

# WYNIKI BADAŃ LITOLOGICZNYCH, STRATYGRAFICZNYCH, PETROGRAFICZNYCH, MINERALOGICZNYCH, GEOCHEMICZNYCH I CHEMICZNO-TECHNOLOGICZNYCH

## KARBON

Janusz JURECZKA

### LITOLOGIA I LITOSTRATYGRAFIA

Poniżej utworów triasu w profilu otworu Chelmek IG 1 występują utwory zaliczane do karbońskich formacji molasowych waryscyjskiego cyklu geosynkinalnego, reprezentowane przez utwory węglonośne – krakowską serię piaskowcową, serię mułowcową, górnośląską serię piaskowcową i serię paraliczną oraz przez morskie utwory terygeniczne warstw malinowickich (tzw. kulmu) – fig. 6. Wymienione serie litostratygraficzne, w randze nieformalnych formacji, zostały wyznaczone na podstawie szczegółowego opisu litologiczno-sedymentologicznego rdzenia (Jureczka, Kwarciański, 1988) z uwzględnieniem wyników badań biostratygraficznych (Kotasowa, 1988; Musiał, Tabor, 1988; Kmiecik, 1988; Knafel, 1988) oraz petrograficzno-mineralogicznych (Nurkiewicz i in., 1988). Seria paraliczna obejmuje całość osadów węglonośnych deponowanych w warunkach paralicznych, z wpływami okresowych zalewów morskich. Sedymentację w warunkach lądowych reprezentują pozostałe trzy serie litostratygraficzne, wyznaczone zgodnie z podziałem wprowadzonym w 1972 r. przez Państwowy Instytut Geologiczny (Dembowski, 1972b). Utwory lądowe zalegają na osadach paralicznych z przerwą stratygraficzną. Na znacznych obszarach zagłębia kontakt tych utworów z podłożem przebiega w spągu pokładu węgla 510. W części wschodniej (rejon otworu Chelmek IG 1) występuje przerwa sedymentacyjna obejmująca stopniowo kolejne odcinki górnośląskiej serii piaskowcowej, a następnie wyżej leżącej serii mułowcowej, i charakteryzująca się przekraczającym zaleganiem coraz to młodszych osadów lądowych na utworach paralicznych oraz zwiększaniem się zasięgu luki czasowej pomiędzy tymi dwoma grupami utworów. Jest to zasadnicza luka stratygraficzna w profilu karbonu GZW, która była i jest żywo dyskutowana (m.in.: Gothan, Gropp, 1934; Gothan, 1952; Kotas, Kotasowa, 1984; Jureczka, Kotasowa, 1988; Kotas, 1995; Dopita i in., 1997).

Litologicznie utwory karbonu w profilu otworu Chelmek IG 1 są zbudowane ze skał osadowych i są to niemal wyłącznie osady klastyczne, a w seriach węglonośnych także fitogeniczne (tab. 8). Pod względem występowania podstawowych typów litologicznych skał, utwory karbonu w profilu wykazują stosunkowo małe zróżnicowanie, z wyjątkiem obecności skał fitogenicznych (węgli i łupków węglowych/sapropelowych), które wyróżniają serie węglonośne od niżej leżących płonnych osadów warstw malinowickich. Z kolei w samym profilu utworów węglonośnych różnice litologiczne pomiędzy osadami lądowymi a paralicznymi dotyczą głównie występowania zlepieńców, a w mniejszym zakresie także węgli i łupków sapropelowych (tab. 8). Istotne zróżnicowanie litologiczne utworów karbonu odzwierciedla się natomiast w wielkości udziału poszczególnych typów litologicznych i ich rodzajów, co szczególnie jest widoczne w przypadku utworów fitogenicznych oraz osadów piaszczystych (tab. 8), przy czym w przypadku piaskowców znaczenie ma przede wszystkim wielkość uziarnienia (tab. 9).

Piaskowce o grubszym uziarnieniu (grubo- i bardzo gruboziarniste oraz różnoziarniste) występują głównie w obrębie utworów lądowych, szczególnie w krakowskiej serii piaskowcowej. W serii paralicznej piaskowce takie występują sporadycznie, a w morskich utworach warstw malinowickich są nieobecne. Powodem tych różnic są zmiany facjalne i paleogeograficzne, jakie zachodziły w środowiskach sedymentacji w czasie deponowania osadów karbońskich GZW. Środowiska te były zróżnicowane lateralnie i zmieniające się w czasie, a wydzielane w profilu karbonu jednostki litostratygraficzne odzwierciedlają w ogólnym ujęciu rozwój i zmiany sukcesji węglonośnej: od zanikania sedymentacji osadów morskich w środowiskach przybrzeżnych równin i delt, poprzez okres depozycji osadów paralicznych z wielokrotnymi

| EPOKA<br>SERIES  | WIEK<br>STAGE                                       |                     | JEDNOSTKI LITOSTRATYGRAFICZNE<br>LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS |  |   |                 |
|--|---|---------------------|---|--|---|-----------------|
|  |   |                     | część polska<br>Polish part                               | część czeska<br>part of the Czech Republic                       |   |                 |
| PENSYLVAN  | gżel + kazimow (?)                                  | STEFAN              | ARKOZA KWACZALSKA   |  |   |                 |
|  |   |                     | moskow  | WESTFAL  | KRAKOWSKA<br>SERIA<br>PIASKOWCOWA   | luka str. p.110 |
|  | warstwy libiąskie p.119                             |                     |   |  |   |                 |
|  | luka str. p.201                                     | SOUVRSTVI KARVINSKÉ |   |  |   |                 |
|  | warstwy łaziskie s.l. poziom zmiany facjalnej p.301 |                     |   |  | vrstvy doubravské górne p.962<br>s.s. p.804                                 |                 |
|  | baszkir   | WESTFAL             | SERIA<br>MULOWCOWA  | warstwy orzeskie s.s. tufit p.327                                | vrstvy sušské górne p.747<br>dolne p.605                                    |                 |
|  |   |                     |   | warstwy załęskie p.407   | vrstvy sedlové dolne p.564<br>(Prokop) p.504                                |                 |
|  |   |                     | GÓRNOŚLAŃSKA<br>SERIA<br>PIASKOWCOWA                      | warstwy rudzkie s.s. p.419                                       | SOUVRSTVI KARVINSKÉ<br>dolne  |                 |
|  |   |                     |   | warstwy siodłowe p.501   |   |                 |
|  | MISSISSIP   | serpuchow           | NAMUR   | GÓRNOŚLAŃSKA<br>SERIA<br>PIASKOWCOWA                             | luka str. p.510   |                 |
| warstwy jejkowickie poziom zmiany facjalnej p. m. Gaebler ☉☉ p.601 |   |                     |   |  |   |                 |
| SERIA<br>PARALICZNA  |   |                     |   | warstwy grodzieckie* p. m. Barbara ☉☉ p.630                      | SOUVRSTVI OSTRAVSKÉ   |                 |
|  |   |                     |   | warstwy jakłowieckie p.701                                       |   |                 |
| wizen  |   | NAMUR               | SERIA<br>PARALICZNA                                       | warstwy florowskie* p. m. Enna ☉☉ p.801                          | vrstvy jaklovecké p.301   |                 |
|  |   |                     |   | warstwy sarnowskie* łupek szlifierski p.848                      | vrstvy hrušovské p. m. Enna ☉☉ p.255  |                 |
|  |   |                     | KULM  | warstwy pietrkowickie p. m. Nanetta ☉☉ p.901                     | vrstvy petrkovické hlavni ostravsky brousek p.099<br>p. m. Nanetta ☉☉ p.009 |                 |
|  |   |                     |   | WARSTWY MALINOWICKIE =<br>WARSTWY ZAŁASKIE p. m. Stur ☉☉☉☉ p.915 | vrstvy kyjovické p. m. Stur ☉☉☉☉  |                 |

— karbon produktywny

p.m. – poziom fauny morskiej

\* wg podziału Doktorowicza-Hrebnickiego (1935) w północno-wschodniej części GZW

p.sł. – poziom fauny słodkowodnej

Fig. 6. Podział litostratygraficzny karbonu GZW (Dembowski, 1972b; ze zmianami – Jureczka, 1988; Kotas i in., 1988; podział czeskiej części zagłębia – Kumpera, Dopita, 1997)

Lithostratigraphical division of the Carboniferous in the USCZ (Dembowski, 1972b; Jureczka, 1988; Kotas, 1988; the Czech part – Kumpera, Dopita, 1997)

Tabela 8

**Procentowy udział podstawowych typów litologicznych w profilu karbonu**  
Percentage of the basic lithological types in the Carboniferous sediments

| Seria Series | ZLP  | PSC   | MLC   | ILC   | LPW  | LPS  | WEH   | WES  | BKT  | TST  | TFT  | SDR  |
|--------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| KSP          | 2,92 | 83,87 | 4,91  | 4,30  | 0,11 | –    | 3,88  | –    | –    | 0,01 | –    | –    |
| SM           | –    | 34,40 | 36,89 | 19,85 | 0,38 | –    | 8,28  | –    | –    | –    | –    | 0,21 |
| GSP          | –    | 67,77 | –     | 5,62  | –    | –    | 24,74 | –    | 1,87 | –    | –    | –    |
| SP           | 0,03 | 51,11 | 37,46 | 9,19  | –    | 0,02 | 2,02  | 0,16 | 0,01 | –    | 0,01 | –    |
| WM           | –    | 44,52 | 48,89 | 6,54  | –    | –    | 0,05  | –    | –    | –    | –    | –    |

KSP – krakowska seria piaskowcowa; SM – seria mułowcowa; GSP – górnośląska seria piaskowcowa; SP – seria paraliczna; WM – warstwy malinowickie; ZLP – zlepieńce; PSC – piaskowce; MLC – mułowce; ILC – ilowce; LPW – łupki węglowe; LPS – łupki sapropelowe; WEH – węgiel humusowy; WES – węgiel sapropelowy; BKT – brekcje tektoniczne; TST – tonestein; TFT – tufity; SDR – syderyty

KSP – Cracow Sandstone Series; SM – Mudstone Series; GSP – Upper Silesian Sandstone Series; SP – Paralic Series; WM – Malinowice Beds; ZLP – conglomerates; PSC – sandstones; MLC – mudstones; ILC – claystones; LPW – coal shales; LPS – sapropelic shales; WEH – humic coal; WES – sapropel coal; BKT – tectonic breccia; TST – tonestein; TFT – tuffites; SDR – siderites

Tabela 9

**Procentowy udział rodzajów piaskowców, mułowców i ilowców w profilu karbonu**  
Percentage of sandstones, siltstones and claystones types in the Carboniferous sediments

| Seria Series | Piaskowce Sandstones |      |       |       |       | Mułowce Mudstones |       | Iłowce Claystones |      |      |      |
|--------------|----------------------|------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------------------|------|------|------|
|              | rzn                  | bgr  | gr    | śr    | dr    | psc               | –     | pyl               | wel  | sap  | –    |
| KSP          | 28,28                | 6,69 | 16,14 | 28,28 | 4,48  | 0,7               | 4,21  | 2,1               | 0,34 | 0,64 | 1,22 |
| SM           | 3,13                 | 0,14 | –     | 4,12  | 26,41 | 5,61              | 31,27 | 11,07             | 2,66 | 2,28 | 3,84 |
| GSP          | 7,48                 | –    | –     | 27,03 | 33,26 | –                 | –     | 2,29              | –    | 1,66 | 1,66 |
| SP           | –                    | –    | 0,19  | 7,48  | 43,44 | 11,17             | 26,29 | 4,56              | 1,54 | 0,74 | 2,35 |
| WM           | –                    | –    | –     | –     | 44,53 | 10,05             | 38,84 | 4,06              | –    | 2,47 | –    |

KSP – krakowska seria piaskowcowa; SM – seria mułowcowa; GSP – górnośląska seria piaskowcowa; SP – seria paraliczna; WM – warstwy malinowickie; rzn – różnoziarniste; bgr – bardzo gruboziarniste; gr – gruboziarniste; śr – średnioziarniste; dr – drobnoziarniste; psc – piaszczyste; pyl – pylaste; wel – węgliste; sap – sapropelowe

KSP – Cracow Sandstone Series; SM – Mudstone Series; GSP – Upper Silesian Sandstone Series; SP – Paralic Series; WM – Malinowice Beds; rzn – varied size grains; bgr – very coarse-grained; gr – coarse-grained; śr – medium-grained; dr – fine-grained; psc – sandy; pyl – silty; wel – carbonaceous; sap – sapropelic

ingresjami morza na obszary lądowe, na których następowała właściwa sedymentacja węglonośna, aż do całkowitego odciążenia wpływów morza i depozycji osadów lądowych głównie w warunkach rozległych równi aluwialnych rzek roztokowych i meandrujących, z licznymi torfowiskami.

### Węglonośne utwory lądowe (50,00–1455,30 m)

#### Górnośląska seria piaskowcowa (1431,25–1455,30 m)

W profilu karbonu otworu Chełmek IG 1 sedymentację w warunkach lądowych rozpoczynają utwory określone jako górnośląska seria piaskowcowa (Kotas, Malczyk, 1972b). W skali zagłębia odrębność litologiczno-facjalna tej serii wyraża się przewagą utworów gruboklastycznych nad

drobnoklastycznymi, występowaniem grubych pokładów węgla i brakiem poziomów z fauną morską. Jej charakterystyczną cechą jest szybka redukcja miąższości w kierunku wschodnim, aż do całkowitego wyklinowania. Wynikiem tej redukcji jest niewielka miąższość tej serii w profilu otworu Chełmek IG 1, a co za tym idzie niereprezentatywność procentowego udziału poszczególnych typów litologicznych (tab. 8, 9). Całość utworów omawianej serii w profilu otworu zaliczono do warstw rudzkich s.s., na podstawie wyników badań litologiczno-sedymentologicznych i petrograficznych oraz regionalnych badań zmian w występowaniu serii na obszarze GZW. Granica stropowa serii została wyznaczona na podstawie analizy facjalnej w stropie pakietu ilowców sapropelowych, będących odpowiednikiem ilowców zoofilnych, wśród których występuje fauna słodkowodna towarzysząca pokładowi 407 – poziom faunistyczny

Hubert, wyznaczający strop warstw rudzkich s.s. Jako reper korelacyjny poziom ten często jest łączony z położonym wyżej pokładem 405 o dużej stałości i znacznej miąższości rzędu. W profilu otworu pokład ten został zidentyfikowany nad ilowcami sapropelowymi. Granicę spągową serii przyjęto w spągu grubego prawie 6-metrowego pokładu węgla, pod którym zalegają osady serii paralicznej. Przeprowadzone regionalne studia porównawcze oraz niektóre przesłanki z badań biostratygraficznych nie wskazują na identyfikację tego pokładu jako pokładu 510 (w profilu otworu został on zidentyfikowany jako pokład 408), a związku z tym całość utworów serii zaliczono do warstw rudzkich s.s. bez warstw siodłowych.

