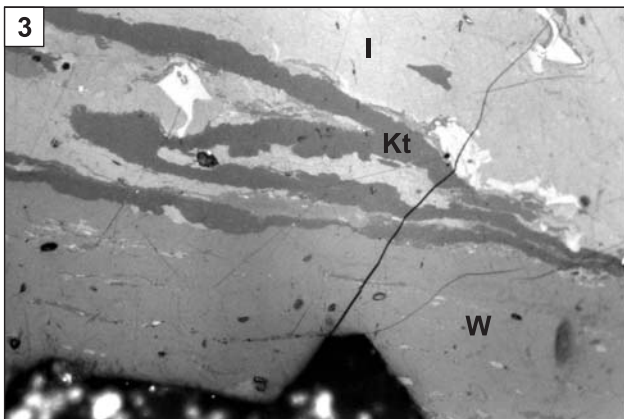
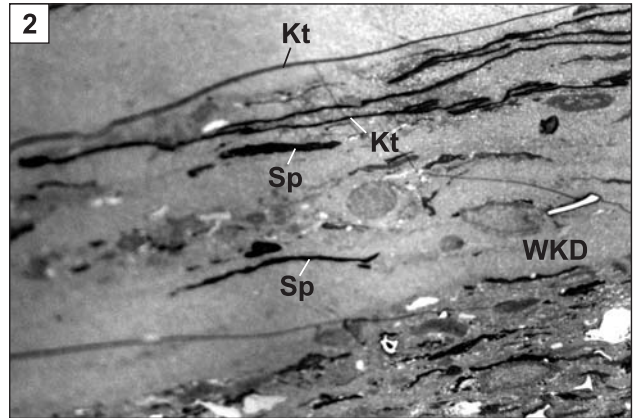
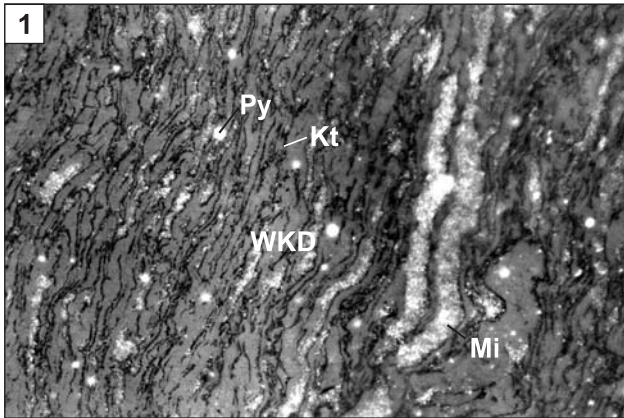
TABLICA VI

- Fig. 1. Różne rodzaje sporynitu w otoczeniu wityrynytu (W): megasporynit (Spm) i tenuisporynit (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Different types of sporinite occurring in vitrinite (W) surroundings: megasporinite (Spm) and tenuisporinite (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Megasporynit (Spm) i tenuisporynit (Sp) w otoczeniu macerałów grupy inertynitu: semifuzynitu (Sf) i funginitu (Fg). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Megasporinite (Spm) and tenuisporinite (Sp) occurring in inertinite surroundings: semifusinite (Sf) and funginite (Fg). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Różne rodzaje sporynitu: megasporynit (Spm), tenuisporynit (Sp) i krassisporynit (Spc). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Different types of sporinite: megasporinite (Spm), tenuisporinite (Sp) and crassisporinite (Spc). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. Macerały grupy liptynitu – megasporynit (Spm), tenuisporynit (Sp), tenuikutynit (Kt) i rezynit (Re) oraz macerał grupy inertynitu – grubościenny fuzynit (Fu). Światło odbite, pow. ×200. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Macerals of liptinite group – megasporinite (Spm), tenuisporinite (Sp), tenuicutinite (Kt) and resinite (Re), and thick-walled fusinite (Fu) – a maceral of inertinite group. Reflected light, magn. ×200. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Cienkościenny kutynit (Kt), sporynit (Sp) oraz mikrynit (Mi) i inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Thin-walled cutinite (Kt), sporinite (Sp), micrinite (Mi) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Tenuikutynit (Kt) tworzący wraz kolodetrynitem klaryt kutikulowy; widoczne także inertodetrynit (Id) i materia mineralna (Mm). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Tenuicutinite (Kt) forming jointly with collodetrinite cuticle clarite; inertodetrinite (Id) and mineral matter (Mm) are also visible. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region



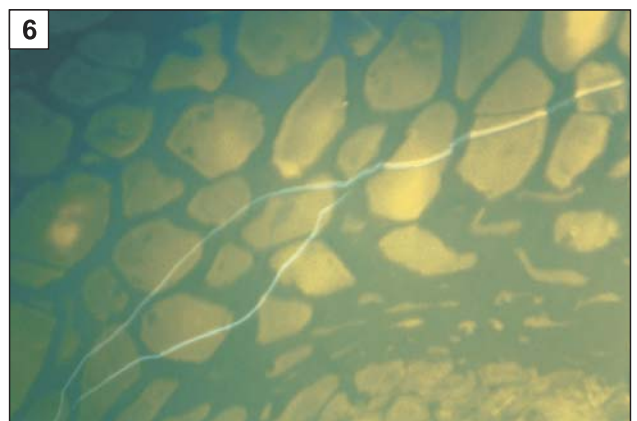
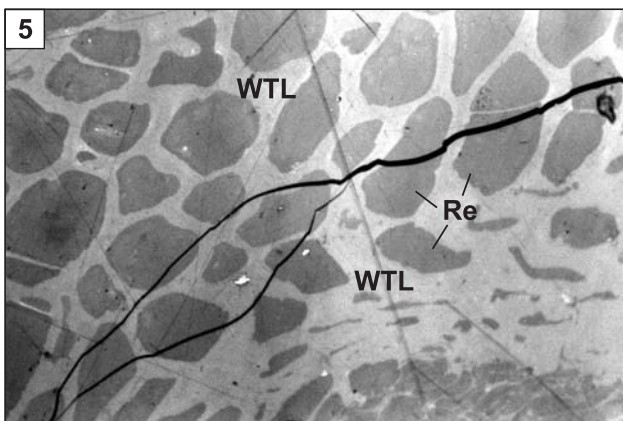
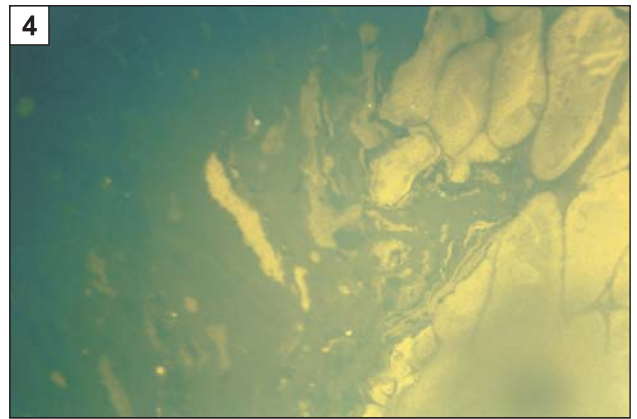
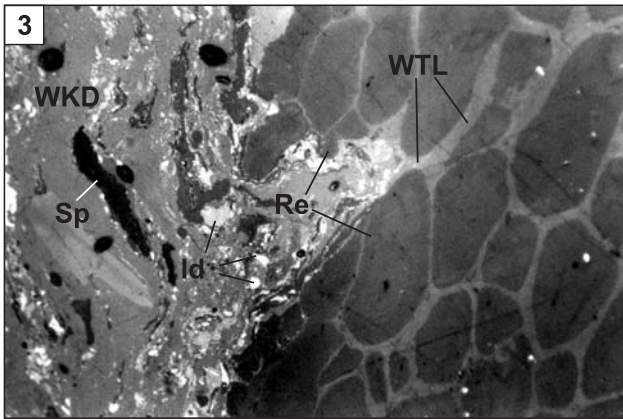
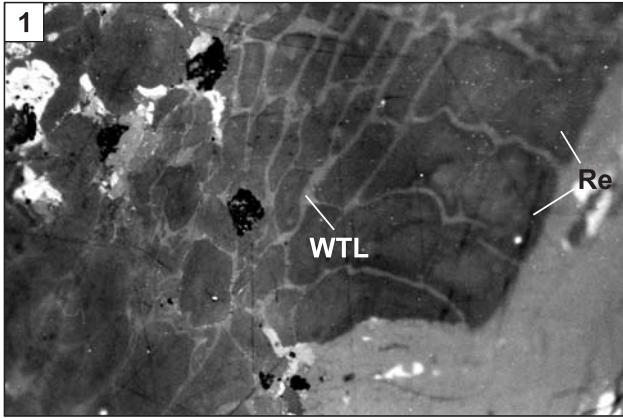
TABLICA VII

- Fig. 1. Nagromadzenie cienkich wstążeczek kutynitu (Kt) w kolodetrynicie (WKD) wspólnie tworzące klaryt kutynitowy. Widoczne także pojedyncze ziarna pirytu (Py) oraz nagromadzenie mikrynit (Mi). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Concentration of thin ribbons of cutinite (Kt) in collodetrinite (WKD), forming jointly cuticle clarite. Pyrite (Py) and micrinite concentrations (Mi) are also visible. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Długie i cienkie wstążki kutynitu (Kt) oraz sporynit (Sp) występujące w kolodetrynicie (WKD), z którym tworzą klaryt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Long and thin ribbons of cutinite (Kt) and sporinite (Sp) occurring in collodetrinite (WKD) – forming jointly clarite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Wstążki krassikutynitu (Kt) o ząbkowanych brzegach w otoczeniu witrinitu (W) i inertynitu (I). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Crassicutinite ribbons (Kt) in the surroundings of vitrinite (W) and inertinite (I). Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Krassikutynit (Kt) o wyraźnie zaznaczonych ząbkach na krawędziach wstążek; otoczenie kutynitu stanowi inertynit, z którym wspólnie tworzą duryt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Crassicutinite of indentation edges of ribbons among inertinite, forming jointly durite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 5. Ciemnoszare, prawie czarne wstążki krassikutynitu (Kt), któremu towarzyszą kolodetrynit (WKD) i inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Dark grey, nearly black crassicutinite ribbons (Kt) occurring jointly with both collodetrinite (WKD) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Wstążki kutynitu (Kt), sporynit (Sp) oraz inertodetrynit (Id) występujące w kolodetrynicie (WKD), z którym tworzą klaryt kutynitowy. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Cuticle clarite formed by cutinite (Kt), sporinite (Sp) and inertodetrinite (Id), which occur in collodetrinite (WKD). Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region



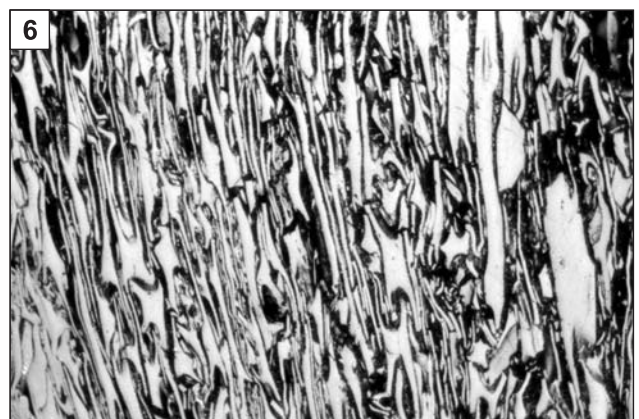
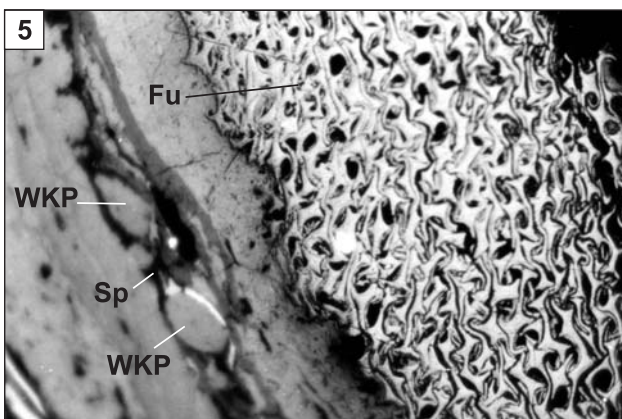
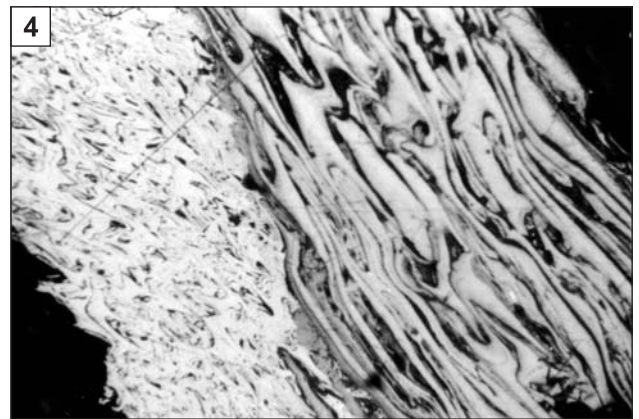
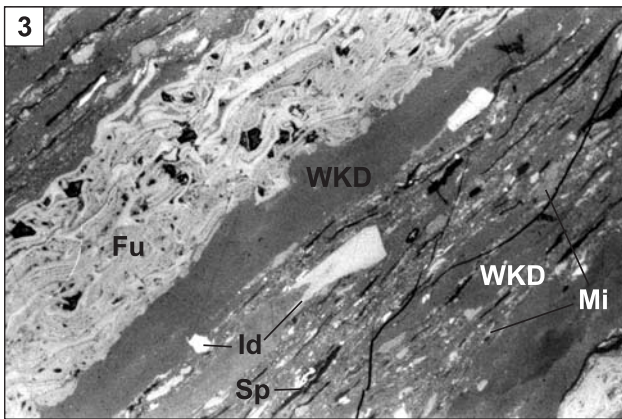
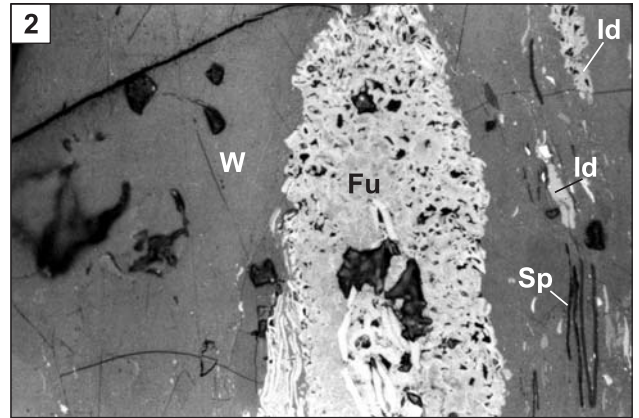
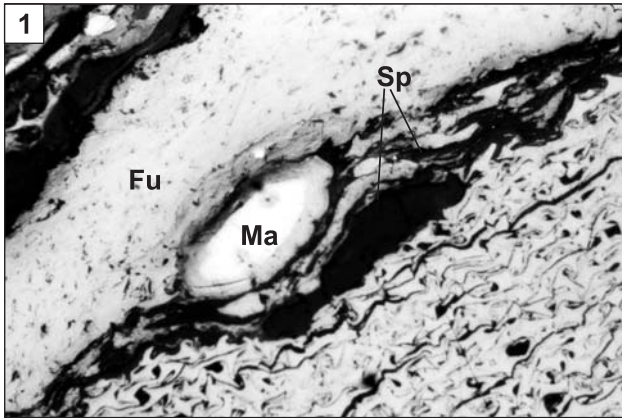
TABLICA VIII

- Fig. 1. Rezynit (Re) wypełniający komórki telinitu (WTL). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Resinite (Re) filling telinite (WTL) cell voids. Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 2. Nagromadzenie rezynitu (Re) – jako wypełniacz komórek telinitu i tworzący pojedyncze ciała w kolodetrynicie. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Resinite concentration (Re); resinite impregnates cell voids of telinite and occurs as single bodies in collodetrinite. Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Rezynit (Re) wypełniający komórki telinitu (WTL) oraz kolodetrynit (WKD), sporynit (Sp) i inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Resinite (Re) filling telinite cells (WTL), and collodetrinite (WKD), sporinite (Sp) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Ten sam obiekt co na fot. 3. Rezynit i sporynit wykazują zjawisko barwnej fluorescencji. Światło UV
Same picture as photo 3. Resinite and sporinite show fluorescence. UV light
- Fig. 5. Rezynit (Re) impregnujący komórki telinitu (WTL). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Resinite (Re) impregnating telinite cells (WTL). Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Ten sam obiekt co na fot. 5. Jedynie rezynit wykazuje zjawisko barwnej fluorescencji. Światło UV
Same picture as photo 5. Only resinite shows colour fluorescence. UV light



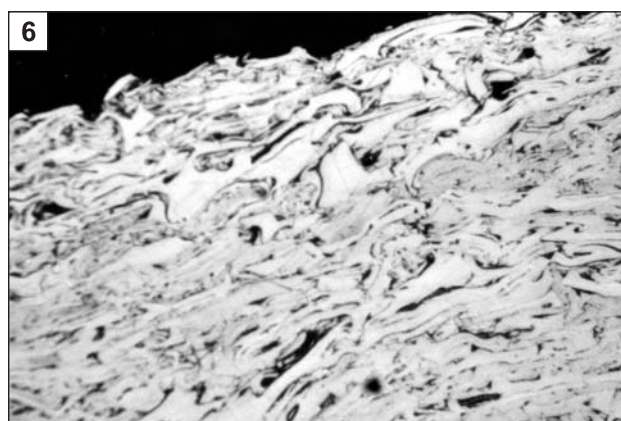
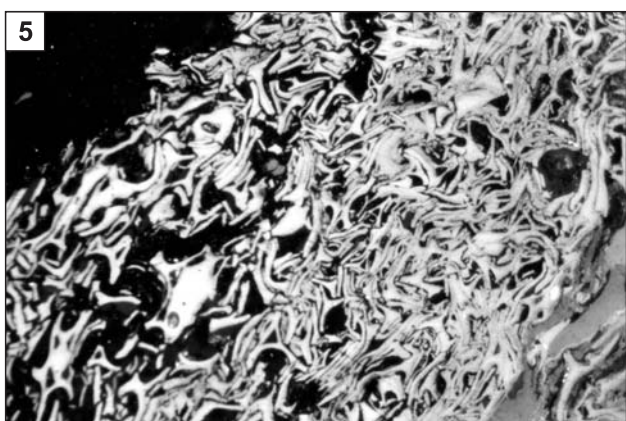
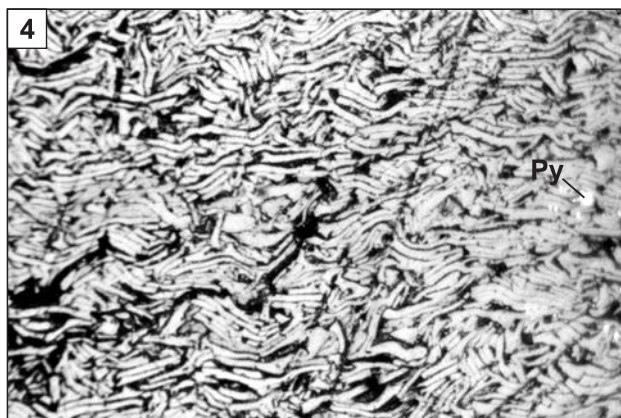
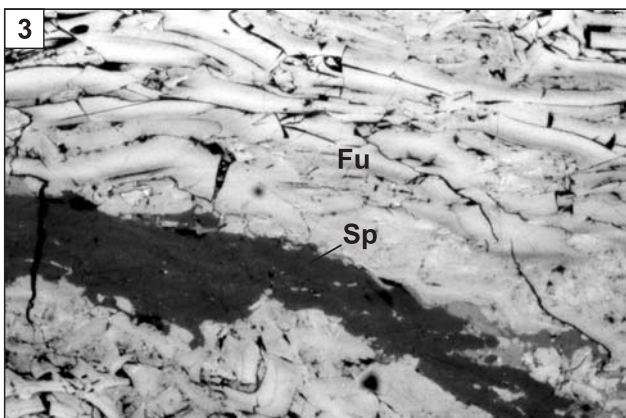
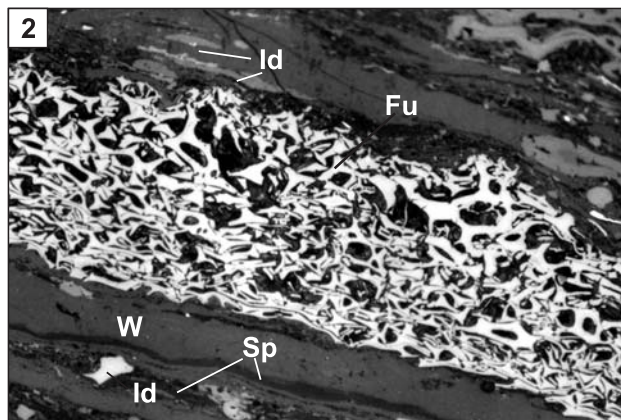
TABLICA IX

- Fig. 1. Macerały grupy inertynitu – fuzynit (Fu) i makrynit (Ma) oraz towarzyszący im sporynit (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Macerals of inertinite group – fusinite (Fu) and macrinite (Ma) with associated sporinite (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. W centrum fotografii widoczny jest fuzynit (Fu) o soczewkowatym kształcie, któremu towarzyszą inertodetrynit (Id), tenuisporynit (Sp) oraz wityrynit (W). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Lense-shaped fusinite (Fu) with associated inertodetrinite (Id), tenuisporinite (Sp) and vitrinite (W). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Fuzynit (Fu) o zniekształconych przestrzeniach komórkowych oraz kolodetrynit (WKD) z domieszkami inertodetrynitu (Id), mikrynitu (Mi) oraz sporynitem (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fusinite (Fu) of deformed cell voids and collodetrinite (WKD) with admixtures of inertodetrinite (Id), micrinite (Mi) and sporinite (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Fuzynit o zróżnicowanym pokroju ścian komórkowych, tworzący inertyt (fuzyt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fusinite of different structure of cell walls forming inertite (fusite). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Fuzynit (Fu) o strukturze łukowej (*bogen structure*) oraz sporynit (Sp) i pojedyncze ziarna korpożelinitu (WKP). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fusinite (Fu) of bogen structure with sporinite (Sp) and single grains of corpogelinite (WKP). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Cienkościenny fuzynit tworzący inertyt (fuzyt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Thin-walled fusinite forming inertite (fusite). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region



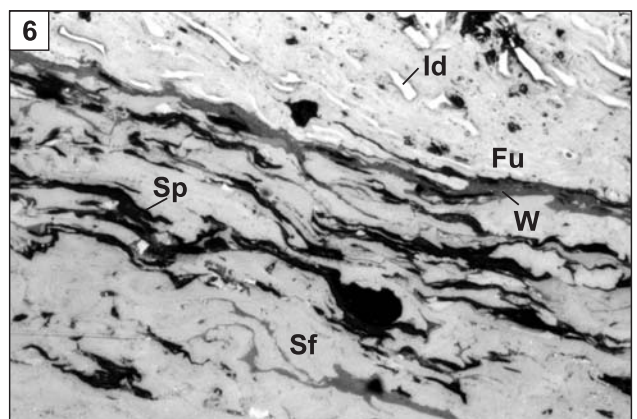
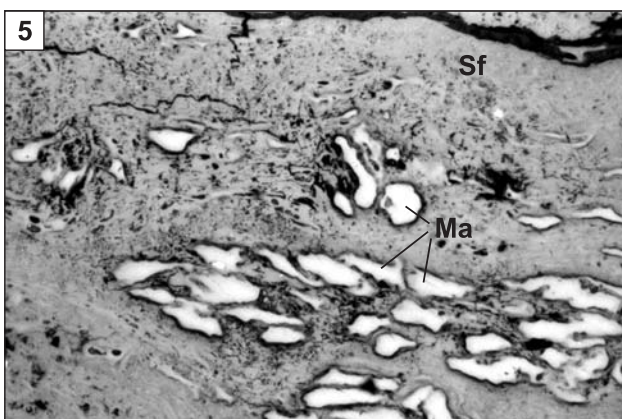
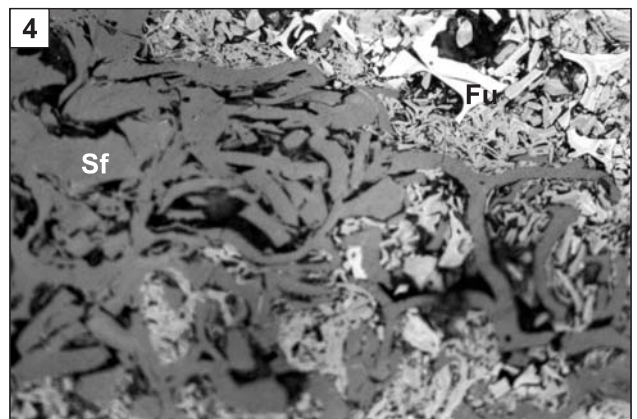
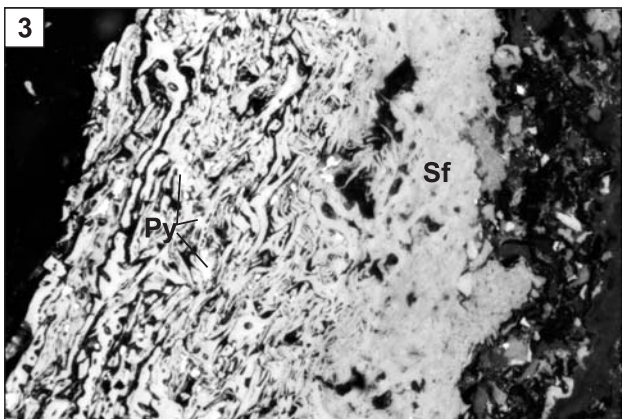
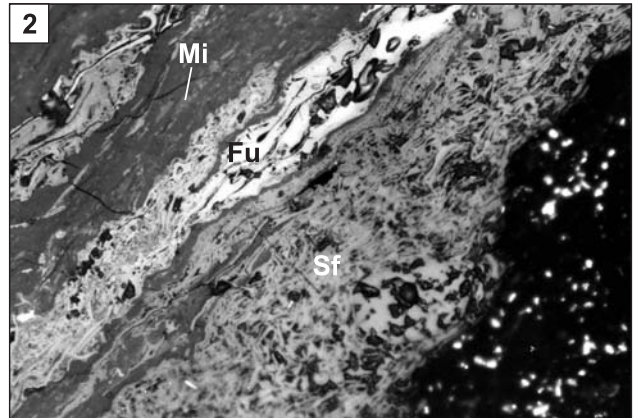
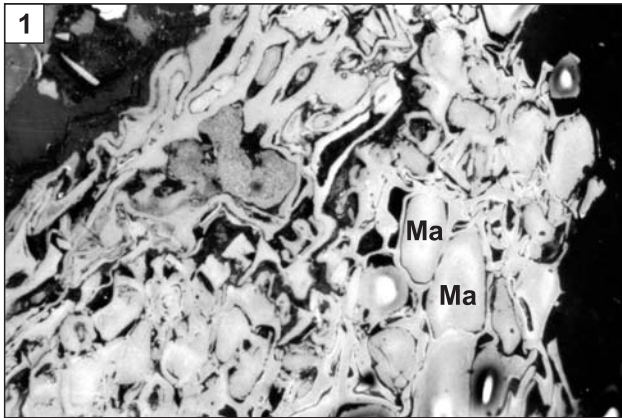
TABLICA X

- Fig. 1. Fuzynit o zróżnicowanych formach ścian komórkowych tworzący inertyt (fuzyt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fusinite of different structure of cell walls forming inertite (fusite). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. W centrum fotografii widoczne pasemko fuzynitu (Fu) o różnym stopniu zachowania pierwotnej struktury roślinnej – o strukturze łukowej i resztkach budowy sitowej oraz towarzyszące mu inertodetrynit (Id), sporynit (Sp) i wityrinit (W). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
A fusinite (Fu) band of both bogen and sieve structures is visible in the centre of photo. Inertodetrinite (Id), sporinite (Sp) and vitrinite (W). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region.
- Fig. 3. Fuzynit (Fu) o grubych ścianach komórkowych oraz nagromadzenie krassisporynitu (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Thick-walled fusinite (Fu), and crassisporinite concentration (Sp). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. Cienkościenny i pustokomórkowy fuzynit tworzący inertyt z pojedynczymi framboidami pirytu (Py). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Thin-walled fusinite forming inertite, with single pyrite frambooids (Py). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Cienkościenny i pustokomórkowy fuzynit tworzący inertyt (fuzyt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Inertite (fusite) formed by thin-walled fusinite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Fuzynit o częściowo zapłygniętych przestrzeniach komórkowych. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski.
Fusinite of partly closed cell voids. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region