#### Seria mułowcowa (1143,25–1431,25 m)

Drugą jednostką litostratygraficzną utworów lądowych w profilu otworu jest seria mułowcowa (Porzycki, 1972), reprezentowana przez warstwy orzeskie s.s. i warstwy załęskie. Osady serii mułowcowej stanowią kontynuację sedymentacji stropowej części górnośląskiej serii piaskowcowej. Spągowa granica serii została przyjęta w stropie omówionego wyżej odpowiednika poziomu fauny słodkowodnej Hubert. Granicę stropową serii stanowi kontakt z piaskowcami krakowskiej serii piaskowcowej, erodującymi warstwy orzeskie s.s. (poziom ostrej zmiany facjalnej). Brak przewodniego tufitu wyznaczającego spąg warstw orzeskich s.s. uniemożliwił jednoznaczne postawienie granicy pomiędzy tymi warstwami a warstwami załęskimi. Na podstawie przeprowadzonej korelacji i identyfikacji pokładów węgla oraz wyników badań biostratygraficznych należy sądzić, że granica ta przebiega na głęb. ok. 1218–1229 m.

Litologicznie seria mułowcowa jest wykształcona monotonnie z charakterystyczną cyklicznością osadów. Przeważają osady drobnoklastyczne – mułowce i ilowce, które stanowią 56,74% profilu (tab. 8). Udział piaskowców wynosi 34,40%, przy czym są to głównie piaskowce drobnoziarniste (tab. 9). Węgloność serii jest dość wysoka – 8,28%; w obrębie serii stwierdzono występowanie 10 pokładów bilansowych o miąższościach do 3,00 m.

#### Krakowska seria piaskowcowa (50,00–1143,25 m)

Krakowska seria piaskowcowa (Dembowski, 1972a) kończy sedymentację lądową karbonu produktywnego. W profilu otworu Chełmek IG 1 jest ona reprezentowana przez warstwy libiąskie i łaziskie, rozdzielone luką stratygraficzną. Stropową granicę serii stanowi kontakt z utworami triasowymi. Granica spągowa serii jest ostra, erozyjna, której towarzyszy zmiana facjalna osadów, charakteryzowana poprzez pojawienie się w profilu gruboziarnistych osadów koryt rzecznych (piaskowców arkozowych) warstw łaziskich. Granica pomiędzy warstwami libiąskimi i łaziskimi, jak wynika z przeprowadzonych studiów porównawczych z profilami otworów wiertniczych kopalni „Janina” oraz z badań sporowych (Kmieciak, 1988, Knafel 1988), przebiega w spągu pokładu na głęb. 393,25 m, który należy identyfikować jako pokład 119/3.

Krakowska seria piaskowcowa od niżej leżącej serii mułowcowej różni się kontrastowo wykształceniem litologicznym. W litologii serii zdecydowaną przewagę mają utwory gruboklastyczne: piaskowce, piaskowce zlepieńcowate, zlepieńce, których łączny udział wynosi 86,79% miąższości serii (tab. 8, 9). Węgloność serii jest stosunkowo niska – 3,88%, aczkolwiek występujące tu pokłady węgla (20 pokładów bilansowych) cechują się dużą grubością sięgającą 5,00 m.

#### Seria paraliczna (1455,30–2145,80 m)

Utwory serii paralicznej (wg definicji Kotasa, Malczyka, 1972a) rozpoczynają profil utworów węglonośnych karbonu. Ich granicę spągową wyznacza strop niżej leżących warstw malinowickich, definiowany występowaniem osadów poziomu morskiego Štur (XVI). Koniec sedymentacji paralicznej określa powierzchnia, na której leżą lądowe utwory węglonośne wyższej części karbonu. W profilu otworu Chełmek IG 1 granicę stropową serii wyznacza spągowy pokład warstw rudzkich s.s. W oparciu o przesłanki litologiczno-sedymentologiczne i regionalną korelację z profilami serii paralicznej w innych otworach, w tym – Poręba Wielka IG 1 i Poręba Żegoty IG 1, został przeprowadzony następujący podział serii paralicznej na ogniwa:

- warstwy grodzieckie – 1455,30–1573,20 m;
- warstwy florowskie – 1573,20–2070,20 m;
- warstwy sarnowskie – 2070,20–2145,80 m.

Zastosowany został podział litostratygraficzny właściwy dla północno-wschodniej i wschodniej części GZW (Doktorowicz-Hrebnicki, 1935), ze względu na brak w profilu serii przewodnich poziomów korelacyjnych, definiujących granice poszczególnych jednostek wydzielanych w części zachodniej (fig. 6). Ta sytuacja jest wynikiem lateralnych zmian w obrębie utworów paralicznych, które zachodzą na obszarze zagłębia. Od północnego zachodu ku południowemu wschodowi miąższość utworów paralicznych maleje, a wraz ze zmianami miąższości zaznaczają się wyraźnie zmiany charakteru facjalnego osadów, szczególnie widoczne w obecności kompleksów osadów morskich, z których znaczna część – określana jako morskie poziomy faunistyczne – ma podstawowe znaczenie dla litostratygrafii i korelacji. W centralnej i południowej części zagłębia następuje zanik większości z tych kompleksów oraz przewodniego poziomu łupku szliflerskiego. Z trudnością dają się śledzić, osiagające w zachodniej części zagłębia znaczne miąższości, poziomy morskie Barbara (V) i Enna (VII). Wyraźnie zaznacza się natomiast tendencja zbliżania się i łączenia tych poziomów w jeden kompleks osadów o charakterystycznej cykliczności oraz związana z tym szybka redukcja warstw jakłowieckich, aż do ich całkowitego zaniku.

Odcinek profilu, odpowiadający najprawdopodobniej połączonym poziomom Barbara (V) i Enna (VII), został stwierdzony w profilu otworu Chełmek IG 1 na głęb. 1573,20–1639,50 m. Odcinek ten jest wykształcony jako regresywny cykl sedymentacyjny, zbudowany z sekwencji osadów morsko-deltowych (cykl o odwróconej gradacji uziarnienia, z fauną morską w części spągowej). Według badań faunistycznych (Musiał, Tabor, 1988) występująca w spągu se-

kwencji fauna odpowiada poziomowi morskemu Barbara (V). Wyniki tych badań należy jednak rozpatrzyć w szerszym, regionalnym tle, w porównaniu do badań w innych otworach centralnej i południowej części zagłębia, w których, w analogicznym kompleksie osadów morskich, wyznaczono również poziom Enna. Według późniejszego regionalnego opracowania faunistycznego (Musiał i in. 1995) występująca w omawianym kompleksie osadów fauna odpowiada poziomom Barbara i Enna. Należy przy tym dodać, że tendencja łączenia się poziomów Barbara i Enna w jeden zwarty kompleks osadów komplikuje wyznaczenie granicy pomiędzy warstwami florowskimi i grodzieckimi, stosując tzw. wschodni podział litostratygraficzny karbonu GZW, a z kolei brak łupku szlifierskiego oraz poziomu faunistycznego Nannetta (XI) uniemożliwia zastosowanie podziału właściwego dla zachodniej części zagłębia. W związku z tym, w ujęciu litostratygraficznym należy przyjąć cały kompleks omawianych osadów morskich jako podstawę podziału utworów paralicznych na część górną i dolną, z granicą w stropie kompleksu (Jureczka, 2002). Przy takim rozwiązaniu część dolną serii stanowią nierozdzielone warstwy pietrkowickie + warstwy gruszowskie lub warstw sarnowskie i warstwy florowskie, jeżeli jest możliwe wydzielenie warstw sarnowskich, jak w przypadku otworu Chełmek IG 1. W profilu tego otworu wykształcenie spągowej części serii paralicznej jest bardzo zbliżone do warstw sarnowskich zdefiniowanych w rejonie dąbrowskim (Doktorowicz-Hrebniński, 1935), jako zestaw ławic piaskowców drobnoziarnistych przedzielonych skałami ilasto-mułowcowymi, z pojedynczymi cienkimi wkładkami osadów fitogenicznych. W profilu otworu Chełmek IG 1 powyżej warstw sarnowskich, do stropu omówionego kompleksu osadów morsko-deltowych, zalegają warstwy florowskie, w których przeważają osady mułowcowo-ilaste z licznymi – na ogół niegrubymi – pokładami węgla. Profil serii paralicznej kończą warstwy grodzieckie, w których dominują osady piaszczysto-mułowcowe z nielicznymi skałami ilastymi oraz pojedynczymi cienkimi warstwami i pokładami węgla.

## Janusz JURECZKA

### IDENTYFIKACJA POKŁADÓW WĘGLA

Identyfikacja pokładów węgla w otworze Chełmek IG 1 została przeprowadzona na podstawie występujących w profilu otworu przewodnich poziomów korelacyjnych utworów karbonu produktywnego. Otwór ten został usytuowany w północno-zachodniej części obszaru górniczego kopalni węgla kamiennego „Janina”. Stworzyło to dobre warunki do identyfikacji pokładów węgla krakowskiej serii piaskowcowej, która w tej kopalni jest dobrze rozpoznana zarówno dzięki otworom wiertniczym, jak i podziemnym robotom górniczym. Po wyznaczeniu poziomów korelacyjnych w profilu karbonu produktywnego, głównie w seriach lądowych, profil ten został skorelowany z otworami obszaru górniczego kopalni „Janina” (dla pokładów węgla krakowskiej serii piaskowcowej) i reperiowymi w tej części GZW otworami (dla pozostałych serii).

Charakterystyczną cechą całości utworów paralicznych w profilu omawianego otworu jest cykliczna budowa profilu składającego się ze skał klastycznych i fitogenicznych oraz występowanie osadów o wyraźnych wpływach okresowych zalewów morskich lub sedymentowanych w warunkach przybrzeżnych (brachicznych). Pod względem litologicznym profil serii paralicznej w otworze Chełmek IG 1 budują głównie utwory piaszczysto-mułowcowe, przy czym najliczniej są reprezentowane piaskowce drobnoziarniste (tab. 8, 9). Udział skał fitogenicznych jest niewielki i wynosi ok. 2%, przy czym oprócz węgla humusowych są notowane również pojedyncze warstwy węgla i łupków sapropelowych (tab. 8). Występujące w profilu warstwy węgla są cienkie, został stwierdzony tylko jeden pokład bilansowy o grubości 1,10 m.

### Warstwy malinowickie (2145,80–2254,30 m)

Morskie utwory terygeniczne – litostratygraficznie określane jako warstwy malinowickie (Kotas, 1972b) – występują w otworze Chełmek IG 1 poniżej węglonośnych osadów serii paralicznej do końcowej głębokości otworu. Warstwy te wydzielono głównie na podstawie cech litologiczno-facjalnych oraz badań faunistycznych (Musiał, Tabor, 1988). W profilu otworu występują one od spągu piaszczystego kompleksu warstw sarnowskich, leżącego bezpośrednio nad poziomem morskim Štur (XVI). W otworze został przewiercony tylko niewielki stropowy odcinek górnej części warstw malinowickich, które w całości w tej części zagłębia są nierozpoznane. Litologicznie odcinek ten tworzą osady piaszczysto-mułowcowe i ilowce pylaste (tab. 8, 9). W rejonie otworu Chełmek IG 1 morski, bezwęglowy kompleks osadów piaszczysto-mułowcowych warstw malinowickich w kierunku wschodnim przechodzi w warstwy załaskie, które charakteryzują się większą piaszczystością, występowaniem gleb stigmariowych oraz cienkich warstw węgla i wapieni organodetrytycznych.

### Przewodnie poziomy korelacyjne

Podstawowymi poziomami korelacyjnymi w profilu otworu Chełmek IG 1 są ostra zmiana litologiczna w spągu krakowskiej serii piaskowcowej oraz morskie poziomy faunistyczne w serii paralicznej. Istotne znaczenie korelacyjne ma również określenie zmian facjalnych na granicach – warstw załęskich i rudzkich s.s. oraz utworów lądowych i paralicznych, a także wyznaczenie stropu i spągu warstw sarnowskich. Ponadto w profilu otworu można wyróżnić kilka pokładów węgla o dobrych cechach korelacyjnych: pokład 119 w spągu warstw libiąskich, pokłady 207 i 209 w warstwach łaziskich oraz pokład 334 w warstwach załęskich wraz z występującą w jego sąsiedztwie fauną słodkowodną.

W serii mułowcowej nie stwierdzono obecności przewodniej warstwy tufitu leżącej w spągu warstw orzeskich s.s. na kontakcie z warstwami załęskimi. Duże znaczenie dla identyfikacji pokładów węgla w tej serii miał poziom fauny słodkowodnej w warstwach załęskich, stwierdzony w różnych rejonach GZW w sąsiedztwie pokładów 334–336. Nie stwierdzono również obecności fauny słodkowodnej towarzyszącej pokładowi 407 w stropie warstw rudzkich s.s. (poziom fauny słodkowodnej Hubert). Ten tak istotny dla korelacji poziom został wyznaczony na drodze analizy facjalnej.

W serii paralicznej podstawowe znaczenie dla korelacji ma występujący w stropie warstw florowskich charakterystyczny regresywny cykl sedymentacyjny osadów morsko-deltowych z fauną morską. Cykl ten należy korelować z analogicznymi sekwencjami osadów, występującymi w stropowej partii dolnej części serii paralicznej w otworach Poręba Wielka IG-1, Piasek IG-1 oraz w otworach rejonu cieszyńskiego, które wskazują na łączenie się poziomów morskich Barbara (V) i Enna (VII), związane z wyklinowaniem się warstw jakłowieckich (patrz rozdz. *Karbon. Litologia i litostratygrafia*). Tuż pod spągami warstw sarnowskich (już w utworach nieproduktywnych) jednoznacznie został zidentyfikowany poziom morski Štur (XVI), będący kolejnym podstawowym poziomem korelacyjnym. Pozostałe horyzonty faunistyczne stwierdzone w serii paralicznej: morskie, brachiczne i słodkowodne, miały pomocnicze znaczenie dla korelacji poszczególnych odcinków profilu, podobne znaczenie miała też fauna słodkowodna w seriach limnicznych.