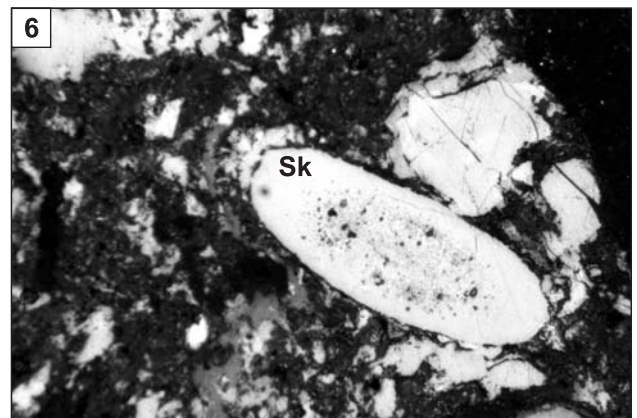
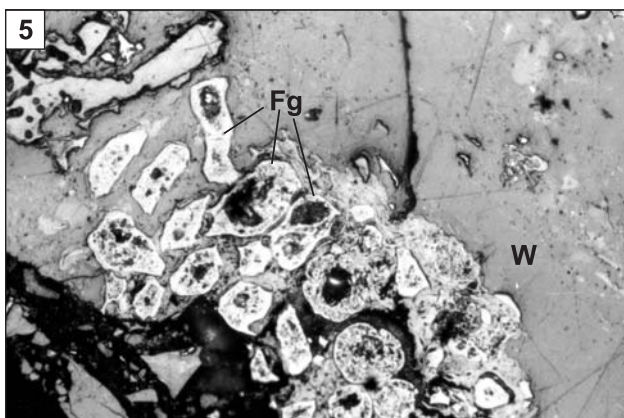
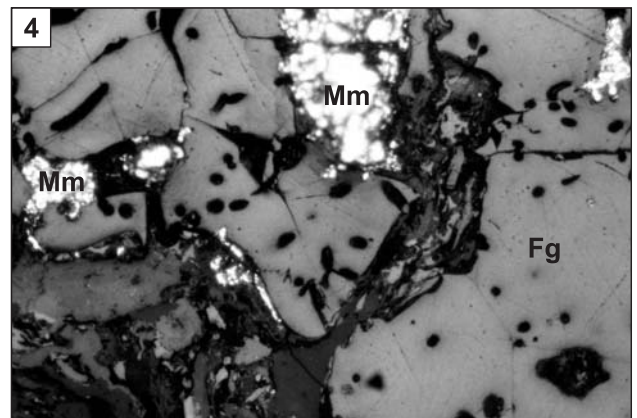
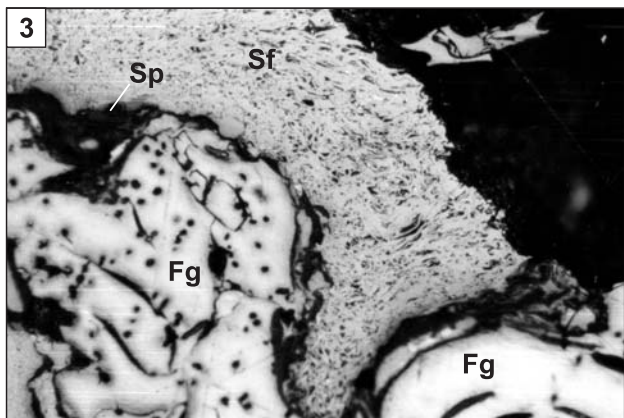
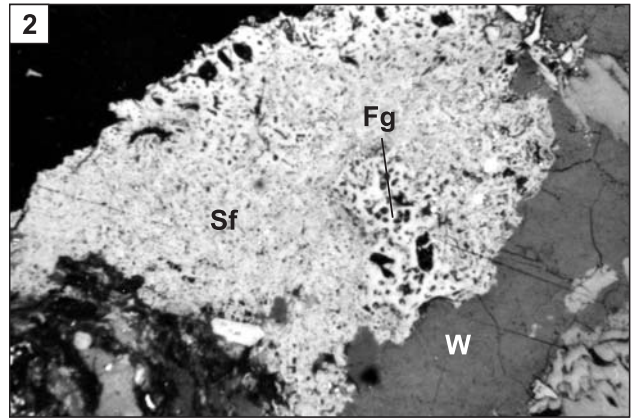
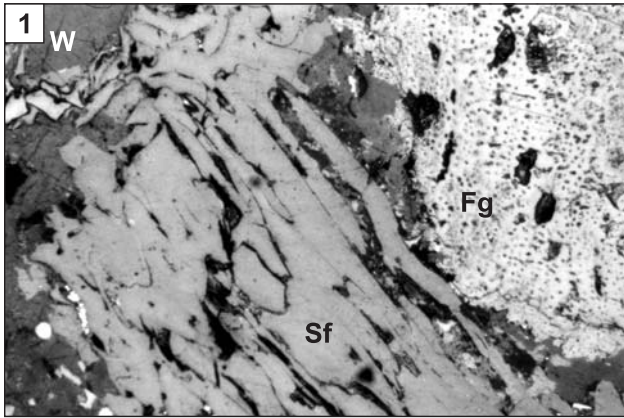
TABLICA XI

- Fig. 1. Fuzynit o pustych jak i wypełnionych makrynytem (Ma) światłach komórek wspólnie budujące inertyt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Fusinite of both empty and macrinite-filled (Ma) cell voids. Fusinite and macrinite form jointly inertite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Macerały grupy inertynitu: fuzynit (Fu), semifuzynit (Sf) i mikrynit (Mi) nagromadzone w wityrnicie i tworzące z nim wityrneryt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Macerals of inertinite groups: fusinite (Fu), semifusinite (Sf) and micrinite (Mi), accumulated in vitrinite and forming jointly vitrinertite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Przejścia (od lewej do prawej części fotografii) cienkościennego i pustokomórkowego semifuzynitu (Sf) w jego odmianę o zapłyniętych przestrzeniach komórkowych. Widoczna niewielka mineralizacja kruszcowa – pirytowa (Py). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Transitions (from left to right) from thin-walled semifusinite (Sf) of empty cell voids to its variety of closed cells. Ore mineralization – pyrite (Py) is visible. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Współwystępowanie semifuzynitu (Sf) i fuzynitu (Fu). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Semifusinite (Sf) occurring jointly with fusinite (Fu). Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Współwystępowanie semifuzynitu (Sf) i makrynytu (Ma). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Semifusinite (Sf) occurring jointly with macrinite (Ma). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Macerały grupy inertynitu: semifuzynit (Sf), fuzynit (Fu) i inertodetrynit (Id), które wspólnie ze sporynytem (Sp) tworzą duryt. Widoczne cienkie, strzępiaste pasemko wityrnytu (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Inertinite macerals: semifusinite (Sf), fusinite (Fu) and inertodetrinite (Id) forming durite jointly with sporinite (Sp). A thin vitrinite band (W) is visible. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region.



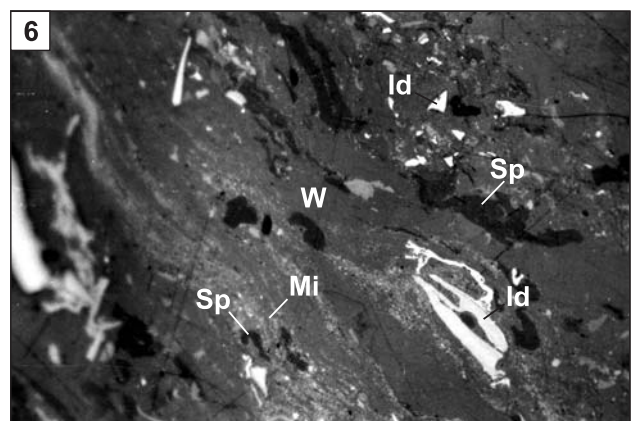
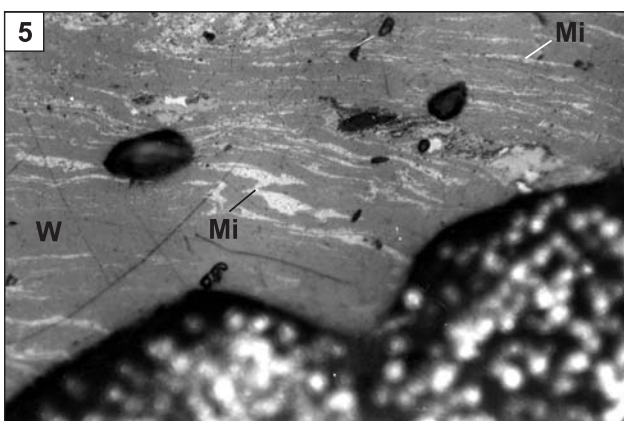
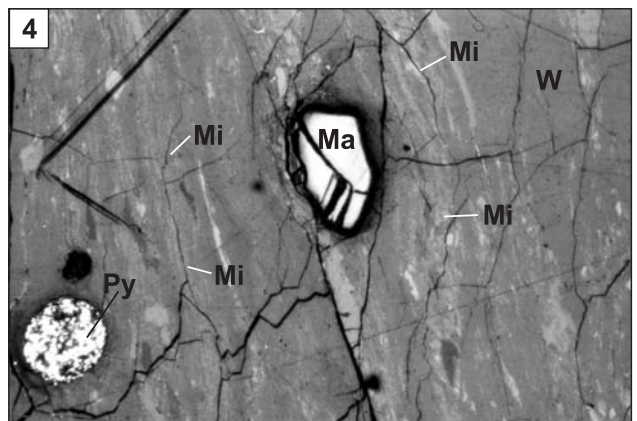
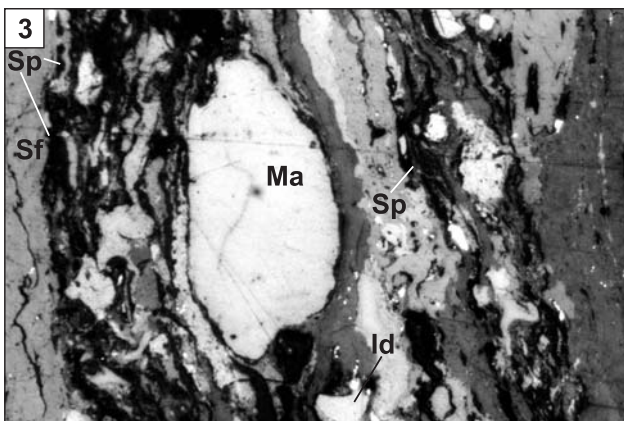
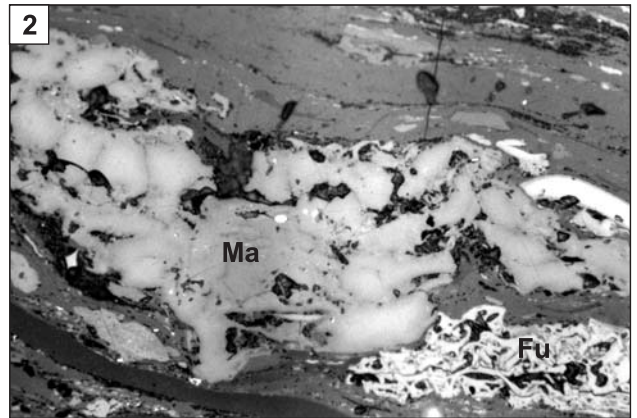
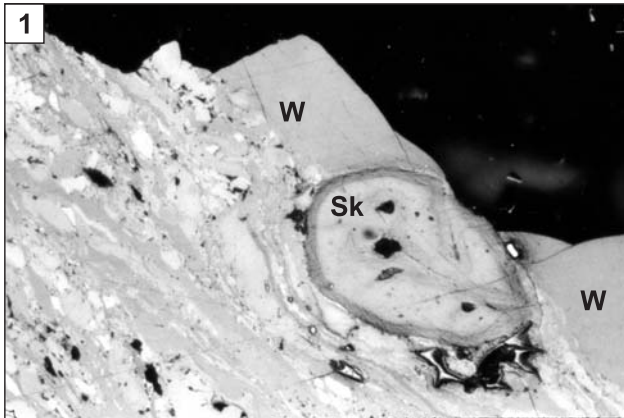
TABLICA XII

- Fig. 1. Grubościenny semifuzynit (Sf) i towarzyszący mu funginit (Fg) wykazujący wyższą refleksyjność i jaśniejszą barwę. Widoczny także wityrynit (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Thick-walled semifusinite (Sf) occurring jointly with funginite (Fg) of both higher reflectance and lighter colour than semifusinite. A thin vitrinite band (W) is visible, too. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Współwystępowanie semifuzynitu (Sf) i funginitu (Fg) w tle wityrynitowym (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Joint occurrence of semifusinite (Sf) and funginite (Fg) in the vitrinite (W) background. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Semifuzynitowi (Sf) i funginitowi (Fg) towarzyszy występowanie sporynitu (Sp). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Association of sporinite (Sp) and both semifusinite (Sf) and funginite (Fg). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Nagromadzenie funginitu (Fg) i towarzysząca mu mineralizacja siarczkowa (Mm). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Concentration of funginite (Fg) with associated sulphide mineralization (Mm). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Kolonia ziaren funginitu (Fg) w wityrynicie (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Funginite (Fg) colony in vitrinite (W). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Owalne ziarno sekretynitu (Sk). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Oval-shaped secretinite (Sk) grain. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region



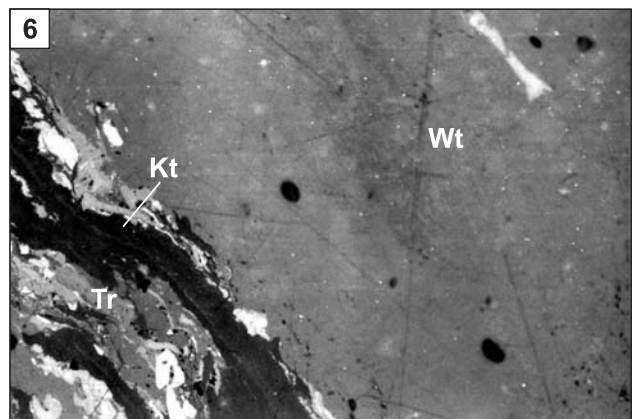
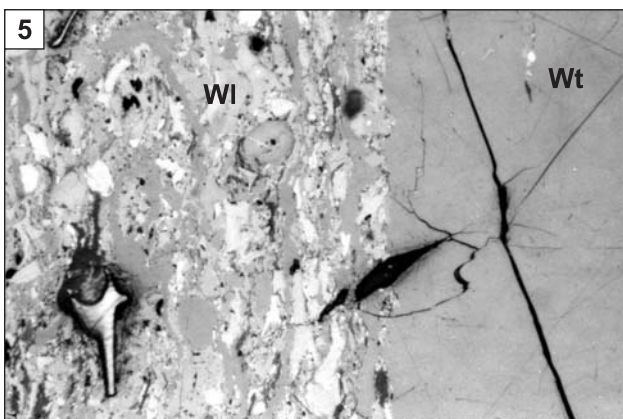
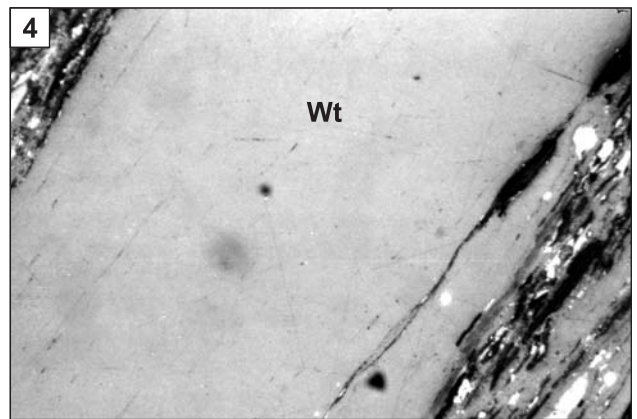
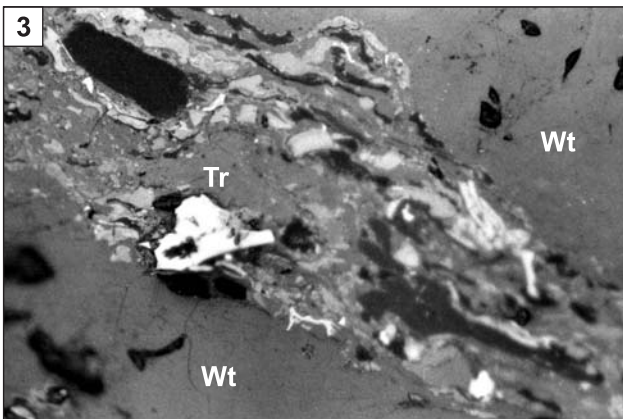
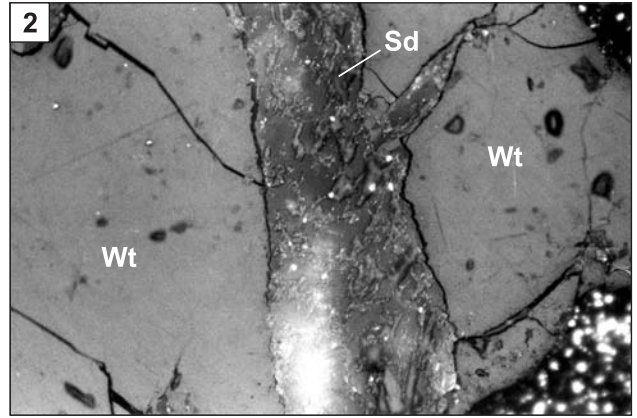
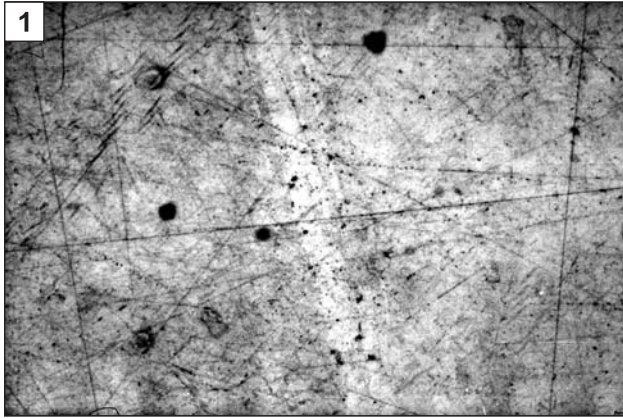
TABLICA XIII