Oprócz wymienionych wyżej podstawowych poziomów korelacyjnych, przy korelacji i identyfikacji pokładów węgla wykorzystano również niektóre charakterystyczne cechy sedymentacyjne osadów. Należą do nich przede wszystkim większe kompleksy piaszczowców. Istotnymi cechami sedymentacyjnymi są również charakterystyczne sekwencje litologiczne występujące w poziomach faunistycznych. Przy identyfikacji pokładów węgla przydatne były niektóre ich cechy, np. miąższość, obecność przerostów, niekiedy rodzaj wykształcenia węgla.

### Podstawy numeracji i identyfikacji pokładów węgla

Identyfikację pokładów węgla krakowskiej serii piaszczowcowej przeprowadzono na podstawie rozpoznania wiertniczego i górniczego kopalni „Janina”, gdzie omawiany otwór został usytuowany. Ta część profilu została skorelowana z następującymi otworami: Janina – 74, 75, 76, 77, 78, 90, 122, 124, 125; Libiąż Dąb – 7, 8. Bardzo istotne, zwłaszcza dla identyfikacji dolnej części warstw łaziskich, były też otwory Chełm Wielki 18 oraz Janina – 7, 94, 104.

W celu identyfikacji pokładów węgla w serii mułowcowej posłużono się niektórymi otworami, o znacznej głębokości, położonymi na zachód obszarów kopalni: „Piast”, „Czczott” i „Brzeszcze”. Głównie były to otwory opracowane przez Państwowy Instytut Geologiczny: Bieruń Stary IG-27, Brzeszcze IG-31, Brzezinka IG-35, Rajska IG-36, Międzyrzecze IG-2. Istotne były też otwory Brzeszcze – XXIX, XXXIII, Poręba Wielka IG-1 oraz otwory rejonu Oświęcim-Polanka, zwłaszcza Oświęcim-Polanka – 2, 3, 6, 7, 8, 9.

Wstępna identyfikacja niektórych pokładów węgla warstw florowskich została przeprowadzona na podstawie występowania poziomów i horyzontów faunistycznych oraz porównania z wzorcowym rejonem dąbrowskim, a także poprzez korelacje z otworami Poręba Wielka IG-1 i Poręba Żegoty IG-1. Dość istotne znaczenie miał również otwór Dulo-wa LXXI usytuowany w kopalni „Siersza”.

Końcowy wynik identyfikacji został przedstawiony na karcie otworu (fig. 7<sup>1</sup>). W krakowskiej serii piaszczowcowej, serii mułowcowej i górnośląskiej serii piaszczowcowej zidentyfikowano prawie wszystkie pokłady węgla. W serii paralicznej zidentyfikowano tylko niektóre grubsze pokłady. Należy dodać, że ze względu na bardzo słabe dotychczasowe rozpoznanie serii paralicznej we wschodniej części GZW, przeprowadzoną w tej serii identyfikację pokładów węgla należy traktować jako wstępną i przybliżoną.

**Wiesław BOGACZ**, Jerzy FRANKIEWICZ, Janusz JURECZKA, Zdzisław KIJEWSKI, Maria KOPKA-KIJEWSKA, Izabela ŁUGIEWICZ-MOŁAS

### ANALIZA TEKTONICZNA RDZENI Z UTWORÓW KARBONU

Pomiary tektoniczne rdzenia z profilu utworów karbonu otworu wiertniczego Chełmek IG 1 (Frankiewicz i in., 1988) przeprowadzono głównie w skałach drobnoklastycznych – iłowcach i mułowcach. Podyktowane to było brakiem pokładów węgla, który został pobrany do innych badań oraz zróżnicowanym warstwowaniem, występującym w piaszczowcach, które uniemożliwiło określenie kierunku zapadania warstw. Badaniem objęto występujące w rdzeniu wszelkie zjawiska tektoniczne, w szczególności zaś najliczniej reprezentowane mezostruktury. Inwentarz struktur zidentyfikowanych w rdzeniu obejmuje:

- położenie warstw (kąt upadu warstw);
- przegięcie fleksuralne;
- cios;
- kliważ;
- uskoki i związane z nimi spękania opierające;
- dysjunkcje sprzężone (spękania komplementarne);
- powierzchnie zlustrowane i slikolity;
- rysy ślizgowe, slikolity i tektoglify (głównie zadziory tektoniczne);
- spękania szeregów kulisowych;

<sup>1</sup> Figura 7 znajduje się w kieszeni na końcu książki.

- struktury reliefu na powierzchni spękań (najczęściej struktury pierzaste i miotlaste).

Określono też zróżnicowanie morfologiczne poszczególnych struktur, rodzaje i stopień mineralizacji oraz intensywność i następstwo występowania zjawisk tektonicznych. Pomiar orientacji poszczególnych struktur dokonano kompasem geologicznym typu Freiberg, względem kierunku zapadania warstw. Upad warstw w analizowanym odcinku rdzeni ustawiono umownie w kierunku północnym (fig. 8, 9).

Profil utworów karbonu w otworze wiertniczym Chelmek IG 1 wykazuje znaczną zmienność strukturalnych cech tektonicznych, co wyraża się głównie w zmienności rozwoju spękań. Wartości kąta upadu są mało zróżnicowane i wynoszą przeważnie kilka stopni (3–8°), lokalnie wzrastając do kilkunastu stopni, np. na głęb. 900,00–906,30 m. Zupełnie wyjątkowo na głęb. 535,00–541,30 m następuje zwiększenie wartości kąta upadu warstw do kilkudziesięciu stopni, w powiązaniu ze strefą występowania bardzo licznych luster tek-

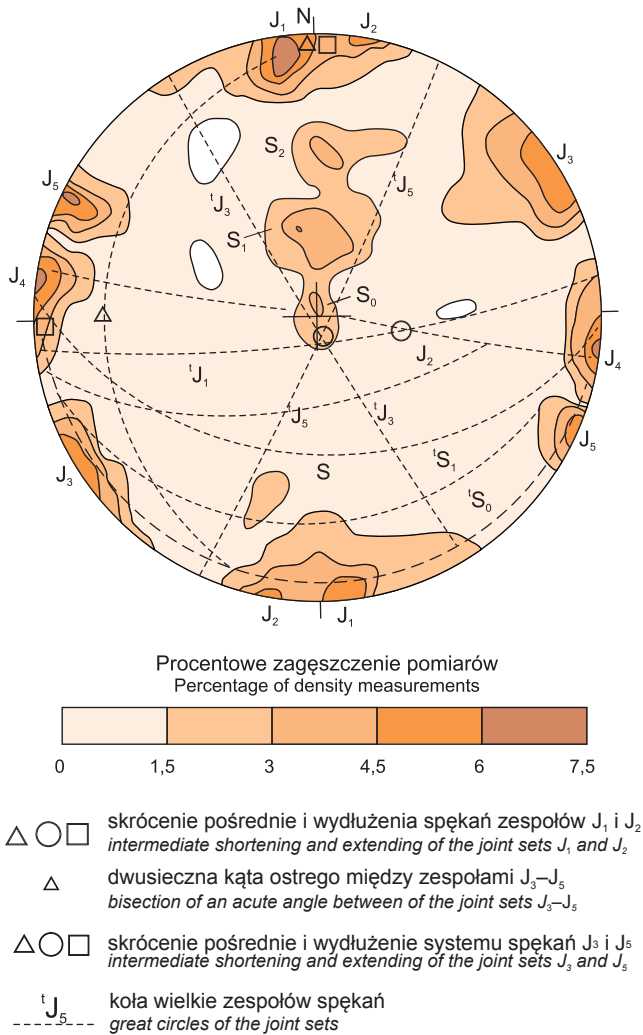


Fig. 8. Diagram orientacji spękań ciosowych w utworach karbonu

Diagrams of orientation of joint fractures in Carboniferous deposits

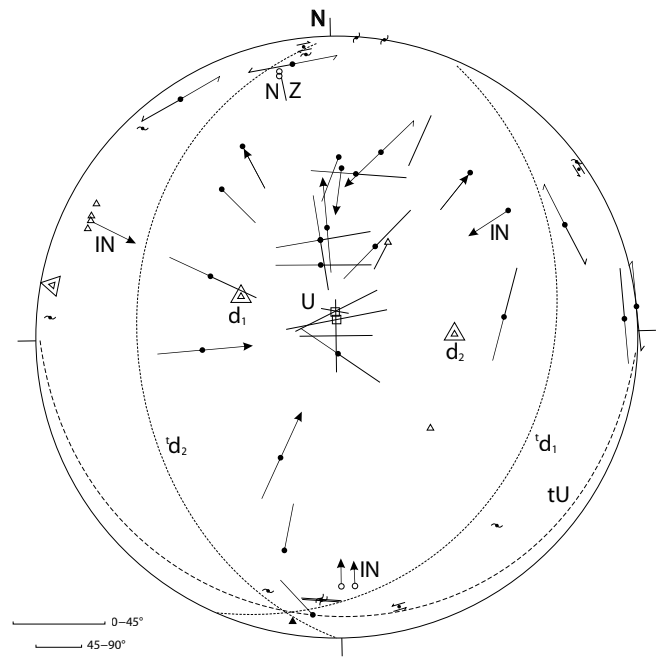


Fig. 9. Diagram drobnych struktur ślizgowych w utworach karbonu

Diagrams of the fine-grained slide textures in Carboniferous deposits

tonicznych o gęstości kliważu z przejściami do brekcji tektonicznej. W tym interwale wzrost kąta upadu warstw związany jest z przegięciem fleksuralnym warstw, typu przyuskokowego. Z analizy samego przegięcia, jak również cech geometryczno-kinematycznych asocjacji struktur towarzyszących i opierających, można wnosić o zrzutowej charakterystyce uskoku w tym odcinku profilu karbonu.

Analiza tektoniczna układów przestrzennych spękań pozwoliła ustalić następujące zespoły ciosu (fig. 8):

- zespoły podłużne ( $J_1$ ,  $J_2$ ), reprezentujące struktury równoległe do biegu warstw; ich populacja osiąga 6% dla zespołu  $J_1$  i 4,5% dla zespołu  $J_2$ ;
- zespół poprzeczny ( $J_4$ ), reprezentujący struktury zbliżone swym przebiegiem do kierunku upadu warstw, osiągnęły nieco powyżej 6% populacji;
- zespoły spękań  $J_3$  i  $J_5$ , grupujące się na obwodzie diagramu i zajmujące położenie pionowe;
- spękania połogie zespołów  $S_1$  i  $S_2$ , o kierunku zapadania zgodnym z kierunkiem upadu warstw, maksimum koncentracji wynosi 3% dla zespołu  $S_2$  i 4,5% dla zespołu  $S_1$ .

Stosunkowo duża koncentracja pomiarów przemawia za tym, aby dwa bliskoznaczne submaksima  $J_1$  i  $J_2$  traktować wspólnie, jako dwa nałożone na siebie zespoły o bliskim położeniu. W związku z czym, można spróbować zinterpretować obydwa zespoły  $J_1$  i  $J_2$  jako sprzężone i być może komplementarne. Natomiast bliskoznaczne submaksima  $J_4$  i  $J_5$ , w związku z zupełnie różnym charakterem tych spękań, nie wydają się być powiązane. W sieci spękań  $J_1$ – $J_2$  i  $J_4$  występuje charakterystyczna tendencja sprzężenia ortogonalnego zespołów spękań  $J_1$ – $J_2$  oraz  $J_4$ . Zespół spękań  $J_3$ – $J_5$ , tak jak i zespoły  $J_1$  i  $J_2$ , jest romboidalnym systemem spękań o kącie ok.  $56^\circ$  (fig. 8).

Powierzchnie poszczególnych zespołów spękań ciosu charakteryzują się specyficznymi cechami morfologii (fig. 9). Na powierzchniach ciosu podłużnego  $J_1$ – $J_2$  zauważalny jest relief pierzasty i miotlasty oraz żebra tektoniczne typu przesuwczego, których charakter wskazuje na ekstensyjny typ pola naprężeń, z drugiej strony – wybitnie gładkie powierzchnie świadczą o ścięciowym charakterze spękań. Na powierzchni zespołu spękań poprzecznych ( $J_4$ ) stosunkowo często można zaobserwować relief pierzasty, który wraz z równymi, ale chropowatymi powierzchniami sugeruje ekstensyjny charakter spękań. Powierzchnie spękań  $J_3$  i  $J_5$  często są równe, płaskie, a nawet gładkie, o typie ścięć, czasem z żebrami tektonicznymi typu przesuwczego, ale również występują spękania z powierzchniami pokrytymi reliefem pierzastym. Taki typ wykształcenia powierzchni tych spękań potwierdza przesuwczy charakter zespołów  $J_3$  i  $J_5$ .

Porównując położenie dysjunkcji sprzężonych  $d_1$  i  $d_2$  (fig. 9) z zespołami ciosu  $J_1$  i  $J_2$  zauważyć można, że położenie osi odkształceń X, Y, Z (w sensie kierunku) jest podobne, natomiast położenie osi Z – skrócenia dysjunkcji typu inwersyjnego  $d_1$  i  $d_2$  oraz spękań systemu  $J_1$ – $J_2$  jest niemal identyczne. Obserwacja ta, w połączeniu z licznymi występującymi lustrami tektonicznymi o rysach ślizgowych równoległych do kierunku Z dysjunkcji  $d_1$  i  $d_2$  oraz zespołów  $J_1$ – $J_2$ , stanowi przesłankę, że prawdopodobnie należy przyjąć istnienie cyklu tektonicz-

nego związanego z naciskami lateralnymi typu kompresyjnego z tego kierunku. Cykl ten składałby się z co najmniej dwóch etapów – przesuwczego i nasuwczego pola naprężeń. Położenie spękań poprzecznych  $J_4$  pokrywa się natomiast niemal dokładnie z kierunkiem osi X elipsoidy odkształceń systemu  $J_1$ – $J_2$  i jest odchylone od osi Z układu odkształceń systemu spękań diagonalnych  $J_3$ – $J_5$  o ok.  $8$ – $10^\circ$ .