- Fig. 1. Ovalne ziarno sekretynitu (Sk) wykazujące zróżnicowanie refleksyjności na brzegach i wewnętrznej części oraz wykazujące słabo zaznaczające się ukośne szczeliny; wityrynit (W). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Oval-shaped secretinite (Sk) of variable reflectance in the centre and at the edges of the grain, with slightly marked diagonal fractures; vitrinite (W). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Masywne skupienie makrynytu (Ma) i fuzynitu (Fu). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
A solid concentration of macrinite (Ma) and fusinite (Fu). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Ovalne, masywne ziarno makrynytu (Ma) w otoczeniu inertodetrynytu (Id), semifuzynitu (Sf) i sporynytu (Sp). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Macrinite (Ma) oval and solid grain in the surroundings of inertodetrinite (Id), semifusinite (Sf) and sporinite (Sp). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. W centrum fotografii widoczne ziarno makrynytu (Ma) występujące w otoczeniu nagromadzeń mikrynytu (Mi) – macerały inertynitu tkwią w tle wityrynitowym (W), z którym wspólnie tworzą wityrynertyt; w lewym dolnym rogu fotografii widoczne framboidalne nagromadzenie ziarn pirytu (Py). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Macrinite (Ma) occurring in surroundings of micrinite (Mi) concentrations. Inertinite macerals and the vitrinite (W) background form jointly vitrinertite; framboidal pyrite concentration (Py) is visible in the lower left side. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Współwystępowanie mikrynytu (Mi) i wityrynytu (W) tworzące wityrynertyt. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinertite composed of both micrinite (Mi) and vitrinite (W). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Nagromadzenie mikrynytu (Mi) tworzące różne formy – smugi i drobne pasemka w wityrynicie (W), a także widoczne są inertodetrynit (Id) i sporynit (Sp). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Different types of micrinite (Mi) concentrations in vitrinite (W); inertodetrinite (Id) and sporinite (Sp) are also visible. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region



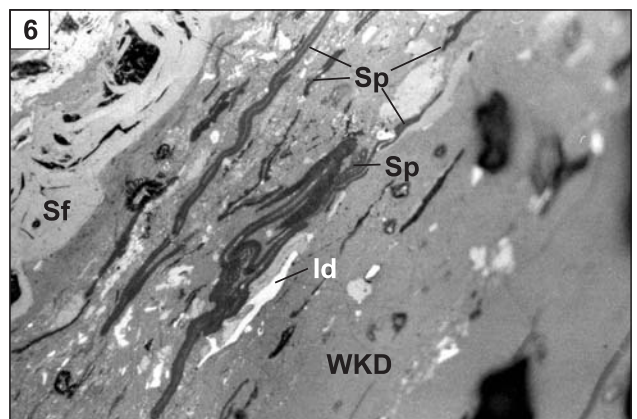
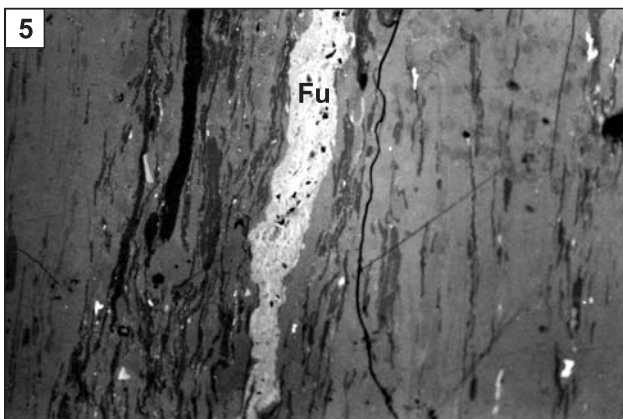
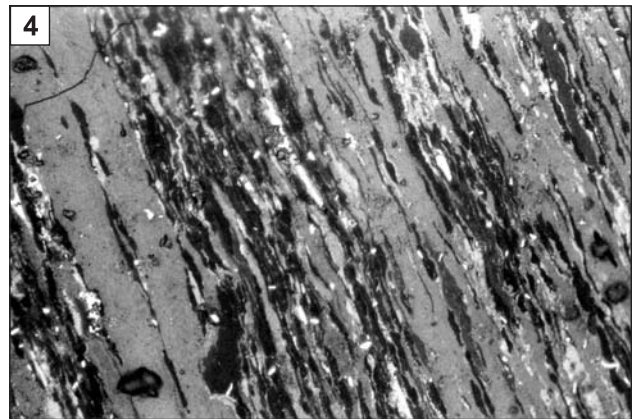
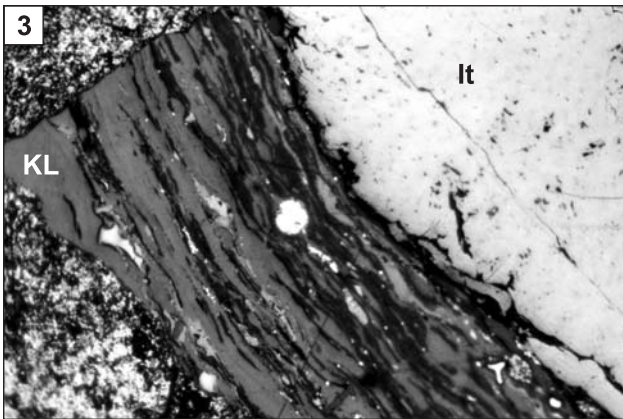
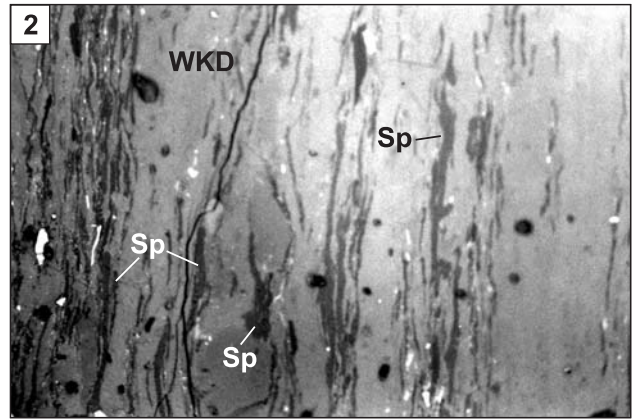
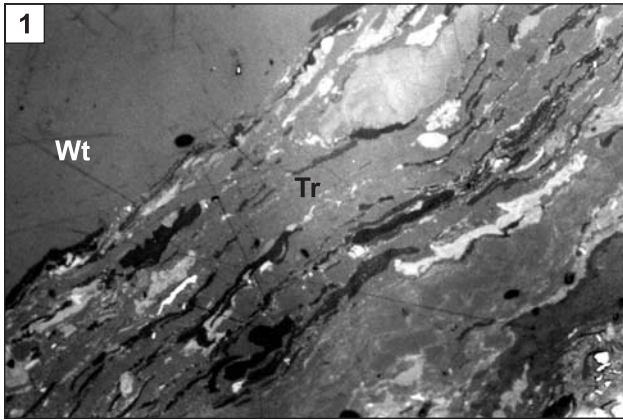
TABLICA XIV

- Fig. 1. Witryt zbudowany z kolotelinitu. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Vitrinite composed of collotelinite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Witryt (Wt) przecięty szczeliną wypełnioną epigenetycznym syderytem (Sd). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Epigenetic siderite (Sd) filling a fracture in vitrite (Wt). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Witryt (Wt) przedzielony pasemkiem trimacerytu (Tr). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Vitrinite (Wt) separated by a trimacerite (Tr) band. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Szerokie pasemko witrytu (Wt) obustronnie sąsiadujące z trimacerytem. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
A wide vitrite (Wt) band bordering on both sides with trimacerite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Ostro graniczące ze sobą witrinerityt (WI) i witryt (Wt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Sharp bordering vitrinertite (WI) and vitrite (Wt). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Dwa mikrolitotypy – trimaceryt (Tr), reprezentowany przez witrineritoliptyt, oraz witryt (Wt); kutynit (Kt). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Two microlithotypes – trimacerite (Tr), represented by vitrinertoliptite, and vitrite (Wt); cutinite (Kt). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region



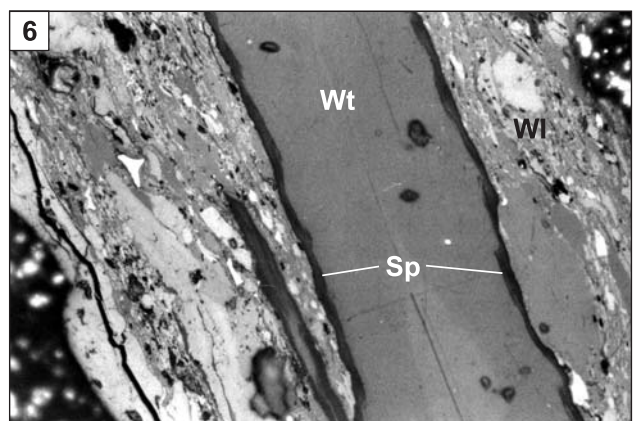
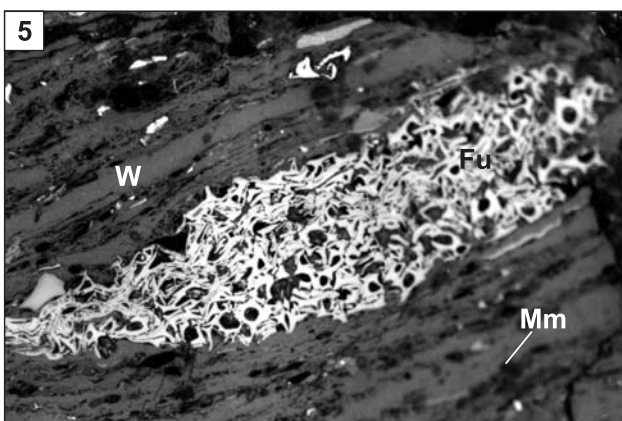
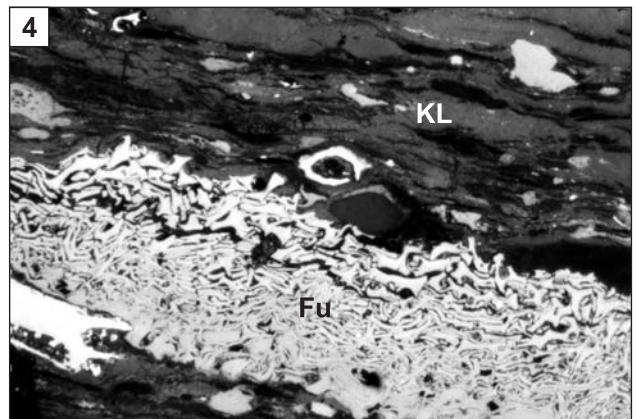
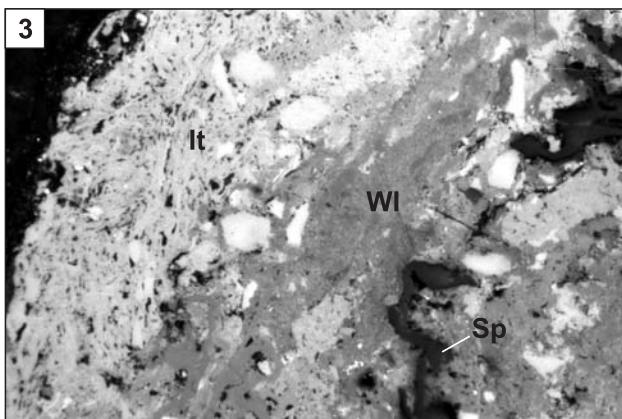
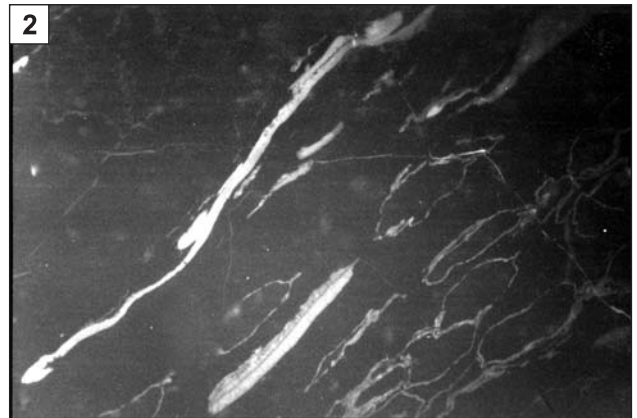
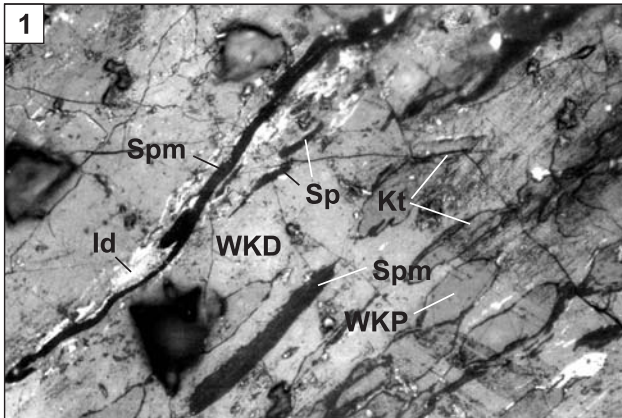
TABLICA XV

- Fig. 1. Graniczące ze sobą wityryt (Wt) i trimaceryt (Tr) – duroklarit. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Bordering vitrite (Wt) and trimacerite (Tr) – duroclarite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 2. Sporynit (Sp) i kolodetrynit (WKD) tworzące klarit sporynitowy. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Sporinite (Sp) and collodetrinite (WKD) forming jointly sporinite clarite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 3. Ziarno węgla zbudowane z klarytu sporynitowego (KL) i inertytu (It). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Coal grain composed of both sporinite clarite (KL) and inertite (It). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Trimaceryt – wityrertoliptyt. Sporynit składa się zarówno z tenuспорynitu, jak i krassisפורynitu; inertynit to głównie inertodetrynit; wityrynit jest reprezentowany przez kolodetrynit. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Trimacerite – vitrinertoliptite. Sporinite composed of both tenuisporinite and crassisporonite; inertinite is represented mainly by inertodetrinite; vitrinite is composed of collodetrinite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region.
- Fig. 5. Klarit sporynitowy przedzielony soczewką fuzynitu (Fu). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Sporinite clarite separated by a fusinite (Fu) lens. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Trimaceryt złożony m.in. z semifuzynitu (Sf), inertodetrynitu (Id), sporynitu (Sp) i kolodetrynitu (WKD). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite composed of semifusinite (Sf), inertodetrinite (Id), sporinite (Sp) and collodetrinite (WKD). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region