Dwusieczna kąta ostrego między kierunkami średnimi zespołów  $J_3$  i  $J_5$  zajmuje położenie zbliżone do osi X systemu spękań  $J_1$  i  $J_2$ . Obserwujemy pokrywanie się układów odkształceń systemu  $J_1$ – $J_2$  i  $J_3$ – $J_5$  co do kierunku, natomiast występuje zdecydowana różnica co do znaku. Fakt, że oś Z systemu spękań  $J_3$ – $J_5$  pokrywa się z osią X systemu spękań  $J_1$ – $J_2$  sugeruje związek genetyczny z różnymi etapami lub co najmniej z różnymi kierunkami nacisków. Obydwa systemy spękań są związane z naciskiem tangencjalnym w przesuwczym typie pola naprężeń, przy czym kierunki kompresji w obu przypadkach są prostopadłe.

Oprócz spękań stromych i pionowych występują również spękania połogie  $S_1$  i  $S_2$ . Zespół  $S_1$  tworzą spękania o średnim nachyleniu ok.  $29^\circ$ , natomiast spękania zespołu  $S_2$  mają średni kąt upadu ok.  $48^\circ$ . Występujące na diagramie drobnych struktur (fig. 9) lustra tektoniczne w swej głównej części grupują się właśnie w obrębie spękań zespołów  $S_1$  i  $S_2$ . Cechy morfologiczne i wykształcenie odpowiednich tektoglifów wskazują na ich ścięciowy i inwersyjny charakter. Bardzo małe submaksima obserwowane na diagramie ciosu (fig. 8) o upadku  $40$ – $70^\circ$  są związane z pojedynczymi obserwacjami spękań, często zlustrowanymi, o cechach zrzutowych. Genezę spękań połogich, inwersyjnych zespołów  $S_1$  i  $S_2$  można wiązać z okresem horyzontalnej kompresji o kierunku zbliżonym do kompresji generującej spękania zespołów  $J_1$  i  $J_2$ .

Analiza drobnych struktur spękaniaowych pokazała, że liczną grupę stanowią lustra tektoniczne na poziomych i połogich powierzchniach, nawiązujące kierunkiem rys ślizgowych do dwóch różnych kierunków kompresji – podłużnej i poprzecznej. Na stromych i pionowych powierzchniach luster tektonicznych występują rysy poziome lub połogie wskazujące na przesuwczy ich typ. Na powierzchniach ślizgów pionowych o biegach zbliżonych do biegu spękań zespołu  $J_4$  występują lustra tektoniczne typu przesuwczego – prawoskrętne, natomiast na powierzchniach o biegach równoległych do spękań zespołu  $J_1$  – lewoskrętne. Lustra tektoniczne typu przesuwczego na stromych i pionowych powierzchniach korespondują z dwoma kierunkami rys obserwowanych na lustrach połogich. Daje się zauważyć sporo różnokierunkowych luster tektonicznych na powierzchniach o kątach upadu  $60$ – $70^\circ$  i cechach zrzutowych normalnych i inwersyjnych. Nie tworzą one jednak większych skupień, co powoduje trudności w ich kinematyczno-mechanicznej analizie.

W rdzeniu utworów karbonu otworu Chełmek IG 1 zaobserwowano także mineralizację: kalcytową, krzemionkową, ilastą, dykitową, gipsową oraz siarczanową. Nie zdołano jednak ustalić kolejności mineralizacji, ale stwierdzono natomiast zlustrowanie różnych mineralizacji, co świadczy o przeżywaniu procesów tektonicznych i występowaniu okresów zasklepiania szczelin.

**Włodzimierz KRIEGER**

## WĘGLONOŚNOŚĆ I WĘGLOZASOBNOŚĆ UTWORÓW KARBONU

W profilu utworów karbonu wydzielono 142 warstwy węgla o miąższości od 0,05 m do 5,80 m (Jureczka, Kwarciński, 1988). Sumaryczna miąższość pokładów i warstw węgla, po wyłączeniu przerostów skały płonnej o miąższości powyżej 5 cm, wynosi 84,68 m, natomiast procentowo liczona węglonośność karbonu produktywnego – 4,04%. Węglonośność poszczególnych jednostek litostratigraficznych przedstawiono w tabeli 10. Wyraźnie zaznacza się wyższa węglonośność górnośląskiej serii piaskowcowej w warstwach rudzkich s.s. (warstw siodłowych brak), na co wpływ wywarła silnie zredukowana miąższość serii i obecność jednego grubego pokładu węgla. Z pozostałych serii stosunkowo wysoką węglonośnością cechuje się seria mułowcowa – 8,15%, natomiast największą sumaryczną miąższością warstw węgla – krakowska seria piaskowcowa (41,82 m). Z kolei najniższa węglonośność występuje w serii paralicznej, w której tylko warstwy florowskie charakteryzują się większym udziałem skał węglowych (2,55%), ze względu na obecność licznych – lecz na ogół o niewielkiej grubości – wkładek węglowych.

Rozkład węglonośności utworów karbońskich w rejonie otworu Chełmek IG 1 do głęb. –500 m n.p.m. oraz na głęb. od –500 do –1000 m n.p.m. przedstawia fig. 10.

Na etapie dokumentowania otworu, kierując się ówczesnymi kryteriami bilansowości złóż węgla kamiennego, stwierdzone w profilu warstwy i pokłady węgla zostały podzielone na cztery grupy (I–IV):

- grupa I – pokłady nieekonomiczne (bardzo cienkie): warstwy węgla o miąższości 0,05–0,30 m;

- grupa II – pokłady nieekonomiczne (cienkie): – warstwy węgla o miąższości 0,30–0,60 m dla typu 31–33, 38, 41 i 42 oraz o miąższości 0,30–0,40 m dla węgla typu 34–37;
- grupa III – pokłady pozabilansowe: pokłady węgla o miąższości od 0,60 m (typ 31–33, 38, 41 i 42) lub od 0,40 m (typ 34–37) do miąższości granicznej pokładów bilansowych grupy IV (przy przyjęciu upadu warstw dla węgla typu 34–37 mniejszego niż 35 stopni);
- grupa IV – pokłady bilansowe: pokłady węgla typu 31–33, 38, 41 i 42 o miąższości od 0,80 m przy zawartości popiołu do 20% lub od 1,0 m przy zawartości popiołu 20–40% oraz pokłady węgla typu 34–37 o miąższości od 0,70 m (przy przyjęciu upadu warstw dla węgla typu 34–37 mniejszego niż 35 stopni).

Należy podkreślić, że zgodnie z obecnie obowiązującym prawem (RMS, 2011) aktualnie nie określa się kryteriów bilansowości węgla kamiennego, a jedynie graniczne wartości parametrów definiujących złożę i jego granice. W przypadku węgla kamiennego minimalna miąższość w pokładzie wraz z przerostami o grubości do 30 cm musi wynosić 0,6 m (wartość brzeżna).

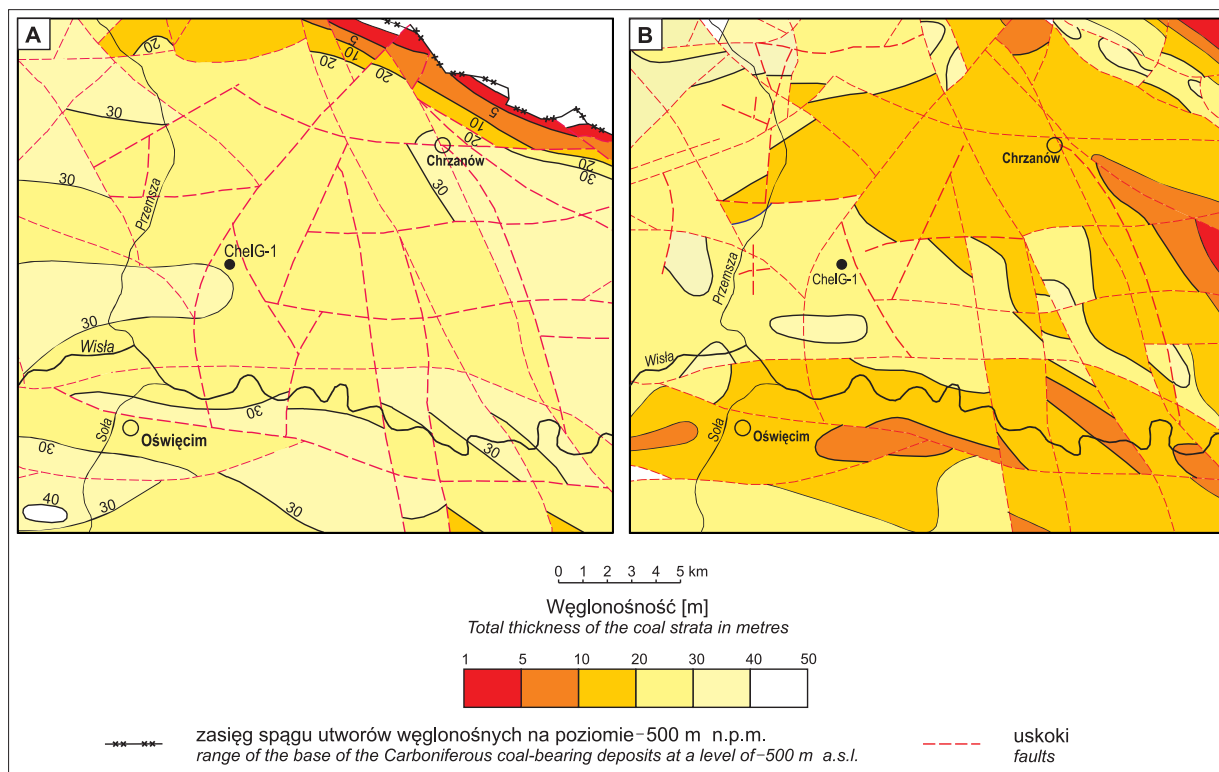
Liczbę warstw i pokładów węgla w poszczególnych grupach oraz średnie miąższości przedstawiono w tabeli 11. Przeszło połowa sumarycznej miąższości węgla przypada na warstwy cienkie, o grubości poniżej 0,60 m, nie mające znaczenia ekonomicznego dla eksploatacji podziemnej stosowanymi obecnie metodami. W grupie IV, obejmującej pokłady mogące mieć znaczenie dla potencjalnej eksploatacji, wydzielono 32 pokłady węgla.

**Tabela 10**

### Węglonośność karbonu produktywnego

Coal strata total thickness of coal-bearing formations

| Stratygrafia<br>Stratigraphy     |   | Liczba warstw węgla<br>Amount of coal beds | Sumaryczna miąższość warstw węgla<br>Total thickness of the coal beds<br>[m] | Węglonośność<br>Total thickness of the<br>coal beds<br>[%] |
|----------------------------------|---|--|--|--|
| seria<br>series                  | ogniwo<br>member                            |  |  |  |
| krakowska seria<br>piaskowcowa   | warstwy libiąskie                           | 12   | 11,86  | 3,45   |
|                                  | warstwy łaziskie                            | 33   | 29,96  | 3,99   |
| seria mułowcowa                  | warstwy orzeskie s.s. +<br>warstwy załęskie | 40   | 23,48  | 8,15   |
| górnośląska seria<br>piaskowcowa | warstwy rudzkie s.s.                        | 5  | 5,59   | 23,24  |
| seria paraliczna                 | warstwy grodzieckie                         | 6  | 0,99   | 0,83   |
|                                  | warstwy florowskie                          | 60   | 12,70  | 2,55   |
|                                  | warstwy sarnowskie                          | 1  | 0,10   | 0,13   |
| karbon węglonośny (cały profil)  |   | 142  | 84,68  | 4,04   |



**Fig. 10. Węgloność karbonu w rejonie otworu Chelmek IG 1: A – do głęb. -500 m n.p.m., B – na głęb. od -500 do -1000 m n.p.m. (Jureczka i in., 2005)**

Total thickness of the Carboniferous coal strata in the Chelmek IG 1 borehole area: A – to a depth of -500 m a.s.l, B – depth interval from -500 to -1000 m a.s.l. (Jureczka *et al.*, 2005)

Węgloność w profilu karbonu produktywnego bez przerostów o miąższości co najmniej 5 cm, wynosi 2,79%. Węgloność poszczególnych jednostek litostratygraficznych dla pokładów grupy IV przedstawiono w tabeli 12. Analogicznie jak w przypadku węgloności, w stosunku do pozostałych serii wyraźnie zaznacza się wyższa węgloność górnośląskiej serii piaskowcowej. Wartość ta nie jest jednak reprezentatywna ze względu na silnie zredukowaną miąższość serii, w której występuje tylko jeden gruby pokład węgla o miąższości 5,44 m. Pomijając ten przy-

padek, najwyższą węglonością charakteryzuje się seria mułowcowa (5,41%), natomiast największą sumaryczną miąższością pokładów węgla – krakowska seria piaskowcowa (35,89 m). Węgloność serii paralicznej jest praktycznie zerowa, w znikomym stopniu zaznacza się tylko w warstwach florowskich (0,22%).

W rejonie otworu Chelmek IG 1 lateralne zmiany w rozkładzie węgloności do głęb. -500 m n.p.m. oraz na głęb. od -500 do -1000 m n.p.m. przedstawia fig. 11.