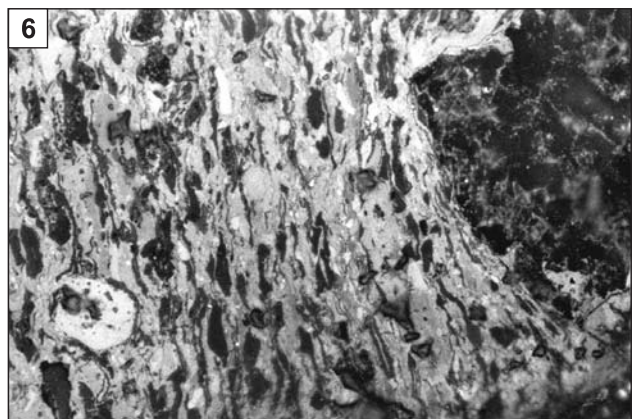
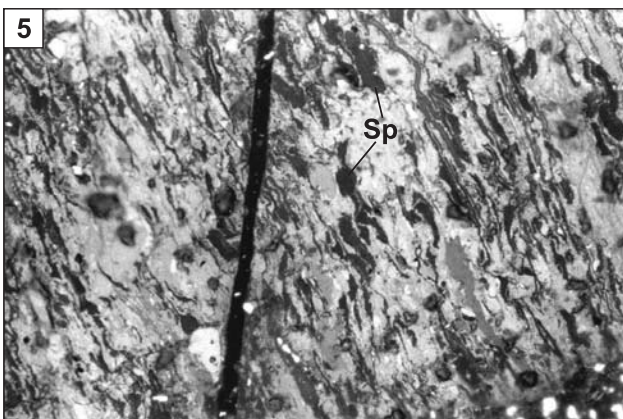
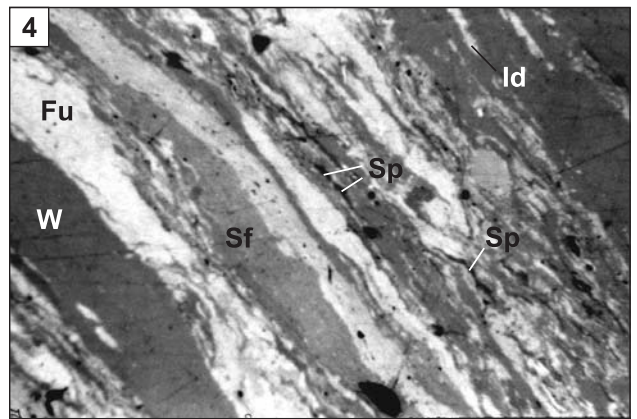
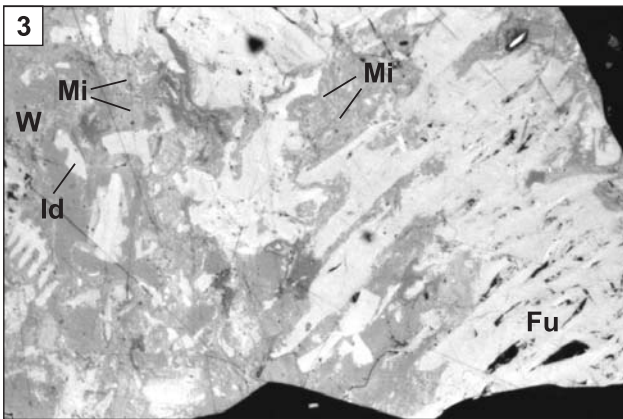
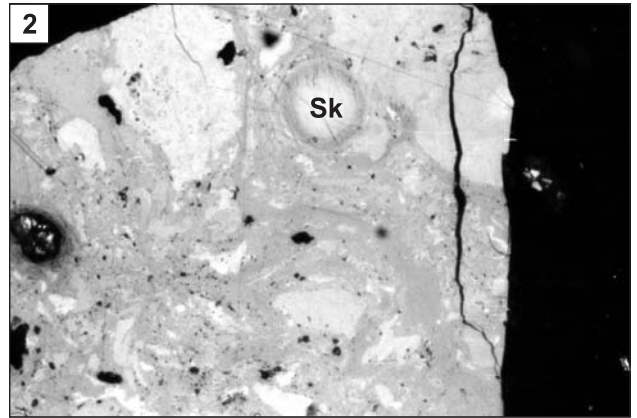
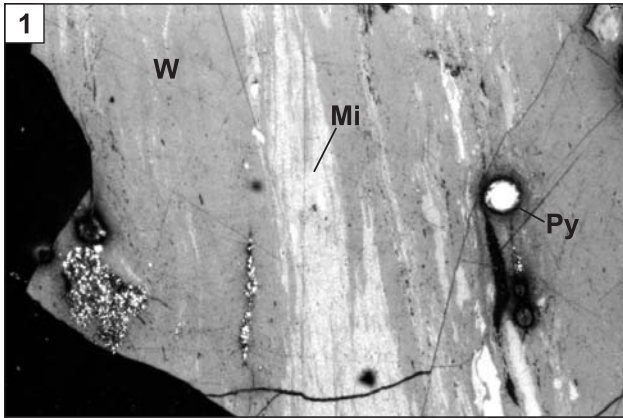
TABLICA XVI

- Fig. 1. Klaryt kutikulowy: kolodetrynit (WKD), korpożelinit (WKP), megasporynit (Spm), tenuisporynit (Sp), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Cuticle clarite: collodetrinite (WKD), corpogelinite (WKP), megasporinite (Spm), tenuisporinite (Sp), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Ten sam obiekt co na fot. 1 – światło UV (fotografia czarno-biała); macerały grupy liptynitu – kutynit i sporynit wykazują fluorescencję (jasnoszare pasemka i owale na fotografii) oraz niefluoryzujące wityrnyty i inertodetrynity
Same picture as photo 1 – UV light (black-and-white photo); macerals of liptinite group – cutinite and sporinite display fluorescence (ovals and light grey bands on the photo); non-fluorescing vitrinite and inertodetrinite
- Fig. 3. Sąsiadujące inertyt (It) i wityrnytyt (WI); oprócz macerałów grup wityrnytu i inertynitu obecny jest także sporynit (Sp). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Bordering inertite (It) and vitrinertite (WI); in addition to vitrinite and inertinite macerals, sporinite (Sp) is also visible. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Pasemko cienkościennego fuzynitu (Fu) tworzącego inertyt (fuzyt) w otoczeniu klarytu sporynitowego (KL). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Inertite (fusite) composed of fusinite (Fu) and sporinite clarite (KL). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Soczewka cienkościennego fuzynitu (Fu) w obrębie karbargilitu; wityrnytyt (W), ilasta materia mineralna (Mm). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Lens of thin-walled fusinite (Fu) within carbargilite; vitrinite (W), clay mineral matter (Mm). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Mikropasemkowa budowa węgla – w centrum fotografii wityrnytyt (Wt) ostro graniczący z wityrnytytem (WI); granica pomiędzy mikrolitotypami podkreślona obecnością sporynitu (Sp). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Microband structure of coal – sharply bordering vitrite (Wt) and vitrinertite (WI) in the centre of photo; the boundary between microlithotypes is underlined by sporinite (Sp). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region



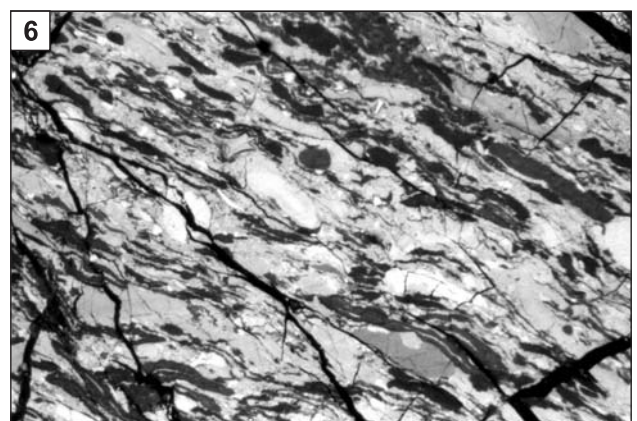
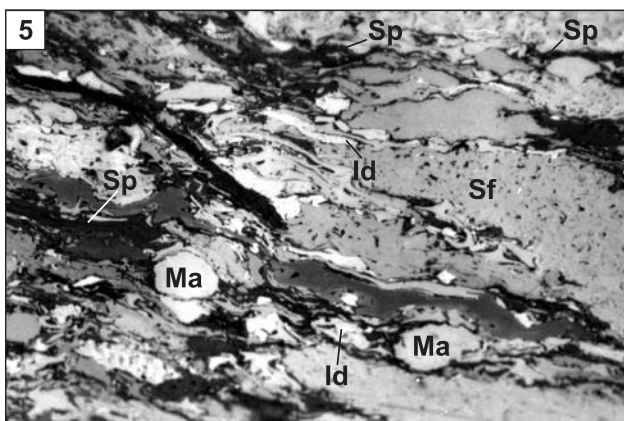
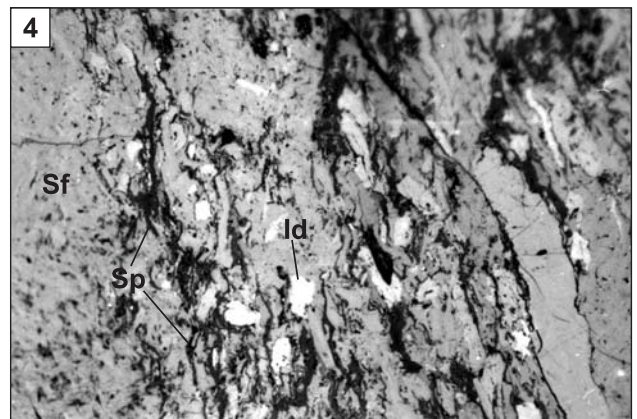
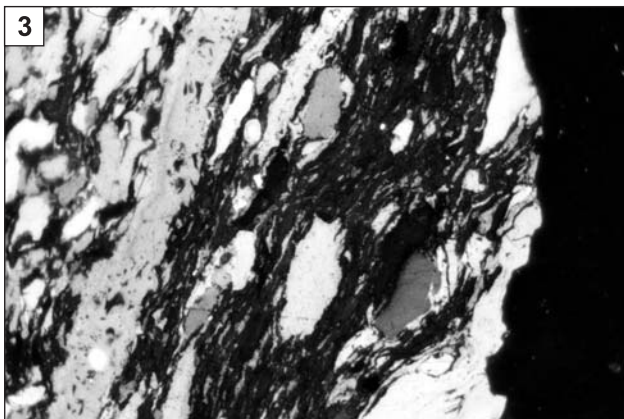
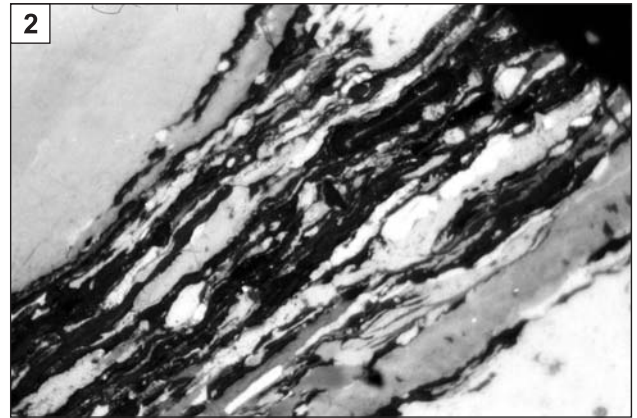
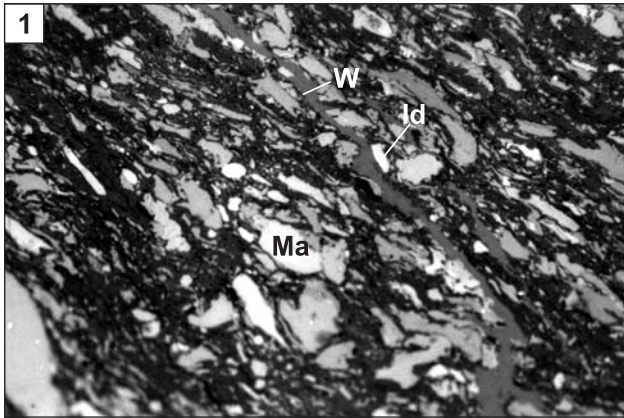
TABLICA XVII

- Fig. 1. Witrynertyt złożony z witrynu (W) i mikryny (Mi); widoczne framboidy pirytu (Py). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki.
Vitrinertite composed of vitrinite (W) and micrinite (Mi); pyrite framboids (Py). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 2. Witrynertyt – widoczne charakterystyczne okrągłe ziarno sekretynitu (Sk) wśród innych macerałów grupy inertynitu. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinertite – oval secretinite grain (Sk) is visible among other macerals of inertinite group. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Witrynertyt złożony z szarego witrynu (W) i białoszarego inertynitu – fuzynitu (Fu), mikryny (Mi) i inertodetrynytu (Id). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinertite composed of grey vitrinite (W) and white-grey inertinite – fusinite (Fu), micrinite (Mi) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Witrynertyt złożony z szarego witrynu (W) i białoszarego inertynitu – fuzynitu (Fu), semifuzynitu (Sf) i inertodetrynytu (Id); widoczne pojedyncze wystąpienia metasporynitu (Sp). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinertite composed of grey vitrinite (W) and inertinite (white-grey) – fusinite (Fu), semifusinite (Sf) and inertodetrinite (Id); single occurrences of metaspornite (Sp) are visible. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Duryt – liptynit reprezentowany przez krassisporynit (Sp). Światło odbite, pow. ×200. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Durite – liptinite is represented by crassispornite (Sp). Reflected light, magn. ×200. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 6. Duryt – widoczny krassisporynit występujący w tle inertynitowym. Światło odbite, pow. ×200. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Durite – crassispornite occurs in the inertinite background. Reflected light, magn. ×200. Zacler Fm, Słupiec region



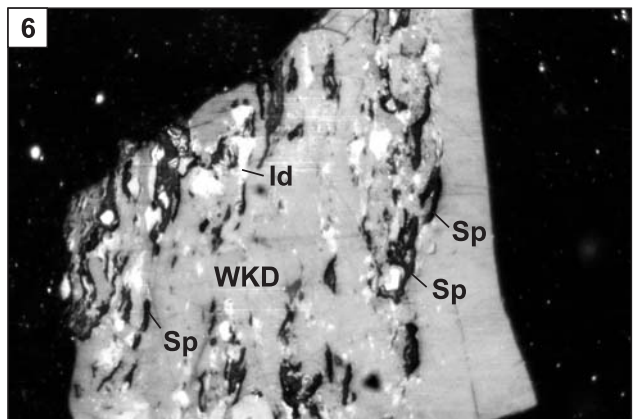
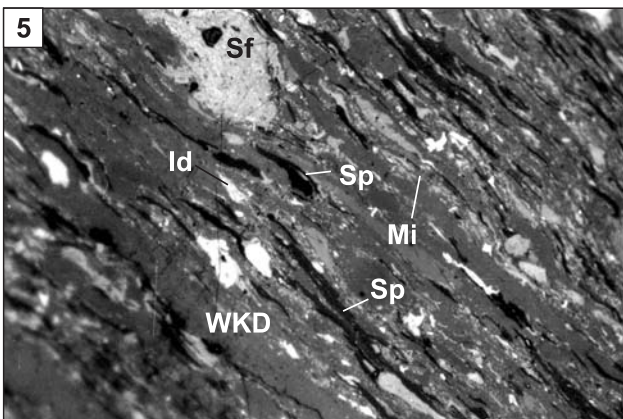
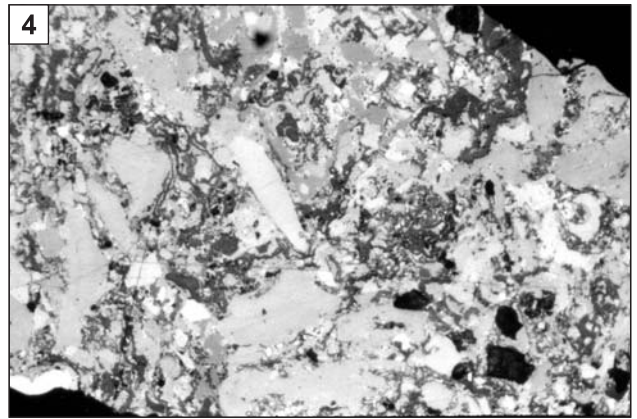
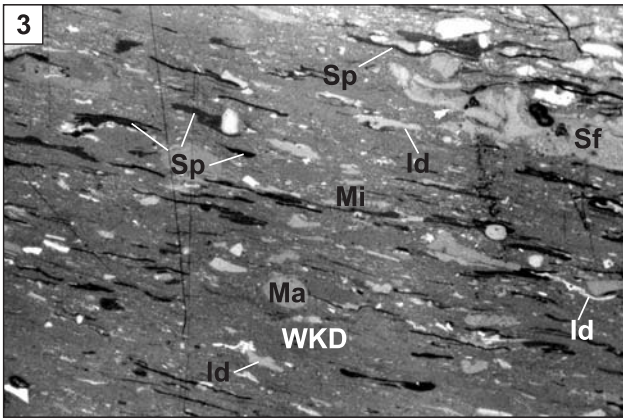
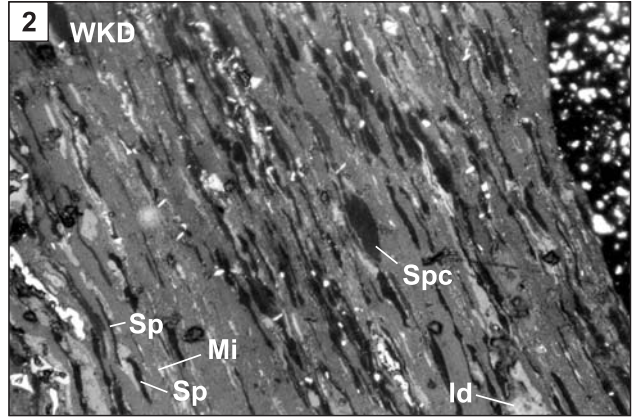
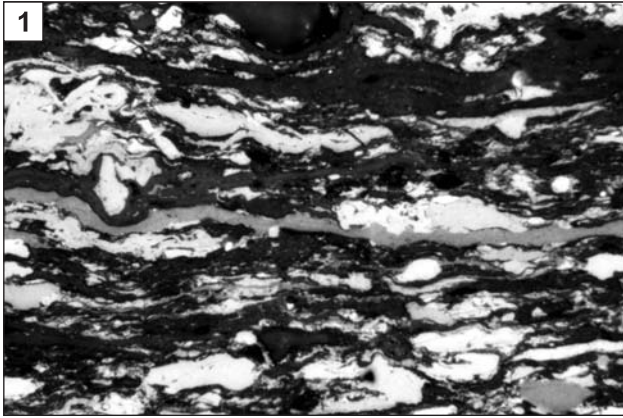
TABLICA XVIII

- Fig. 1. Duryt sporynitowy; liptynit złożony ze sporynitu; inertynit – makrynit (Ma) i inertodetrynit (Id); widoczne cienkie mikropasemka wityrynu (W). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Sporinite durite; liptinite consists of sporinite; inertinite composed of macrinite (Ma) and inertodetrinite (Id); thin vitrinite (W) bands are also visible. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Witryt sąsiadujący z durytem sporynitowym. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Vitrinite bordering sporinite durite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Ziarno durytu sporynitowego. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Sporinite durite grain. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Duryt inertynitowy – liptynit reprezentuje tenuisporynit (Sp); inertynit – semifuzynit (Sf), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Inertinite durite – liptinite is represented by tenuisporinite (Sp); inertinite – semifusinite (Sf), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Duryt inertynitowy – sporynit (Sp), semifuzynit (Sf), makrynit (Ma), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Inertinite durite – sporinite (Sp), semifusinite (Sf), macrinite (Ma), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Duryt inertynitowy – w tle inertynitowym widoczny krassi- i tenuisporynit. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Inertinite durite – crassi- and tenuisporinite are visible in the inertinite background. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Słupiec region



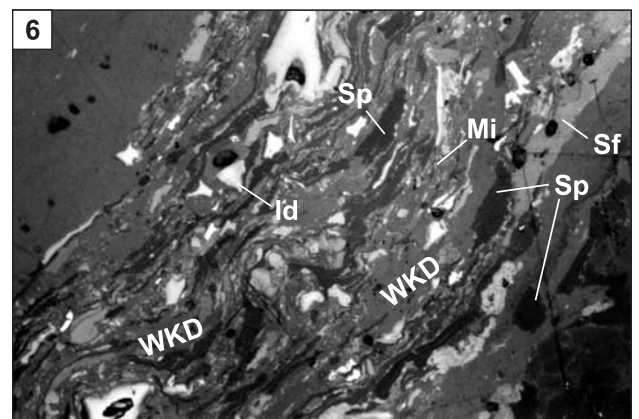
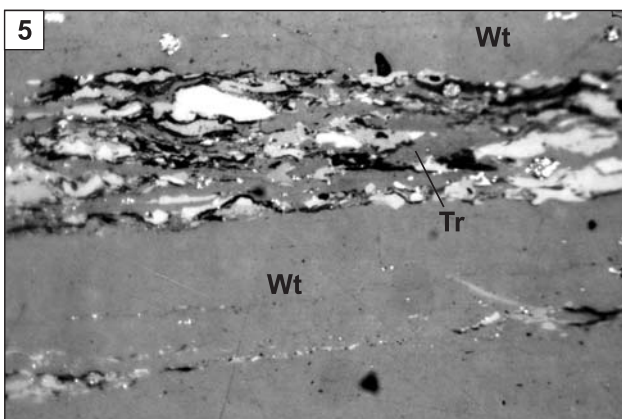
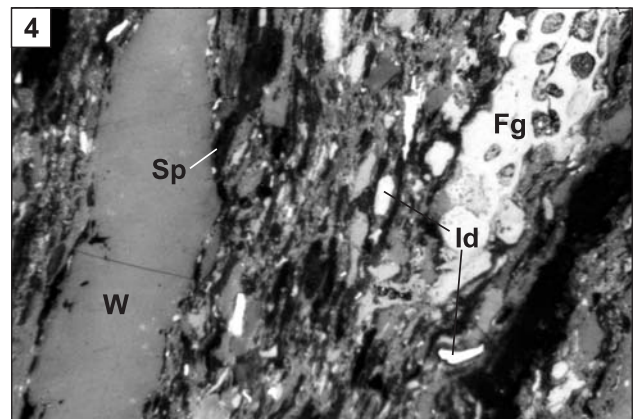
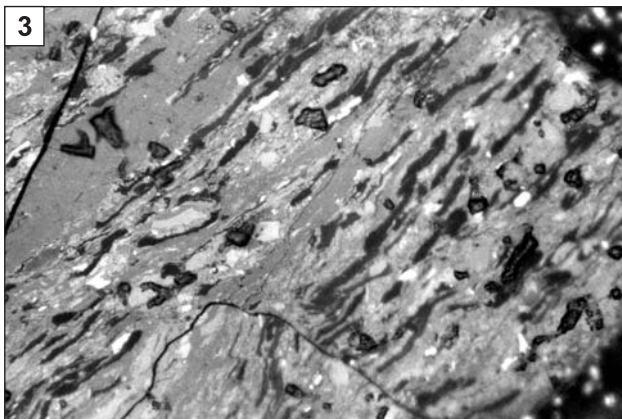
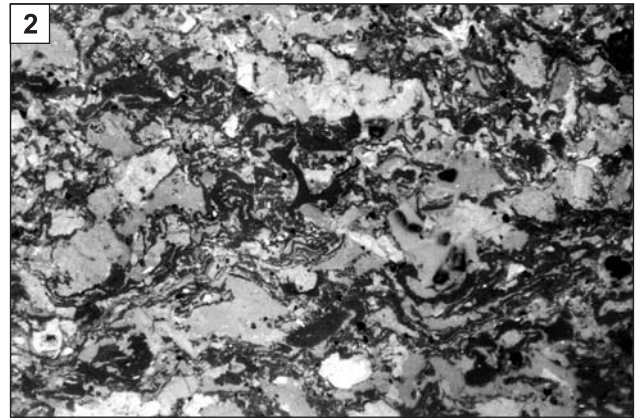
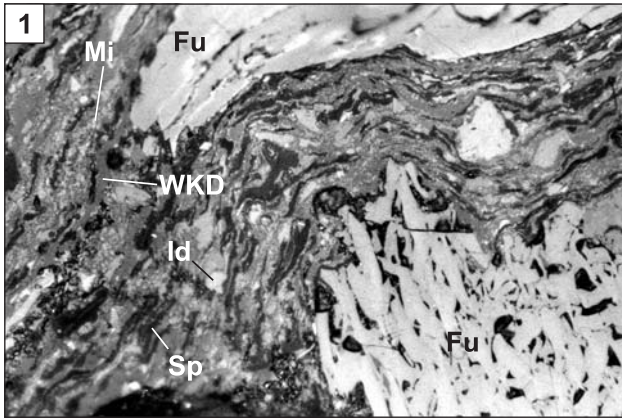
TABLICA XIX

- Fig. 1. Duryt sporynitowy. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Sporinite durite. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Trimaceryt – duroklaryt; tenuisporynit (Sp), krassisporynit (Spc), mikrynit (Mi), inertodetrynit (Id), kolodetrynit (WKD). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Trimacerite – duroclarite; tenuisporinite (Sp), crassisporinite (Spc), micrinite (Mi), inertodetrinite (Id), collodetrinite (WKD). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 3. Trimaceryt – duroklaryt złożony z kolodetrynit (WKD), tenuisporynitu (Sp), mikrynit (Mi), makrynit (Ma), semifuzynitu (Sf) i inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite – duroclarite composed of collodetrinite (WKD), tenuisporinite (Sp), micrinite (Mi), macrinite (Ma), semifusinite (Sf) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Duryt inertynitowy. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Inertinite durite. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 5. Trimaceryt – duroklaryt; kolodetrynit (WKD), sporynit (Sp), mikrynit (Mi), semifuzynit (Sf), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite – duroclarite; collodetrinite (WKD), sporinite (Sp), micrinite (Mi), semifusinite (Sf), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Ziarno trimacerytu – duroklarytu złożonego z kolodetrynit (WKD), sporynit (Sp) i inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite (duroclarite) grain composed of collodetrinite (WKD), sporinite (Sp) and inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region



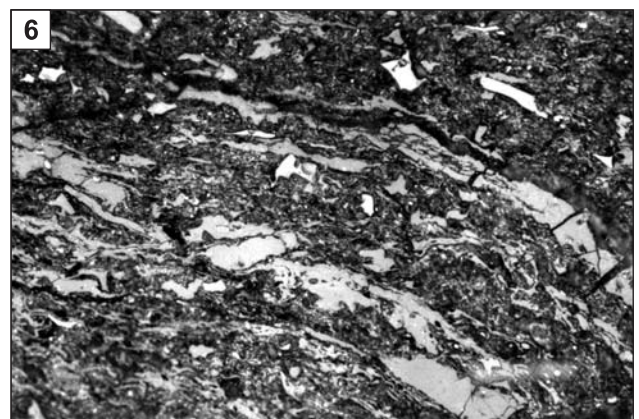
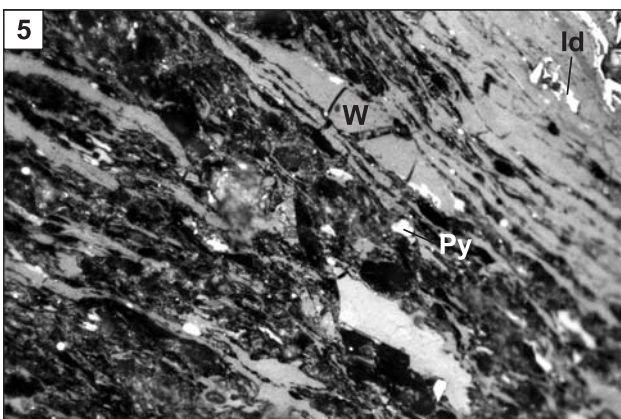
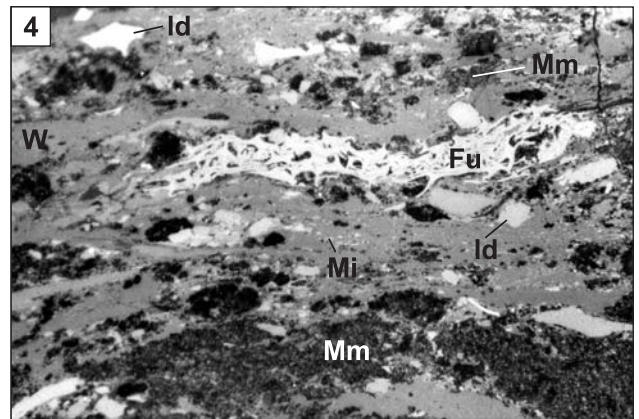
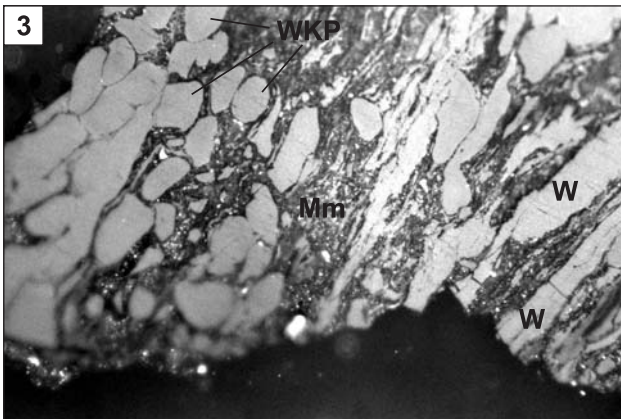
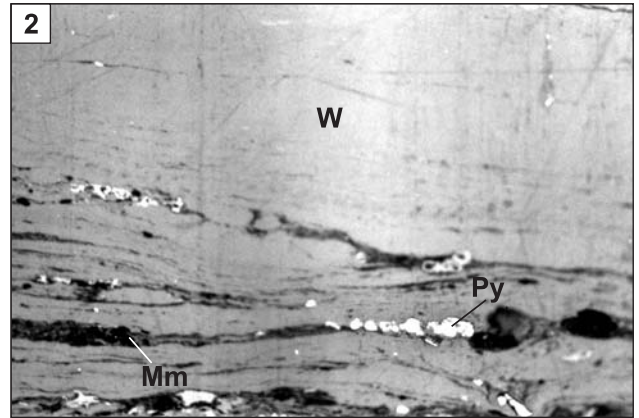
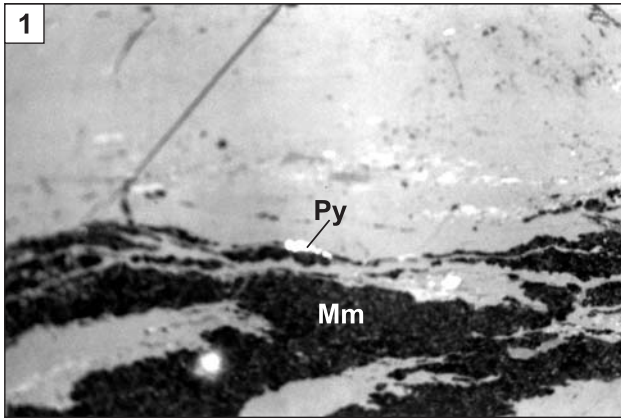
TABLICA XX