**Tabela 11**

**Rozkład warstw i pokładów węgla pod względem przydatności ekonomicznej**

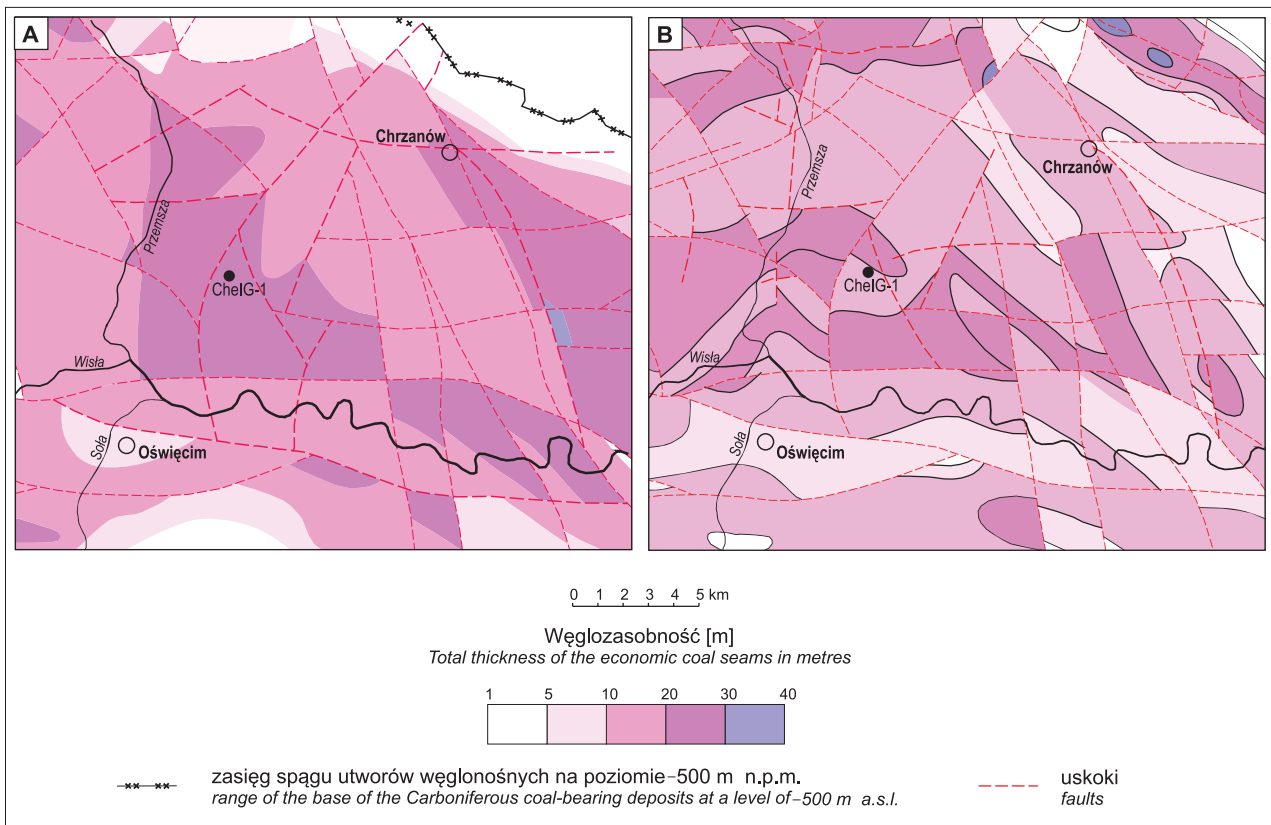
Distribution of coal seams in terms of economic utility

| Grupa warstw i pokładów węgla<br>Group of coal beds and seams | Liczba warstw /<br>pokładów<br>Amount of beds/ seams | Średnia miąższość<br>Average thickness<br>[m] | Udział w sumarycznej miąższości pokładów węgla<br>Participation in the total thickness of the coal seams<br>[%] |
|---|--|---|---|
| Grupa I – pokłady nieekonomiczne                              | 70   | 0,12  | 10,09   |
| Grupa II – pokłady nieekonomiczne                             | 27   | 0,39  | 12,60   |
| Grupa III – pokłady pozabilansowe                             | 12   | 0,57  | 8,19  |
| Grupa IV – pokłady bilansowe                                  | 32   | 1,82  | 69,10   |

Tabela 12

**Węglizasobność karbonu produkcyjnego**  
Total thickness of the economic coal seams

| Stratygrafia warstw<br>Stratigraphy |  | Liczba pokładów<br>bilansowych<br>(grupa IV)<br>Amount of economic<br>seams (IV group) | Sumaryczna miąższość<br>pokładów bilansowych<br>Total thickness of the economic<br>coal seams<br>[m] | Węglizasobność<br>Total thickness of<br>the economic coal<br>seams<br>[%] |
|-------------------------------------|--|--|--|---|
| seria<br>series                     | ogniwo<br>member                         |  |  |   |
| krakowska seria<br>piaskowcowa      | warstwy libiąskie                        | 5  | 10,51  | 3,09  |
|                                     | warstwy łaziskie                         | 15   | 25,38  | 3,38  |
| seria mułowcowa                     | warstwy orzeskie s.s. + warstwy załęskie | 10   | 16,09  | 5,41  |
| górnoląska seria<br>piaskowcowa     | warstwy rudzkie s.s.                     | 1  | 5,44   | 22,61   |
| seria paraliczna                    | warstwy grodzieckie                      | 0  | 0  | 0   |
|                                     | warstwy florowskie                       | 1  | 1,10   | 0,22  |
|                                     | warstwy sarnowskie                       | 0  | 0  | 0   |
| karbon węglonośny (cały profil)     |  | 32   | 58,52  | 2,79  |



**Fig. 11. Węglizasobność karbonu w rejonie otworu Chelmeck IG 1: A – do głęb. -500 m n.p.m., B – na głęb. od -500 do -1000 m n.p.m. (Jureczka i in., 2005)**

Total thickness of the economic coal seams in the Chelmeck IG 1 borehole area: A – to a depth of -500 m a.s.l., B – depth interval from -500 to -1000 m a.s.l. (Jureczka *et al.*, 2005)

Aleksandra TRZEPIERCZYŃSKA, Anna KOTASOWA

## PALEOFITOCENOZA ORAZ FITOSTRATYGRAFIA UTWORÓW KARBONU

### Charakterystyka paleobotaniczna paleofitocenozy karbonu

Rekonstrukcję paleofitocenozy torfowiska karbonu oraz charakterystykę fitostratygraficzną tych osadów w profilu otworu Chelmek IG 1 opracowano na podstawie szczegółowego wykazu taksonów flory (Kotasowa, 1988). Badania makroflorystyczne przeprowadzono na głęb. 147,10–2254,30 m. Analizie poddano 4420 prób z 372 interwałów opróbowania, w których stwierdzono bardzo dobrze zachowaną florę oznaczalną taksonomicznie oraz różnorodne szczątki organiczne, pochodne flory węglotwórczej. Oznaczono 5740 szczątków roślin reprezentujących taksony o znaczeniu stratygraficznym (charakterystyczne, przewodnie oraz indeksowe). Poszczególne wystąpienia rodzajów i gatunków, oraz innych szczątków roślin w profilu przedstawiono liczbowo, niezależnie od wielokrotności. Zastosowano ponadto charakterystykę opisową – „nagromadzenia”, „liczne”, m.in. w celu podkreślenia znaczącego udziału danego taksonu (np. *Stigmaria ficoides* – nagromadzenia, *Mariopteris* sp. – liczne, itp.), oraz jego alternatywnych form zachowania (np. *Stigmaria* w glebie stigmariowej – nagromadzenia, łodygi typu *Mariopteris* sp. – liczne, itp.). Analogicznie przedstawiono udziały innych typów oraz form zachowania skamieniałości roślinnych (np. detrytus roślinny z fragmentami łodyg sfenofyllów – liczne, łodygi widłaków typu *Dictyoxylon* – nagromadzenia, gleba stigmariowa z kalamitami – nagromadzenia, itp.). Na podstawie powinowactwa rodzajów i gatunków skamieniałości do roślin macierzystych (systematyka naturalna – Kotasowa, 1989, 1990; Kotasowa, Migier, 2001), oznaczono 66 rodzajów i 135 gatunków – pochodnych paprotników (Pteridophyta) i roślin paprociolistnych (Pteridophylla) dominujących w paleofitocenozie, oraz 6 rodzajów i 6 gatunków podrzędnych komponentów paleofitocenozy – kordaitów (Cordaites) i roślin nagonasiennych (Gymnospermatophyta). Stwierdzono także różnorodne skamieniałości pochodne flory pozostające w związkach z tymi grupami roślin (np. łodygi roślin paprociolistnych, detrytus roślinny z fragmentami łodyg, tkanki roślinne i inne). Na podstawie liczebności, częstości oraz formy występowania skamieniałości w profilu, określono proporcje udziału głównych grup roślin paleofitocenozy od niższego serpuchowu do moskoku (tab. 13, 14). Stwierdzono powszechną obecność paprotników reprezentowanych przez drzewiaste lepidofity (lepidodendrony i sigilarie), które wspólnie z wodnymi roślinami zielnymi i pnącymi – klinolistami (Sphenophyllales) oraz skrzypowcami (Equisetales) roślin skrzypowych (Sphenopsida) tworzą asocjację dominującą paleofitocenozy niższego serpuchowu, wyższego baszkiru oraz moskoku. Rośliny paprociolistne zajmują kolejne miejsce pod względem liczebności. Dominują paprocie nasienne (Lyginodendropsida), natomiast paprocie właściwe-zarodnikowe (Polypodiopsida) są mniej liczne. Tere-

stryczne rośliny szpilkowe – kordaity oraz rośliny nagonasienne występują akcesorycznie w paleofitocenozie wyższego baszkiru oraz moskoku (tab. 14).

Paprotniki są reprezentowane przez rośliny skrzypowe i widłaki. Wśród skamieniałości roślin skrzypowych stwierdzono: *Annularia* spp., *Archeocalamites* spp., *Asterophyllites* spp., *Autophyllites* sp., *Calamites* spp., *Calamitina* spp., *Dichophyllites* sp., *Mesocalamites* spp. i *Stylocalamites* spp. – przedstawicieli skrzypowców, oraz *Sphenophyllum* spp. i *Stachys* sp. z grupy klinolistów. Zachowały się fragmenty pni kalamitów: *Archeocalamites* (*A. cf. lohesti*, *A. scrobiculatus*, *Archeocalamites* sp.), *Autophyllites* sp., *Calamites* (*Diplocalamites*) *carinatus* – *ramosus*, *C. suckowi*, *Calamitina* sp., *C. schutzei*, *Dichophyllites* sp., *Mesocalamites* (*M. cistiformis*, *M. haueri*, *M. ramifer*, *M. renieri*, *M. roemeri*), *Stylocalamites* (*S. cisti*, *S. suckowi*, *S. undulatus*), pędy podziemne *Calamites* sp., oraz łodygi *Mesocalamites* sp. Przetrwały także organy generatywne kalamitów: kłosa zarodnikowe *Calamostachys* sp., *Palaeostachya* sp., *P. elongata*, ulistnienia typu: *Annularia* (*A. pseudostellata*, *A. radiata*, *A. ramosa*, *A. stellata*, *Annularia* sp.), *Asterophyllites* (*A. charaeformis*, *A. cf. gothani*, *A. grandis*, *A. longifolius*, *A. cf. tener*) *Asterophyllites* sp., organy podziemne – korzonki typu: *Myriophyllites gracilis*, *Pinnularia capillacea*, *P. columnaris* i *Radicites* sp., a także owocnie *Sphenophyllostachys* sp. i okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum* (*S. cuneifolium*, *S. cuneifolium* forma *amplum*, *S. cuneifolium* var. *saxifragae-folium*, *S. emarginatum*, *S. cf. emarginatum*, *S. laurenti*, *S. myriophyllum*, *S. oblongifolium*, *S. cf. oblongifolium*, *S. sublaure*, *S. tenerrimum*, *S. trichomatosum*, *S. verticillatum*). Szczątki łodyg i okółków liściowych stwierdzono także rozproszone w detrytusie roślinnym (tab. 13).

Widłaki (Lycopsida) są reprezentowane głównie przez lepidodendrony i sigilarie, sporadycznie bothrodendrony. Stwierdzano najczęściej skamieniałości fragmentów pni i kory z poduszczkami liściowymi: *Bothrodendron minutifolium*, *B. punctatum*, *Lepidodendron* (*L. aculeatum*, *L. dichotomum*, *L. obovatum*, *L. ophiurus*, *L. simile*, *L. veltheimi*, *L. volkmannianum*, *L. wortheni*, *Lepidodendron* sp.), *Lepidophloios laricinus*, *L. macrolepidotus*, *Sigillaria* (*S. davreuxi*, *S. elongata*, *S. mamillaris*, *S. rugosa*, *S. cf. schlotheimiana*, *S. scutellata*, *S. voltzi*), *Sublepidodendron lycopodioides*, *Syringodendron* sp., oraz nagromadzenia podziemnych kłaczy i pędów *Eleuterophyllum mirabile* i *Stigmaria* (*S. abnormis*, *S. ficoides*, *S. rugulosa*, *S. stellata*) wraz z wyrostkami korzeniowymi typu *Appendices* sp. Przetrwały także inne organy generatywne: liście i listki sporofilowe *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarpophyllum* sp., *Sigillariaephyllum* sp., *Sigillariaestrobophyllum* sp., liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., *Lepidophyllum lanceolatum*, kłosa zarodnikowe *Lepidostrobophyllum* (*L. acuminatifolium*, *L. cf. acuminatifolium*, *L. waldenburgense*, *Lepidostrobophyllum* sp.), szyszki zarodnikowe *Bothrostrobos* sp., *Lepidostrobos*

Tabela 13

**Komponenty paleofitocenozy karbonu**  
Flora assemblage of the Carboniferous paleophytocenosis

| I. Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)   |  |     |   |
|---|--|-----|---|
| 1   | <i>Adiantites</i> sp.  | 51  | <i>Lyginodendron stangeri</i> (Stur) Kotasowa   |
| 2   | <i>Adiantites antiquus</i> Stur  | 52  | <i>Lyginopteris bartoneci</i> (Stur) Patteisky  |
| 3   | <i>Adiantopteridium</i> sp.  | 53  | <i>Mariopteris</i> sp.  |
| 4   | <i>Alethopteris</i> sp.  | 54  | <i>Mariopteris</i> cf. <i>mosana</i> Williere   |
| 5   | <i>Alethopteris davreuxi</i> (Brongniart) Goepfert                                     | 55  | <i>Mariopteris muricata</i> (Schlotheim) Zeiller                                      |
| 6   | <i>Alethopteris serlii</i> (Brongniart) Goepfert                                       | 56  | <i>Mariopteris odontophylla</i> Danze-Corsin  |
| 7   | <i>Aphlebia</i> sp.  | 57  | <i>Mariopteris sauveurii</i> (Brongniart) Frech                                       |
| 8   | <i>Archeopteridium tschermaki</i> (Stur) Kidston                                       | 58  | <i>Mariopteris</i> cf. <i>sauveurii</i> (Brongniart) Frech                            |
| 9   | <i>Aulacopteris</i> sp.  | 59  | <i>Neuralethopteris schlehani</i> (Stur) Laveine                                      |
| 10  | <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand'Eury  | 60  | <i>Neuropteris</i> sp.  |
| 11  | <i>Cardiopteridium</i> sp.   | 61  | <i>Neuropteris heterophylla</i> Brongniart  |
| 12  | <i>Cardiopteridium waldenburgense</i> Zimmermann                                       | 62  | <i>Neuropteris</i> cf. <i>heterophylla</i> Brongniart                                 |
| 13  | <i>Corynepteris</i> sp.  | 63  | <i>Neuropteris loshii</i> Lindley et Hutton   |
| 14  | <i>Corynepteris angustissima</i> (Sternberg) Nemejc                                    | 64  | <i>Neuropteris obliqua</i> (Brongniart) Zeiller                                       |
| 15  | <i>Corynepteris coralloides</i> (Gutbier) Zeiller                                      | 65  | <i>Neuropteris</i> cf. <i>obliqua</i> (Brongniart) Zeiller                            |
| 16  | <i>Corynepteris coralloides</i> (Gutbier) Zeiller (z owocnią)                          | 66  | <i>Neuropteris ovata</i> Hoffman  |
| 17  | <i>Cyclopteris</i> sp.   | 67  | <i>Neuropteris rarinervis</i> Bunbury   |
| 18  | <i>Cyclopteris orbicularis</i> Brongniart  | 68  | <i>Neuropteris rarinervis - attenuata</i> (Bunbury, Lindley et 89 Hutton) (z owocnią) |
| 19  | <i>Diplotmema adiantoides</i> (Schlotheim) Gothan                                      | 69  | <i>Neuropteris scheuchzeri</i> Hoffman  |
| 20  | <i>Diplotmema</i> cf. <i>adiantoides</i> (Schlotheim) Gothan                           | 70  | <i>Neuropteris tenuifolia</i> (Schlotheim) Brongniart                                 |
| 21  | <i>Diplotmema dissectum</i> (Brongniart) Stur  | 71  | <i>Palmatopteris sturi</i> Gothan   |
| 22  | <i>Diplotmema</i> cf. <i>dissectum</i> (Brongniart) Stur                               | 72  | <i>Paripteris gigantea</i> (Sternberg) Gothan   |
| 23  | <i>Diplotmema pseudomoravicum</i> Patteisky  | 73  | <i>Paripteris linguafolia</i> (Bertrand) Laveine                                      |
| 24  | <i>Diplotmema (Heterangium)</i> sp.  | 74  | <i>Paripteris schutzei</i> (Potonie) Daber  |
| 25  | <i>Eusphenopteris artemisiaefolioides</i> Crepin                                       | 75  | <i>Pecopteris (Asterotheca) arborescens</i> (Schlotheim) Sternberg                    |
| 26  | <i>Eusphenopteris</i> cf. <i>foliolata</i> (Stur) Van Amerom                           | 76  | <i>Pecopteris aspera</i> Brongniart (z aphlebią i lodygami)                           |
| 27  | <i>Eusphenopteris hollandica</i> (Gothan et Jongmans) Novik                            | 77  | <i>Pecopteris</i> cf. <i>aspera</i> Brongniart  |
| 28  | <i>Eusphenopteris neuropteroides</i> (Boulay) Novik                                    | 78  | <i>Pecopteris (Asterotheca) cyatheca</i> (Schlotheim)                                 |
| 29  | <i>Eusphenopteris nummularia</i> (Gutbier) Novik                                       | 79  | <i>Pecopteris (Asterotheca) miltoni</i> Artis   |
| 30  | <i>Eusphenopteris obtusiloba</i> (Brongniart) Novik                                    | 80  | <i>Pecopteris (Asterotheca) miltoni</i> Artis (z owocnią)                             |
| 31  | <i>Eusphenopteris sauveurii</i> (Crepin) Simson-Scharold                               | 81  | <i>Pecopteris (Senftenbergia)</i> cf. <i>namuriana</i> Purkynova                      |
| 32  | <i>Eusphenopteris striata</i> (Gothan) Novik   | 82  | ? <i>Pecopteris (Dactylotheca) plumosa-dentata</i> (Artis)                            |
| 33  | <i>Fortopteris andreana</i> (Roehl) Boersma  | 83  | <i>Pecopteris (Dactylotheca) plumosa-dentata</i> (Artis)                              |
| 34  | <i>Fortopteris latifolia</i> (Brongniart) Boersma                                      | 84  | <i>Pecopteris volkmanni</i> Sauveur   |
| 35  | <i>Karinopteris acuta</i> (Brongniart) Boersma   | 85  | <i>Renaultia gracilis</i> (Brongniart) Danze  |
| 36  | <i>Karinopteris daviesi</i> (Kidston) Boersma  | 86  | <i>Renaultia schatzlarensis</i> (Stur) Kidston  |
| 37  | <i>Karinopteris deroncourti</i> (Zeiller) Boersma                                      | 87  | <i>Rhodopteridium</i> sp.   |
| 38  | <i>Karinopteris grandepinnata</i> (Huth) Boersma                                       | 88  | <i>Rhodopteridium</i> (? <i>Aphlebia</i> ) <i>bertrandi</i> Purkynova                 |
| 39  | <i>Linopteris neuropteroides</i> (Gutbier) Potonie                                     | 89  | <i>Rhodopteridium moravicum</i> (Ettingshausen) Purkynova                             |
| 40  | <i>Lonchopteris</i> sp.  | 90  | <i>Rhodopteridium</i> cf. <i>moravicum</i> (Ettingshausen) Purkynova                  |
| 41  | <i>Lonchopteris silesiaca</i> Gothan   | 91  | <i>Sphenopteridium</i> sp.  |
| 42  | <i>Lyginodendron</i> sp.   | 92  | <i>Sphenopteridium dissectum</i> (Goepfert) Schimper                                  |
| 43  | <i>Lyginodendron baeumleri</i> Andrae  | 93  | <i>Sphenopteridium silesiacum</i> Patteisky   |
| 44  | <i>Lyginodendron bermudensisiformis</i> (Schlotheim) Patteisky                         | 94  | <i>Sphenopteridium</i> cf. <i>silesiacum</i> Patteisky                                |
| 45  | <i>Lyginodendron dicksonioides</i> (Goepfert) Kotasowa                                 | 95  | <i>Sphenopteris</i> sp.   |
| 46  | <i>Lyginodendron</i> cf. <i>dicksonioides</i> (Goepfert) Kotasowa                      | 96  | <i>Sphenopteris</i> cf. <i>delmeri</i> Stockmans et Williere                          |
| 47  | <i>Lyginodendron fragile</i> (Schlotheim) Kotasowa                                     | 97  | <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brongniart   |
| 48  | <i>Lyginodendron hoeninghausii</i> (Brongniart) Kotasowa                               | 98  | <i>Trigonocarpus</i> sp.  |
| 49  | <i>Lyginodendron</i> cf. <i>larischi</i> (Stur) Kotasowa                               | 99  | <i>Urnatopteris tenella</i> (Brongniart)  |
| 50  | <i>Lyginodendron porubense</i> (Trapl) Kotasowa  | 100 | <i>Zeilleria</i> sp.  |
| Inne skamieniałości roślin paprociolistnych |  |     |   |
| 1   | Detrytus roślinny z lodygami roślin paprociolistnych                                   | 6   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Diplotmema (Heterangium)</i>                   |
| 2   | Detrytus roślinny z fragmentami lodyg roślin paprociolistnych typu <i>Aulacopteris</i> | 7   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Lyginodendron</i>                              |
| 3   | Łodygi roślin paprociolistnych   | 8   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Mariopteris</i>                                |
| 4   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand'Eury            | 9   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Sphenopteridium</i>                            |
| 5   | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Aulacopteris</i>                                | 10  | Łodygi roślin paprociolistnych typu <i>Pecopteris</i>                                 |

Tabela 13 cd.

| II. Widłaki (Lycopsida)                |   |    |   |
|--|---|----|---|
| 1                                      | <i>Appendices</i> sp.   | 23 | <i>Lepidostrobophyllum</i> cf. <i>acuminatifolium</i> Stockmans et Williere               |
| 2                                      | <i>Bothrodendron minutifolium</i> (Boulay) Zeiller                      | 24 | <i>Lepidostrobophyllum waldenburgense</i> Potonie   |
| 3                                      | <i>Bothrodendron punctatum</i> Lindley et Hutton                        | 25 | <i>Lepidostrobos</i> sp.  |
| 4                                      | <i>Bothrostrobos</i> sp.  | 26 | <i>Sigillaria</i> sp.   |
| 5                                      | <i>Eleuterophyllum mirabile</i> (Sternberg) Stur                        | 27 | <i>Sigillaria davreuxi</i> Brongniart   |
| 6                                      | <i>Lepidocarpon</i> sp.   | 28 | <i>Sigillaria elongata</i> Brongniart   |
| 7                                      | <i>Lepidocarpophyllum</i> sp.   | 29 | <i>Sigillaria mamillaris</i> Brongniart   |
| 8                                      | <i>Lepidodendron</i> sp.  | 30 | <i>Sigillaria rugosa</i> Brongniart   |
| 9                                      | <i>Lepidodendron aculeatum</i> Sternberg                                | 31 | <i>Sigillaria</i> cf. <i>schlotheimiana</i> Brongniart                                    |
| 10                                     | <i>Lepidodendron dichotomum</i> Sternberg                               | 32 | <i>Sigillaria scutellata</i> Brongniart   |
| 11                                     | <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternberg                                 | 33 | <i>Sigillaria voltzi</i> Brongniart   |
| 12                                     | <i>Lepidodendron ophiurus</i> Brongniart                                | 34 | <i>Sigillariaephyllum</i> sp.   |
| 13                                     | <i>Lepidodendron simile</i> Kidston                                     | 35 | <i>Sigillariaestrobophyllum</i> sp.   |
| 14                                     | <i>Lepidodendron veltheimi</i> Sternberg                                | 36 | <i>Sigillariostrobos</i> sp.  |
| 15                                     | <i>Lepidodendron volkmanianum</i> Strenberg                             | 37 | <i>Stigmaria</i> sp.  |
| 16                                     | <i>Lepidodendron wortheni</i> Lesqueraux                                | 38 | <i>Stigmaria abnormis</i> Gothan  |
| 17                                     | <i>Lepidophloios laricinus</i> (Volkman) Sternberg                      | 39 | <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart  |
| 18                                     | <i>Lepidophloios macrolepidotus</i> Goldenberg                          | 40 | <i>Stigmaria rugulosa</i> Gothan  |
| 19                                     | <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 41 | <i>Stigmaria stellata</i> (Eichwald) Goeppert   |
| 20                                     | <i>Lepidophyllum lanceolatum</i> Lindley et Hutton                      | 42 | <i>Strobos</i> sp.  |
| 21                                     | <i>Lepidostrobophyllum</i> sp.  | 43 | <i>Sublepidodendron lycopodioides</i> (Sternberg) Remy et Remy                            |
| 22                                     | <i>Lepidostrobophyllum acuminatifolium</i> Stockmans et Williere        | 44 | <i>Syringodendron</i> sp.   |
| Inne skamieniałości widłaków           |   |    |   |
| 1                                      | Gleba stigmariowa   | 3  | Gleba stigmariowa z kalmitami   |
| 2                                      | Gleba stigmariowa ze stigmariami nie oznaczonymi taksonomicznie         | 4  | Łodygi widłaków typu <i>Dictyoxylon</i>   |
| III. Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)   |   |    |   |
| 1                                      | <i>Annularia</i> sp.  | 29 | <i>Mesocalamites renieri</i> Stockmans et Williere  |
| 2                                      | <i>Annularia pseudostellata</i> Potonie                                 | 30 | <i>Mesocalamites roemeri</i> (Goeppert) Hirmer  |
| 3                                      | <i>Annularia radiata</i> (Brongniart) Sternberg                         | 31 | <i>Myriophyllites gracilis</i> Artis  |
| 4                                      | <i>Annularia ramosa</i> Weiss   | 32 | <i>Palaeostachya</i> sp.  |
| 5                                      | <i>Annularia stellata</i> (Sternberg) Wood                              | 33 | <i>Palaeostachya elongata</i> (Presl) Weiss   |
| 6                                      | <i>Archeocalamites</i> sp.  | 34 | <i>Pinnularia capillacea</i> Lindley et Hutton  |
| 7                                      | <i>Archeocalamites cf. lohesti</i> Renier                               | 35 | <i>Pinnularia columnaris</i> Artis  |
| 8                                      | <i>Archeocalamites scrobiculatus</i> (Schlotheim) Stur                  | 36 | <i>Radicites</i> sp.  |
| 9                                      | <i>Asterophyllites</i> sp.  | 37 | <i>Sphenophyllostachys</i> sp.  |
| 10                                     | <i>Asterophyllites charaeformis</i> (Sternberg) Goeppert                | 38 | <i>Sphenophyllum</i> sp.  |
| 11                                     | <i>Asterophyllites cf. gothani</i> Franke                               | 39 | <i>Sphenophyllum</i> sp. (łodygi)   |
| 12                                     | <i>Asterophyllites grandis</i> (Sternberg) Geinitz                      | 40 | <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller                                      |
| 13                                     | <i>Asterophyllites longifolius</i> (Sternberg) Brongniart               | 41 | <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller forma <i>amplum</i> Kidston          |
| 14                                     | <i>Asterophyllites cf. tener</i> Jongmans et Gothan                     | 42 | <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller var. <i>saxifragaefolium</i> Zeiller |
| 15                                     | <i>Autophyllites</i> sp.  | 43 | <i>Sphenophyllum emarginatum</i> Brongniart   |
| 16                                     | <i>Calamites</i> sp.  | 44 | <i>Sphenophyllum</i> cf. <i>emarginatum</i> Brongniart                                    |
| 17                                     | <i>Calamites</i> sp. (pędy podziemne)                                   | 45 | <i>Sphenophyllum laurenti</i> Andrae  |
| 18                                     | <i>Calamites (Diplocalamites) carinatus – ramosus</i> (Sternberg–Arits) | 46 | <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crepin  |
| 19                                     | <i>Calamites suckowii</i> Brongniart                                    | 47 | <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (Germar et Kaulfuss) Unger                             |
| 20                                     | <i>Calamitina</i> sp.   | 48 | <i>Sphenophyllum</i> cf. <i>oblongifolium</i> (Germar et Kaulfuss) Unger                  |
| 21                                     | <i>Calamitina schutzei</i> Stur   | 49 | <i>Sphenophyllum sublaure</i> Purkynova   |
| 22                                     | <i>Calamostachys</i> sp.  | 50 | <i>Sphenophyllum tenerrimum</i> Ettingshausen   |
| 23                                     | <i>Dichophyllites</i> sp.   | 51 | <i>Sphenophyllum trichomatosum</i> Stur   |
| 24                                     | <i>Mesocalamites</i> sp.  | 52 | <i>Sphenophyllum verticillatum</i> (Schlotheim) Zeiller                                   |
| 25                                     | <i>Mesocalamites</i> sp. (łodygi)                                       | 53 | <i>Stachys</i> sp.  |
| 26                                     | <i>Mesocalamites cistiiformis</i> (Stur) Hirmer                         | 54 | <i>Stylocalamites cisti</i> Brongniart  |
| 27                                     | <i>Mesocalamites haueri</i> (Stur) Hirmer                               | 55 | <i>Stylocalamites suckowi</i> Brongniart  |
| 28                                     | <i>Mesocalamites ramifer</i> (Stur) Hirmer                              | 56 | <i>Stylocalamites undulatus</i> Sternberg   |
| Inne skamieniałości roślin skrzypowych |   |    |   |
| 1                                      | Detrytus roślinny z fragmentami łodyg sfenofyllów                       | 3  | Łodygi podziemne kalamitów  |
| 2                                      | Detrytus roślinny z fragmentami <i>Sphenophyllum tenerrimum</i>         |    |   |