- Fig. 1. Trimaceryt – klaroduryt składający się z fuzynitu (Fu), mikrynit (Mi), inertodetrynit (Id), kolodetrynit (WKD) i sporynit (Sp). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite – clarodurite composed of fusinite (Fu), micrinite (Mi), inertodetrinite (Id), collodetrinite (WKD) and sporinite (Sp). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Trimaceryt – klaroduryt; widoczne nieuporządkowane ułożenie macerałów trzech grup. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Trimacerite – clarodurite; chaotically distributed macerals of three groups. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 3. Trimaceryt – klaroduryt. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Trimacerite – clarodurite. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. Trimaceryt – witynertoliptyt; witynit (W), sporynit (Sp), funginit (Fg), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Trimacerite – vitrinertoliptite; vitrinite (W), sporinite (Sp), funginite (Fg), inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. Mikropasemkowa budowa węgla – wityt (Wt) przedzielony trimacerytem (Tr). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Microband structure of coal – vitrite (Wt) is separated by trimacerite (Tr). Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Trimaceryt – klaroduryt; kolodetrynit (WKD), sporynit (Sp), semifuzynit (Sf), mikrynit (Mi), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Trimacerite – clarodurite; collodetrinite (WKD), sporinite (Sp), semifusinite (Sf), micrinite (Mi) inertodetrinite (Id). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Słupiec region



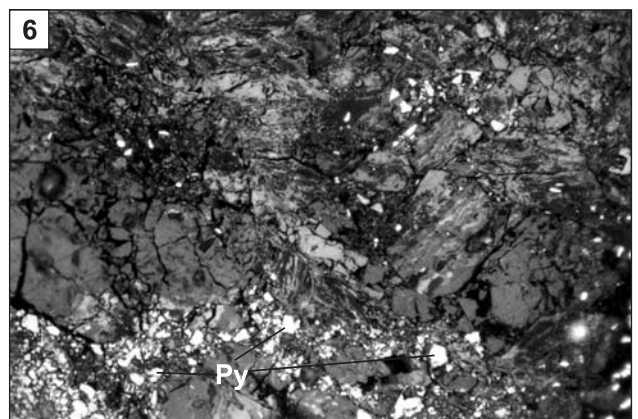
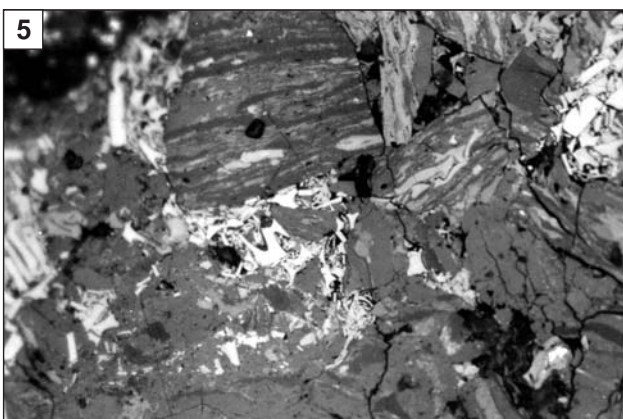
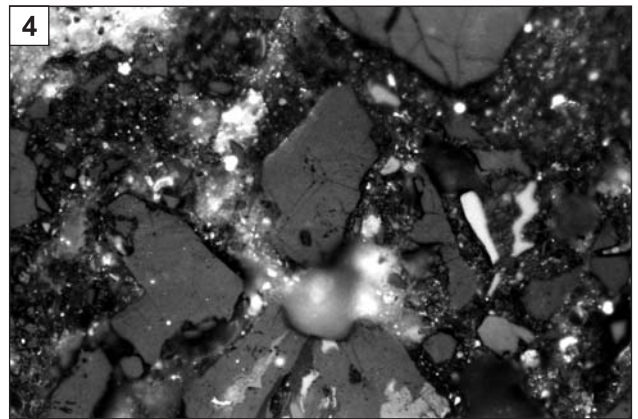
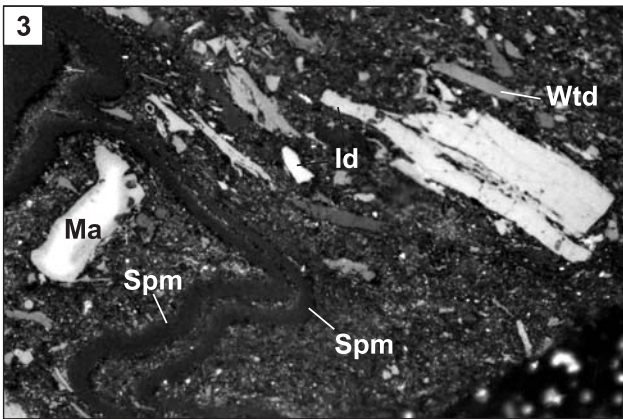
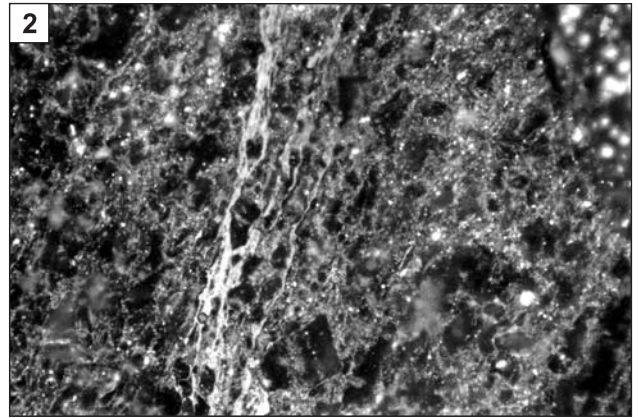
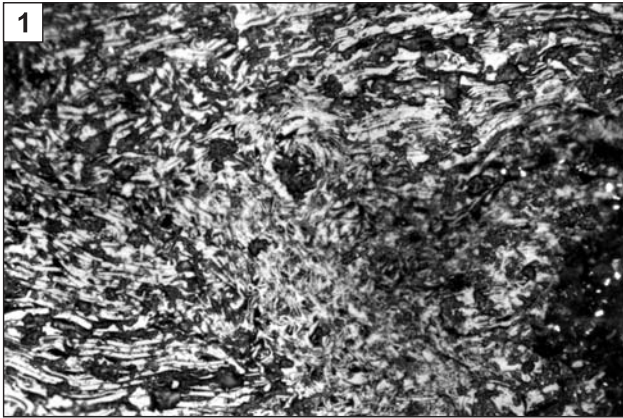
TABLICA XXI

- Fig. 1. Karbargilit wityrynitowy – ilasta materia mineralna (Mm), piryt (Py). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Vitrinite carbargilite – clay mineral matter (Mm), pyrite (Py). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 2. Nagromadzenie ilastej materii mineralnej (Mm) w formie pasemek i smug (karbargilit) oraz framboidy pirytu (Py), wityrynit (W). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Concentration of bands and streaks of clay mineral matter (Mm) forming carbargilite; pyrite framboids (Py), vitrinite (W). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Skupienia ziaren korpożelinitu (WKP) oraz pasemka wityrynit (W) w ilastym matriks (Mm) tworzące karbargilit. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon słupiecki
Concentration of corpogelinite (WKP) grains and vitrinite (W) in the clay matrix (Mm), forming jointly carbargilite. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 4. Skupienia ilastej materii mineralnej (Mm) w węglu; wityrynit (W), fuzynit (Fu), inertodetrynit (Id), mikrynit (Mi). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Concentration of clay mineral matter (Mm) in coal; vitrinite (W), fusinite (Fu), inertodetrinite (Id), micrinite (Mi). Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 5. W ciemnoszarym ilastym tle widoczne pasemka wityrynit (W), inertodetrynit (Id), piryt (Py). Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
In dark grey clay background bands of vitrinite (W), inertodetrinite (Id), pyrite (Py) are visible. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Łupek węglowy – w ilastym tle widoczny wityrynit i inertodetrynit. Światło odbite, pow. ×400. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Carbonaceous shale – vitrodetrinite and inertodetrinite are visible in clay background. Reflected light, magn. ×400. Zacler Fm, Wałbrzych region



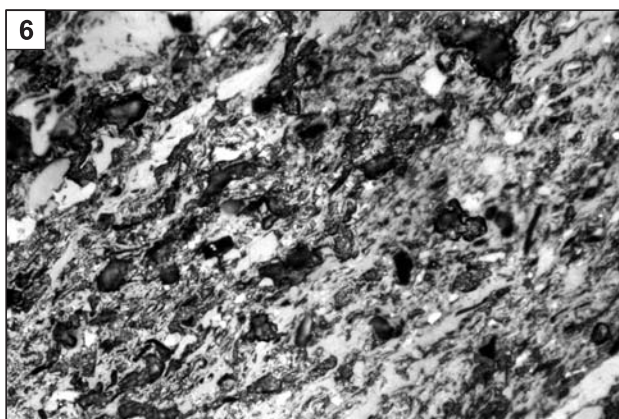
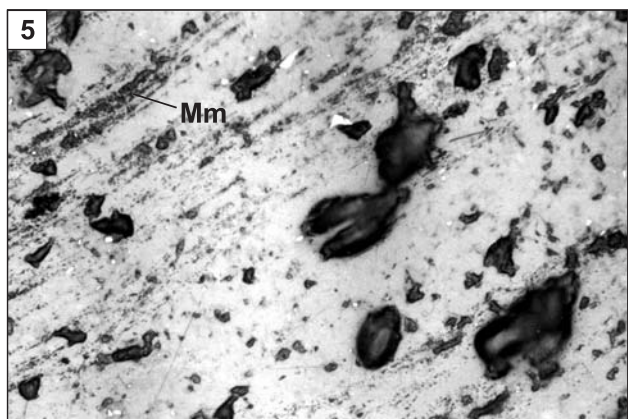
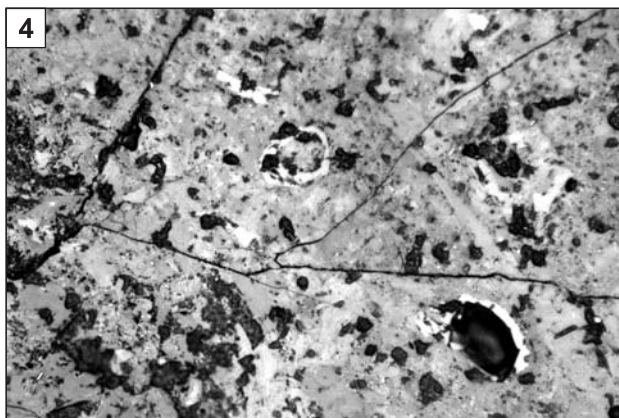
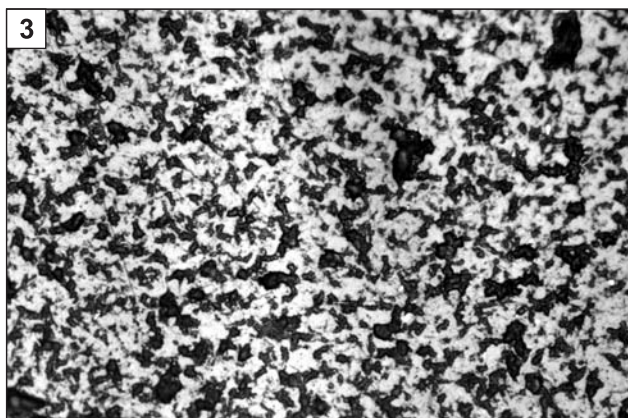
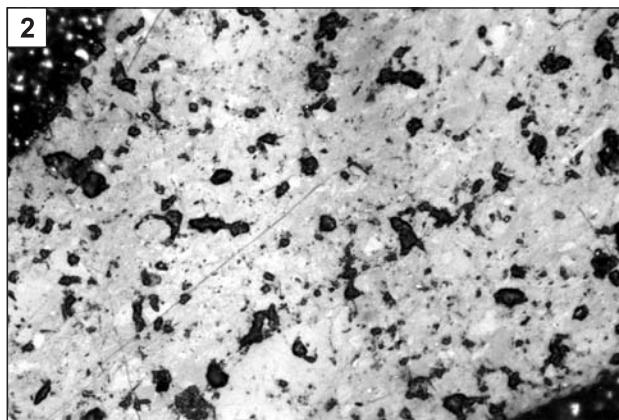
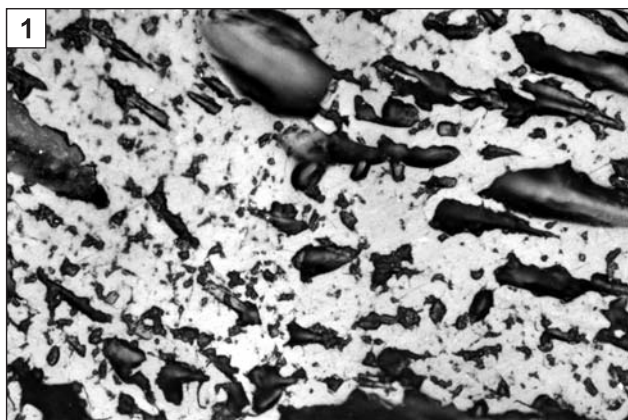
TABLICA XXII

- Fig. 1. Inertodetrynit powstały wskutek silnej dezintegracji fuzynitu i bezładnie ułożony w ilastym matriks łupku węglowego. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Inertodetrinite formed due to strong disintegration of fusinite; inertodetrinite is chaotically imbedded in the clay matrix of shaly coal. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Łupek węglowy – w ilastym tle obecny drobny wirodetrynit i odznaczający się nieco wyższą refleksyjnością inertodetrynit. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Shaly coal – fine-grained vitrodetrinite and inertodetrinite (stronger reflectance) occur in the clay matrix. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. Łupek węglowy – w ilastym tle widoczne są: megasporynit (Spm), wirodetrynit (Wtd), makrynit (Ma), inertodetrynit (Id). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Shaly coal – megasporinite (Spm), vitrodetrinite (Wtd), macrinite (Ma) and inertodetrinite are visible in the clay matrix. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 4. Łupek węglowy – w mineralnym (krzemionkowo-ilastym) tle widoczne pojedyncze ziarna wityrynit. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Shaly coal – single vitrinite grains are visible in the mineral (siliceous-clay) background. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Mikrobrecja węglowa – przemieszczone ziarna węglowe są zbudowane z różnych mikrolitotypów. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Coaly microbreccia – disintegrated coal grains are composed of different microlithotypes. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. Mikrobrecja węglowa o znacznie naruszonej pierwotnej strukturze węgla; piryt (Py). Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski
Coaly microbreccia of strongly disintegrated primary structure of coal; pyrite (Py). Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Wałbrzych region