Tabela 13 cd.

| IV. Kordaity (Cordaitopsida)   |  |    |   |
|--|--|----|---|
| 1  | <i>Cardiocarpus</i> sp.  | 6  | <i>Cordaïtes principalis</i> (Germar) Geinitz           |
| 2  | <i>Cordaïcarpus</i> sp.  | 7  | <i>Dorycordaites palmaeformis</i> (Goeppert) Grand'Eury |
| 3  | <i>Cordaïcarpus cordai</i> Geinitz                                       | 8  | <i>Samaropsis</i> sp.                                   |
| 4  | <i>Cordaïtes</i> sp.   | 9  | <i>Samaropsis fluitans</i> (Dawson)                     |
| 5  | <i>Cordaïtes borassifolius</i> (Sternberg) Unger                         |    |   |
| V. Rośliny nagonasienne (Gymnospermatophyta)                         |  |    |   |
| 1  | <i>Ginkgophytopsis delvali</i> (Cambier et Renier) Boureau               |    |   |
| VI. Fauna oraz inne skamieniałości fauny                             |  |    |   |
| 1  | Fauna (nie oznaczono taksonomicznie)                                     | 4  | <i>Spirorbis</i> sp.                                    |
| 2  | Fauna słodkowodna  | 5  | Ślady pełzania robaków                                  |
| 3  | Łuski ryb  |    |   |
| VII. Różne skamieniałości i ich formy (nie oznaczono taksonomicznie) |  |    |   |
| 1  | <i>Carpus</i> sp.  | 9  | Megaspory   |
| 2  | Detrytus roślinny  | 10 | Nabłonki  |
| 3  | Detrytus roślinny z fragmentami łodyg                                    | 11 | Nasiona   |
| 4  | Detrytus roślinny z megasporami  | 12 | Owocnia   |
| 5  | Fragmenty roślin (nie oznaczono taksonomicznie)                          | 13 | Sieczka roślinna  |
| 6  | Łodygi roślin (nie oznaczono taksonomicznie)                             | 14 | Szyszka   |
| 7  | Łodygi i gałązki roślin (nie oznaczono taksonomicznie)                   | 15 | Tkanki roślinne   |
| 8  | Megaspory – <i>Laevigatosporites glabratus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp | 16 | Tkanki zwierzęce  |

sp., *Sigillariostrobus* sp., *Strobus* sp., oraz łodygi typu *Dic-tyoxylon* sp. Charakterystyczną formą zachowania skamieniałości stigmarii są gleby stigmariowe z kłęczami, często ze szczątkami skamieniałości innych roślin (np. fragmentami pni kalamitów), występujące w nagromadzeniach w całym profilu (tab. 13). Gromadę roślin paprociolistnych reprezentują skamieniałości głównie paproci nasienne. Są to liście i listeczki o znaczeniu stratygraficznym: *Adiantites* sp., *A. antiquus*, *Adiantopteridium* sp., *Alethopteris* (*A. davreuxi*, *A. serlii*, *Alethopteris* sp.), *Archeopteridium tshermaki*, *Aulacopteris* sp., *A. vulgaris*, *Cardiopteridium* sp., *C. waldenburgense*, *Cyclopteris* sp., *C. orbicularis*, *Diplotmema* (*Heterangium*) (*D. adiantoides*, *D. cf. adiantoides*, *D. dissectum*, *D. cf. dissectum*, *D. pseudomoravicum*), *Eusphenopteris* (*E. artemisiaefolioides*, *E. cf. foliolata*, *E. hollandica*, *E. neuropteroides*, *E. nummularia*, *E. obtusiloba*, *E. sauveurii*, *E. striata*), *Karinopteris* (*K. acuta*, *K. daviesi*, *K. dersoncourti*, *K. grandepinnata*), *Linopteris neuropteroides*, *Lonchopteris* sp., *L. silesiaca*, *Lyginodendron* (*L. baumleri*, *L. bermudensisiformis*, ?*L. bermudensisiformis*, *L. dicksonioides*, *L. cf. dicksonioides*, *L. fragile*, *L. hoeninghausii*, *L. cf. larischi*, *L. porubense*), *Lyginopteris bartoneci*, *Mariopteris* (*M. cf. mosana*, *M. muricata*, *M. odontophylla*, *M. sauveurii*, *M. cf. sauveurii*), *Neuralethopteris schlehani*, *Neuropteris* (*N. heterophylla*, *N. cf. heterophylla*, *N. loshii*, *N. obliqua*, *N. cf. obliqua*, *N. ovata*, *N. rarinervis*, *N. scheuchzeri*, *N. tenuifolia*), *Palmatopteris sturi*, *Paripteris* (*Paripteris gigantea*, *P. linguaeifolia*, *P. schutzei*), *Rhodoopteridium* (*R. moravicum*, *R. cf. moravicum*, *Rhodoopteridium* sp.), *Sphenopteridium* (*S. dissectum*, *S. silesiacum*, *S. cf. silesiacum*, *Sphenopteridium* sp.) i *Sphenopteris* (*S. cf. delmeri*, *S. obtusiloba*, *Sphenopteris* sp.). Paprocie właściwe-zarodnikowe to liście i listeczki: *Corynepteris* (*C. angu-*

*stissima*, *C. coralloides*, *Corynepteris* sp.), *Fortopteris andreana*, *F. latifolia*, *Pecopteris* (*P. (Asterotheca) arbore-scens*, *P. cf. aspera*, *P. aspera* z aflebią i łodygami, *P. (Asterotheca) cyathea*, *P. (Asterotheca) miltoni*, *P. (Asterotheca) miltoni* z owocnią, *P. (Senftenbergia) cf. namuriana*, ?*P. (Dactylothea) plumosa-dentata*, *P. (Dactylothea) plumosa-dentata*, *P. volkmanni*), *Renaultia gracilis*, *R. schatzlarensis*, *Urnatopteris tenella* i *Zeilleria* sp. Przetrwały organy generatywne roślin paprociolistnych: nasiona typu *Trigonocarpus* sp., owocnie gatunków *Corynepteris coralloides* i *Neuropteris rarinervis – attenuata*, oraz listki aflebiowe typu *Aphlebia* sp. o niesprecyzowanej przynależności taksonomicznej. Wyjątkiem jest *Rhodoopteridium* (?*Aphlebia*) *bertrandi*, pochodna gatunku *Sphenocyclopteridium bertrandii* Stockmans et Williere paproci nasienne. Stwierdzono także inne szczątki roślin paprociolistnych takie jak: łodygi typu *Aulacopteris*, *Aulacopteris vulgaris*, *Diplotmema* (*Heterangium*), *Lyginodendron*, *Mariopteris*, *Sphenopteridium* i *Pecopteris*, występujące w nagromadzeniach lub rozproszone w detrytusie roślinnym. Wszystkie skamieniałości roślin paprociolistnych występują licznie oraz w nagromadzeniach. Analogicznie jak paprotniki są powszechne w zespołach niższego serpuchołu, wyższego baszkirowo moskowu. Skamieniałości kordaitów, prekursorów terestrycznych roślin szpilkowych, stwierdzono dopiero w zespołach wyższego baszkirowo moskowu. Nie występują powszechnie, niemniej są względnie liczne. Zachowały się organy generatywne: nasiona typu *Cardiocarpus* sp., *Cordaïcarpus* sp., *Cordaïcarpus cordai*, *Samaropsis* sp., *Samaropsis fluitans*, oraz fragmenty liści: *Cordaïtes* (*C. borassifolius*, *C. principalis*, *Cordaïtes* sp.) i *Dorycordaites palmaeformis*. Rośliny nagonasienne występują prekursorycznie. Liście *Ginkgophytopsis de-*

Tabela 14

**Zespoły flory karbonu – serpuchow–moskow (namur A – westfal D)**

Flora assemblages of Serpukhovian – Moscovian

| Grupa roślinności/ rodzaje i gatunki<br>Type of flora/ Genera and Species   | Liczba i forma wystąpień skamieniałości<br>Quantity of fossils |
|---|--|
| Zespół flory westfalu D (wyższy moskow) 147,10–348,10 m                     |  |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)                                      |  |
| <i>Alethopteris</i> sp.   | 1  |
| <i>Alethopteris serlii</i> (Brongniart) Goepfert                            | 1  |
| <i>Aphlebia</i> sp.   | 1  |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury                                    | 12 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)                     |
| <i>Cyclopteris</i> sp.  | 2  |
| <i>Neuropteris ovata</i> Hoffman  | 10   |
| <i>Neuropteris rarinervis</i> Bunbury                                       | 1  |
| <i>Neuropteris rarinervis - attenuata</i> (Bunbury, Lindley et Hutton)      | 1 (liczne)   |
| <i>Neuropteris scheuchzeri</i> Hoffman                                      | 11 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)                     |
| <i>Pecopteris (Asterotheca) arborescens</i> (Schlotheim) Sternberg          | 1  |
| <i>Pecopteris (Asterotheca) cyatheca</i> (Schlotheim)                       | 1  |
| <i>Sphenopteris</i> sp.   | 1 (nagromadzenie)  |
| Widłaki (Lycopsida)   |  |
| <i>Lepidophlois macrolepidotus</i> Goldenberg                               | 2  |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 2 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)             |
| <i>Sigillaria rugosa</i> Brongniart   | 2  |
| <i>Sigillaria</i> sp.   | 5  |
| <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart                            | 5  |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)   |  |
| <i>Asterophyllites</i> sp.  | 5  |
| <i>Asterophyllites longifolius</i> (Sternberg) Brongniart                   | 1  |
| <i>Calamites</i> sp.  | 8 (w tym: występowanie liczne)                                 |
| <i>Sphenophyllum</i> sp.  | 1  |
| <i>Sphenophyllum emarginatum</i> Brongniart                                 | 15   |
| <i>Sphenophyllum</i> cf. <i>emarginatum</i> Brongniart                      | 1  |
| <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (Germar et Kaulfuss) Unger               | 5  |
| <i>Sphenophyllum</i> cf. <i>oblongifolium</i> (Germar et Kaulfuss) Unger    | 5  |
| <i>Sphenophyllum verticillatum</i> (Schlotheim) Zeiller                     | 5  |
| Kordaity (Cordaitopsida)  |  |
| <i>Cardiocarpus</i> sp.   | 2  |
| <i>Cordaites</i> sp.  | 5  |
| <i>Cordaites borassifolius</i> (Sternberg) Unger                            | 1 (liczne)   |
| <i>Cordaites principalis</i> (Germar) Geinitz                               | 1 (liczne)   |
| <i>Dorycordaites palmaeformis</i> (Goepfert) Grand'Eury                     | 2 (liczne)   |
| <i>Samaropsis fluitans</i> (Dawson)   | 5  |
| Fauna   |  |
| <i>Spirorbis</i> sp.  | 5 (w tym: występowanie liczne)                                 |
| Zespół flory westfalu C (wyższy moskow) 432,40–953,90 m                     |  |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)                                      |  |
| <i>Aphlebia</i> sp.   | 1  |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury                                    | 50 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)            |
| <i>Eusphenopteris neuropteroides</i> (Boulay) Novik                         | 19   |
| <i>Fortopteris latifolia</i> (Brongniart) Boersma                           | 1  |
| <i>Lonchopteris</i> sp.   | 1  |
| <i>Lonchopteris silesiaca</i> Gothan  | 14   |
| <i>Lyginodendron baeumleri</i> Andrae                                       | 6 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)                      |
| <i>Neuropteris</i> sp.  | 2 (w tym: występowanie liczne)                                 |
| <i>Neuropteris heterophylla</i> Brongniart                                  | 10   |
| <i>Neuropteris loshii</i> Lindley et Hutton                                 | 10   |
| <i>Neuropteris obliqua</i> (Brongniart) Zeiller                             | 5  |
| <i>Neuropteris rarinervis - attenuata</i> (Bunbury, Lindley et Hutton) (RP) | 31 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)                     |
| <i>Paripteris linguaefolia</i> (Bertrand) Laveine                           | 10   |

Tabela 14 cd.