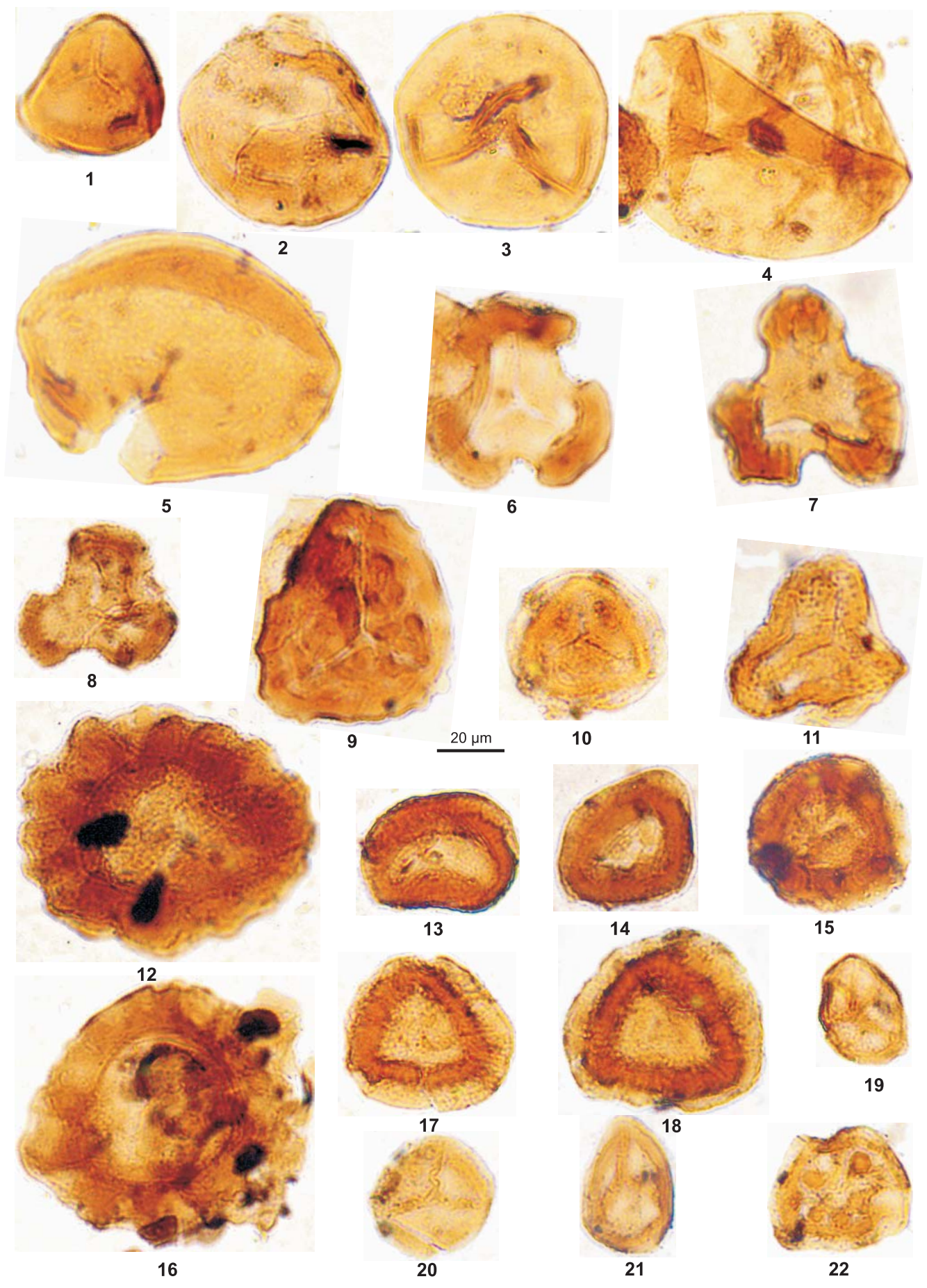
TABLICA XXIII

- Fig. 1. Antracyt – wityrynit o różnej wielkości i nieregularnych kształtach przestrzeni pogazowych. Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski
Anthracite – vitrinite of irregular gas voids. Reflected light, magn. $\times 400$. Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. Antracyt – wityrynit z wyraźnymi próżniami pogazowymi. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki
Anthracite – vitrinite with distinct post-gas perforation. Reflected light, magn. $\times 200$. Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 3. Antracyt – wityrynit z licznymi próżniami pogazowymi. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski
Anthracite – vitrinite with numerous post-gas voids. Reflected light, magn. $\times 200$. Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. Antracyt o heterogenicznej budowie – widoczne fragmenty macerałów grupy inertynitu odznaczające się wyższą refleksyjnością w stosunku do towarzyszącego wityrynytu. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Heterogenous anthracite – fragments of inertinite macerals, showing higher reflectance in comparison to vitrinite visible in the same photo. Reflected light, magn. $\times 200$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. Antracyt – wityrynit wykazujący zróżnicowanej wielkości próżnie pogazowe oraz domieszkę ilastej materii mineralnej (Mm). Światło odbite, pow. $\times 400$. Formacja z Żaclerza, rejon noworudzki
Anthracite – vitrinite with admixture of clay mineral matter (Mm); anthracite displays post-gas voids of different sizes. Reflected light, magn. $\times 400$. Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 6. Antracyt ze znaczną domieszką ilastej materii mineralnej. Światło odbite, pow. $\times 200$. Formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski
Anthracite with considerable admixture of clay mineral matter. Reflected light, magn. $\times 200$. Wałbrzych Fm, Wałbrzych region



TABLICA XXIV

- Fig. 1. *Leiotriletes inermis* (Waltz) Iszczenko, 1952, formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski / Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 2. *Punctatisporites punctatus* Ibrahim, 1932, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 3. *Calamospora pallida* (Loose) Schopf, Wilson et Bentall, 1944, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 4. *Calamospora microrugosa* (Loose) Schopf, Wilson et Bentall, 1944, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 5. *Apiculatasporites spinulistratus* (Loose) Ibrahim 1933, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 6. *Triquitrites trivalvis* (Waltz) Potonié et Kremp, 1956, formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski i noworudzki / Wałbrzych Fm, Wałbrzych and Nowa Ruda regions
- Fig. 7. *Tripartites vetustus* Schemel, 1950, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 8. *Tripartites* sp., formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski / Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 9. *Savitrissporites nux* (Butterworth et Williams) Smith et Butterworth, 1967, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 10. *Rotaspora knoxi* Butterworth et Williams, 1958, formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski / Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 11. *Bellisporites nitidus* (Horst) Sullivan, 1964, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 12. *Densosporites aculeatus* Playford, 1963, formacja z Wałbrzycha, rejon wałbrzyski / Wałbrzych Fm, Wałbrzych region
- Fig. 13. *Densosporites anulatus* (Loose) Smith et Butterworth, 1967, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 14. *Densosporites intermedius* Butterworth et Williams, 1958, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 15. *Densosporites sphaerotriangularis* Kosanke, 1950, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 16. *Radiizonates faunus* (Ibrahim) Smith et Butterworth, 1967, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 17. *Radiizonates striatus* (Knox) Staplin et Jansonius, 1964, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region
- Fig. 18. *Radiizonates striatus* (Knox) Staplin et Jansonius, 1964, formacja z Żaclerza, rejon noworudzki / Zacler Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 19. *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Schopf, Wilson et Bentall, 1944, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 20. *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Schopf, Wilson et Bentall, 1944, formacja z Wałbrzycha, rejon noworudzki / Wałbrzych Fm, Nowa Ruda region
- Fig. 21. *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Schopf, Wilson et Bentall, 1944, formacja z Żaclerza, rejon słupiecki / Zacler Fm, Słupiec region
- Fig. 22. *Lycospora noctuina* Butterworth et Williams, 1958, formacja z Żaclerza, rejon wałbrzyski / Zacler Fm, Wałbrzych region



WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W serii *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* są publikowane prace oryginalne i przeglądowe o charakterze monograficznym.

Opracowanie wraz z pismem przewodnim instytucji macierzystej autora oraz informacją o źródłach finansowania publikacji, wkładzie finansowym instytucji naukowo-badawczych, stowarzyszeń i innych podmiotów należy złożyć w jednym egzemplarzu wraz z wersją cyfrową w sekretariacie Zakładu Publikacji Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Złożenie pracy jest jednoznaczne z oświadczeniem autora, że dzieło jest oryginalne, nigdzie wcześniej niepublikowane i niezłożone do druku w innym wydawnictwie, skład zespołu autorskiego odzwierciedla rzeczywisty wkład pracy poszczególnych osób w procesie powstawania publikacji, a ostateczna wersja publikacji została przedłożona po uzgodnieniu ze wszystkimi autorami. Opracowania monograficzne publikowane w *Pracach* są recenzowane. Objętość artykułów (opracowań) przeznaczonych do druku w *Pracach* nie jest limitowana.

Wszyscy autorzy składanych prac są zobowiązani do podania stopnia naukowego, afiliacji instytucji macierzystej oraz aktualnego adresu zamieszkania, niezbędnego do zawarcia umowy autorskiej.

Artykuły nadesłane do redakcji, po wstępnym zaakceptowaniu, są przekazywane do dwóch niezależnych recenzentów, niepozostających w konflikcie interesów z autorem. Recenzja wraz z uwagami redakcji jest udostępniana autorowi w celu dokonania koniecznych poprawek, w uzgodnionym terminie. Przekroczenie uzgodnionego terminu oznaczać będzie zmianę kolejności pozycji w tece redakcyjnej. Po zredagowaniu i złamaniu tekstu autor otrzymuje egzemplarz do korekty, który powinien być zwrócony do redakcji w ciągu dwóch tygodni. Poważne zmiany autorskie w tekście i na ilustracjach na etapie korekty nie będą akceptowane.

W celu usprawnienia prac redakcyjnych prosimy o przygotowanie tekstu i załączników zgodnie z poniższymi wskazówkami; prace nieodpowiadające wymaganiom redakcji będą zwracane autorom. Części pracy publikowane w języku angielskim, tzn. abstrakt, słowa kluczowe, streszczenie, tytuły ilustracji (figury i tablice fotograficzne) z objaśnieniami i tytuły tabel, należy dostarczyć w wersji angielskiej.

Przygotowanie tekstu. Tekst musi być dostarczony w wersji elektronicznej wraz z jedną kopią, wydrukowaną z podwójnym odstępem między wierszami, 12-punktową czcionką (Times New Roman) i 4-centymetrowym marginesem z lewej strony. Akapity powinny być wyrównane do lewej strony (niejustowane), należy wyłączyć opcję dzielenia wyrazów, nie stosować wcięć akapitowych, wypośrodkowań ustawianych spacjami.

Na marginesach należy zaznaczyć miejsca włamania figur oraz hierarchie tytułów, uwzględniając co najwyżej trzy stopnie. Wszystkie jednostki miar podawać w systemie SI. Cytowane pozycje literatury umieszczać w nawiasach, podając nazwisko i rok wydania, np. (Kowalski, 1998).

Tekst, objaśnienia do ilustracji i tabele należy zapisać w osobnych plikach. Format zapisu — MS Word.

Prosimy o umieszczanie na etykiecie nośnika następujących informacji: nazwisko autora, tytuł pracy, nazwa i wersja edytora tekstu, programu graficznego i ewentualnie nazwy programu kompresującego.

Abstrakt. Abstrakt, nieprzekraczający 200 słów, publikowany jest w języku polskim i angielskim. Powinien zwięźle przedstawiać metody, wyniki badań i wnioski.

Słowa kluczowe. Należy podać 5–7 słów kluczowych opisujących tematykę pracy.

Streszczenie. Streszczenie w języku angielskim nie powinno przekraczać 10% objętości całej pracy.

Literatura cytowana. Spis literatury, ułożony alfabetycznie, powinien zawierać tylko prace publikowane cytowane w tekście, w objaśnieniach do ilustracji i w tabelach. Skróty nazw czasopism i serii wydawniczych podawać zgodnie z *Bibliografią geologiczną Polski* i formalnymi wymogami redakcji. Przykłady:

FIJAŁKOWSKA-MADER A., MALEC J., 2011 — Biostratigraphy of the Emsian to Eifelian in the Holy Cross Mountains (Poland). *Geol. Quart.*, **55**, 2: 109–138.

RACKI G., NARKIEWICZ M. (red.), 2006 — Polskie zasady stratygrafii. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SIKORSKA M., 2007a — Geneza wapieni i cementów węglanowych piaskowców w kambrze obniżenia bałtyckiego. *Prz. Geol.*, **55**, 4: 304.

SIKORSKA M., 2007b — Petrografia ediakaru (wendu) i kambru. *W: Słupsk IG 1* (red. Z. Modliński). *Profile Głęb. Otw. Wiert. Państw. Inst. Geol.*, **116**: 75–83.

Uwaga: dla książek należy bezwzględnie podać wydawcę i miejsce wydania. Pozycje literatury w alfabecie cyrylicy muszą być podane w transkrypcji na alfabet łaciński.

Ilustracje. Figury (rysunki) i fotografie wraz z kopią należy dostarczyć w wersji elektronicznej (program graficzny CorelDraw lub Illustrator; w przypadku stosowania innych programów należy zapisać rysunki w formacie wektorowym Windows Metafile – WMF lub innym umożliwiającym import do Corel Draw) wraz z wydrukiem. Grafikę rastrową (obrazy skanowane) należy zapisać w jednym z następujących formatów: TIFF, PCX, CPT, BMP, PSD, JPG. Rozdzielczość zeskanowanych fotografii kolorowych powinna wynosić minimum 300 dpi, fotografii czarno-białych co najmniej 600 dpi, czarno-białych rysunków (liniowych) 1200 dpi.

Kolorowe ilustracje prosimy załączać tylko w uzasadnionych przypadkach, tzn. kiedy kolor jest jedynym sposobem efektywnego wyrażenia zagadnienia. Autorzy są zobowiązani do partycypowania w kosztach druku kolorowych załączników.

Ilustracje powinny być przekazywane w takich wymiarach, aby po zmniejszeniu zmieściły się na kolumnę 175×245 mm. Stopień zmniejszenia przyjmuje się od 30 do 50%. Rysunki nie mogą zawierać zbędnych szczegółów, wielkość opisów po zmniejszeniu nie może być mniejsza niż 1 mm. Na mapach i przekrojach należy umieścić skalę liniową. Objasnienia figur w języku polskim i angielskim prosimy umieszczać pod rysunkiem (nie stosować kostek z numeracją).

Tabele. Tabele muszą być zapisane w oddzielnym pliku, w formacie MS Word lub Excel (maksymalny format A4).

W przypadku wątpliwości co do formalnych wymagań, autorzy są proszeni o bezpośredni kontakt i konsultację z Zakładem Publikacji PIG-PIB.