|   |   |
|---|---|
| <i>Pecopteris (Asterotheca) miltoni</i> Artis   | 3   |
| ? <i>Pecopteris (Dactylotheca) plumosa-dentata</i> (Artis)                                | 1   |
| <i>Sphenopteris</i> sp.   | 9   |
| <i>Sphenopteris obtusiloba</i> Brongniart   | 1   |
| <i>Trigonocarpus</i> sp.  | 1   |
| <i>Zeilleria</i> sp.  | 1   |
| Widłaki (Lycopsida)   |   |
| <i>Bothrodendron minutifolium</i> (Boulay) Zeiller  | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Bothrodendron punctatum</i> Lindley et Hutton  | 2   |
| <i>Bothrostrobus</i> sp.  | 1 (liczne)  |
| <i>Lepidocarpophyllum</i> sp.   | 1   |
| <i>Lepidodendron</i> sp.  | 11 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Lepidodendron ophiurus</i> Brongniart  | 10  |
| <i>Lepidophloios larinus</i> (Volkman) Sternberg  | 12  |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 6 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Lepidostrobohyllum</i> sp.   | 3   |
| <i>Lepidostrobus</i> sp.  | 3   |
| <i>Sigillaria</i> sp.   | 10 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Sigillaria elongata</i> Brongniart   | 1   |
| <i>Sigillaria rugosa</i> Brongniart   | 7   |
| <i>Sigillaria scutellata</i> Brongniart   | 1   |
| <i>Sigillaria voltzi</i> Brongniart   | 7   |
| <i>Sigillariaephyllum</i> sp.   | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Sigillariaestrobohyllum</i> sp.  | 10  |
| <i>Sigillariostrobus</i> sp.  | 17  |
| <i>Stigmara</i> sp.   | 1   |
| <i>Stigmara ficoides</i> (Sternberg) Brongniart   | 22  |
| <i>Stigmara rugulosa</i> Gothan   | 4   |
| <i>Strobus</i> sp.  | 5   |
| <i>Syringodendron</i> sp.   | 5   |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)   |   |
| <i>Annularia</i> sp.  | 11  |
| <i>Annularia pseudostellata</i> Potonie   | 12  |
| <i>Annularia radiata</i> (Brongniart) Sternberg   | 23  |
| <i>Annularia stellata</i> (Sternberg) Wood  | 15  |
| <i>Asterophyllites</i> sp.  | 4   |
| <i>Calamites</i> sp.  | 16 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Calamites (Diplocalamites) carinatus – ramosus</i> (Sternberg–Arits)                   | 33  |
| <i>Calamites suckowii</i> Brongniart  | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Calamitina</i> sp.   | 2   |
| <i>Myriophyllites gracilis</i> Artis  | 1   |
| <i>Palaeostachya</i> sp.  | 1   |
| <i>Pinnularia</i> sp.   | 1 (liczne)  |
| <i>Pinnularia capillacea</i> Lindley et Hutton  | 6 (liczne)  |
| <i>Radicites</i> sp.  | 1 (liczne)  |
| <i>Sphenophyllostachys</i> sp.  | 1   |
| <i>Sphenophyllum</i> sp.  | 22 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller forma <i>amplum</i> Kidston          | 11  |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller var. <i>saxifragaefolium</i> Zeiller | 1   |
| <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crepin  | 29  |
| <i>Sphenophyllum trichomatosum</i> Stur   | 1   |
| <i>Stylocalamites cisti</i> Brongniart  | 11  |
| <i>Stylocalamites suckowi</i> Brongniart  | 10  |
| Kordaity (Cordaitopsida)  |   |
| <i>Cordaicarpus</i> sp.   | 1   |
| <i>Cordaicarpus cordai</i> Geinitz  | 3   |
| <i>Cordaites principalis</i> (Germer) Geinitz   | 5 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Dorycordaites palmaeformis</i> (Goepfert) Grand'Eury                                   | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Samaropsis</i> sp.   | 1   |

Tabela 14 cd.

| Zespół flory westfalu B (niższy moskow) 953,90–1218,50 m                |   |
|---|---|
| Rośliny paprocioliste (Pteridophylla)                                   |   |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury                                | 43 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Corynepteris coralloides</i> (Gutbier) Zeiller                       | 10  |
| <i>Cyclopteris orbicularis</i> Brongniart                               | 1   |
| <i>Eusphenopteris nummularia</i> (Gutbier) Novik                        | 3   |
| <i>Eusphenopteris obtusiloba</i> (Brongniart) Novik                     | 2   |
| <i>Eusphenopteris sauveurii</i> (Crepin) Simson-Scharold                | 1   |
| <i>Eusphenopteris striata</i> (Gothan) Novik                            | 5   |
| <i>Fortopteris andreana</i> (Roehl) Boersma                             | 2   |
| <i>Linopteris neuropteroides</i> (Gutbier) Potonie                      | 5   |
| <i>Lyginodendron baeumleri</i> Andrae                                   | 28 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Mariopteris</i> sp.  | 4 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Mariopteris muricata</i> (Schlotheim) Zeiller                        | 1   |
| <i>Mariopteris odontophylla</i> Danze-Corsin                            | 1   |
| <i>Mariopteris sauveurii</i> (Brongniart) Frech                         | 6   |
| <i>Mariopteris</i> cf. <i>sauveurii</i> (Brongniart) Frech              | 6   |
| <i>Neuropteris heterophylla</i> Brongniart                              | 1   |
| <i>Neuropteris</i> cf. <i>heterophylla</i> Brongniart                   | 1   |
| <i>Neuropteris loshii</i> Lindley et Hutton                             | 1 (liczne)  |
| <i>Neuropteris obliqua</i> (Brongniart) Zeiller                         | 13  |
| <i>Neuropteris tenuifolia</i> (Schlotheim) Brongniart                   | 24 (w tym: występowanie liczne)                     |
| <i>Palmatopteris sturi</i> Gothan                                       | 3   |
| <i>Paripteris schutzei</i> (Potonie) Daber                              | 19 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Pecopteris (Asterotheca) miltoni</i> Artis ( z owocnią)              | 1   |
| <i>Sphenopteris</i> sp.   | 1   |
| <i>Trigonocarpus</i> sp.  | 2   |
| <i>Urnatopteris tenella</i> (Brongniart)                                | 1   |
| Widłaki (Lycopsida)   |   |
| <i>Appendices</i> sp.   | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Bothrodendron minutifolium</i> (Boulay) Zeiller                      | 19  |
| <i>Lepidocarpon</i> sp.   | 16 (liczne)   |
| <i>Lepidocarponophyllum</i> sp.   | 1   |
| <i>Lepidodendron</i> sp.  | 10  |
| <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternberg                                 | 5   |
| <i>Lepidodendron wortheni</i> Lesquereux                                | 1   |
| <i>Lepidophloios laricinus</i> (Volkman) Sternberg                      | 8   |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 4 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Sigillaria</i> sp.   | 23  |
| <i>Sigillaria davreuxi</i> Brongniart                                   | 1   |
| <i>Sigillaria mamillaris</i> Brongniart                                 | 2   |
| <i>Sigillaria voltzi</i> Brongniart                                     | 20  |
| <i>Sigillariaephyllum</i> sp.   | 2 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Stigmara</i> sp.   | 7   |
| <i>Stigmara ficoides</i> (Sternberg) Brongniart                         | 32 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Stigmara rugulosa</i> Gothan   | 8   |
| <i>Sublepidodendron lycopodioides</i> (Sternberg) Remy et Remy          | 7   |
| Łodygi widłaków typu <i>Dictyoxylon</i>                                 | 6 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)   |   |
| <i>Annularia radiata</i> (Brongniart) Sternberg                         | 3   |
| <i>Annularia stellata</i> (Sternberg) Wood                              | 4   |
| <i>Asterophyllites</i> sp.  | 1   |
| <i>Asterophyllites charaeformis</i> (Sternberg) Goepfert                | 2   |
| <i>Asterophyllites grandis</i> (Sternberg) Geinitz                      | 5   |
| <i>Calamites</i> sp.  | 27  |
| <i>Calamites (Diplocalamites) carinatus – ramosus</i> (Sternberg–Arits) | 11  |
| <i>Pinnularia capillacea</i> Lindley et Hutton                          | 5   |
| <i>Pinnularia columnaris</i> Artis                                      | 1   |
| <i>Sphenophyllum</i> sp. (łodygi)                                       | 13 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller                    | 23  |

Tabela 14 cd.

|   |   |
|---|---|
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller var. <i>saxifragaefolium</i> Zeiller | 2 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Sphenophyllum myriophyllum</i> Crepin  | 17  |
| <i>Stylocalamites cisti</i> Brongniart  | 48 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Stylocalamites suckowi</i> Brongniart  | 3   |
| Kordaity (Cordaitopsida)  |   |
| <i>Cordaicarpus cordai</i> Geinitz  | 11  |
| <i>Cordaicarpus</i> sp.   | 9   |
| <i>Cordaites principalis</i> (Germar) Geinitz   | 32 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Dorycordaites palmaeformis</i> (Goepfert) Grand'Eury                                   | 20  |
| Rośliny nagonasienne (Gymnospermatophyta)   |   |
| <i>Ginkgophytopsis delvali</i> (Cambier et Renier) Boureau                                | 3   |
| Zespół flory westfalu A (wyższy baszki) 1218,50–1432,60 m                                 |   |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)  |   |
| <i>Alethopteris davreuxi</i> (Brongniart) Goepfert  | 1   |
| <i>Aulacopteris</i> sp.   | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand'Eury   | 37 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Corynepteris</i> sp.   | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Corynepteris angustissima</i> (Sternberg) Nemejc                                       | 1   |
| <i>Corynepteris coralloides</i> (Gutbier) Zeiller (owocnie)                               | 2   |
| <i>Eusphenopteris artemisiaefolioides</i> Crepin  | 12  |
| <i>Eusphenopteris hollandica</i> (Gothan et Jongmans) Novik                               | 5   |
| <i>Eusphenopteris obtusiloba</i> (Brongniart) Novik                                       | 6   |
| <i>Karinopteris acuta</i> (Brongniart) Boersma  | 7   |
| <i>Karinopteris daviesi</i> (Kidston) Boersma   | 1   |
| <i>Karinopteris dernoncourti</i> (Zeiller) Boersma  | 2   |
| <i>Karinopteris grandepinnata</i> (Huth) Boersma  | 1   |
| <i>Linopteris neuropteroides</i> (Gutbier) Potonie  | 2   |
| <i>Lyginodendron</i> sp.  | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Lyginodendron baeumleri</i> Andrae   | 9   |
| <i>Lyginodendron hoeninghausii</i> (Brongniart) Kotasowa                                  | 2   |
| <i>Mariopteris</i> sp.  | 1 (liczne)  |
| <i>Mariopteris</i> cf. <i>mosana</i> Williere   | 2   |
| <i>Mariopteris muricata</i> (Schlotheim) Zeiller  | 37 (w tym: występowanie liczne)                     |
| <i>Neuraethopteris schlehani</i> (Stur) Laveine   | 6   |
| <i>Neuropteris</i> sp.  | 1   |
| <i>Neuropteris heterophylla</i> Brongniart  | 21 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Neuropteris obliqua</i> (Brongniart) Zeiller   | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Neuropteris</i> cf. <i>obliqua</i> (Brongniart) Zeiller                                | 2   |
| <i>Neuropteris tenuifolia</i> (Schlotheim) Brongniart                                     | 14  |
| <i>Paripteris gigantea</i> (Sternberg) Gothan   | 83 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Pecopteris aspera</i> Brongniart (z <i>aphlebia</i> i <i>lodygami</i> )                | 2   |
| <i>Pecopteris (Dactylothea) plumosa-dentata</i> (Artis)                                   | 4   |
| <i>Pecopteris volkmanni</i> Sauveur   | 1   |
| <i>Renaultia gracilis</i> (Brongniart) Danze  | 1   |
| <i>Renaultia schatzlarensis</i> (Stur) Kidston  | 1   |
| <i>Sphenopteris</i> sp.   | 1   |
| <i>Trigonocarpus</i> sp.  | 4   |
| Widłaki (Lycopsida)   |   |
| <i>Bothrodendron minutifolium</i> (Boulay) Zeiller  | 42  |
| <i>Bothrostrobus</i> sp.  | 4   |
| <i>Lepidocarpon</i> sp.   | 18  |
| <i>Lepidocarponophyllum</i> sp.   | 2 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Lepidodendron</i> sp.  | 22 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Lepidodendron aculeatum</i> Sternberg  | 15  |
| <i>Lepidodendron dichotomum</i> Sternberg   | 2   |
| <i>Lepidodendron obovatum</i> Sternberg   | 7   |
| <i>Lepidophloios laricinus</i> (Volkman) Sternberg  | 23  |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 23 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Lepidophyllum lanceolatum</i> Lindley et Hutton  | 2 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |

Tabela 14 cd.

|  |   |
|--|---|
| <i>Lepidostrobophyllum</i> sp.   | 1 (liczne)  |
| <i>Lepidostrobus</i> sp.   | 2   |
| <i>Sigillaria</i> sp.  | 52 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Sigillaria rugosa</i> Brongniart  | 35 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Sigillaria</i> cf. <i>schlotheimiana</i> Brongniart   | 1   |
| <i>Sigillaria voltzi</i> Brongniart  | 3   |
| <i>Sigillariaephyllum</i> sp.  | 4 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Sigillariostrobus</i> sp.   | 5   |
| <i>Stigmara</i> sp.  | 1 (liczne)  |
| <i>Stigmara ficoides</i> (Sternberg) Brongniart  | 59 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Stigmara rugulosa</i> Gothan  | 1   |
| <i>Sublepidodendron lycopodioides</i> (Sternberg) Remy et Remy                                 | 1   |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)  |   |
| <i>Annularia pseudostellata</i> Potonie  | 6   |
| <i>Annularia radiata</i> (Brongniart) Sternberg  | 6   |
| <i>Annularia ramosa</i> Weiss  | 1   |
| <i>Asterophyllites</i> sp.   | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Asterophyllites charaeformis</i> (Sternberg) Goeppert                                       | 11  |
| <i>Asterophyllites</i> cf. <i>gothani</i> Franke   | 1   |
| <i>Asterophyllites longifolius</i> (Sternberg) Brongniart                                      | 2   |
| <i>Asterophyllites</i> cf. <i>tener</i> Jongmans et Gothan                                     | 1   |
| <i>Calamites</i> sp. (pędy podziemne)  | 13 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Calamites</i> ( <i>Diplocalamites</i> ) <i>carinatus</i> – <i>ramosus</i> (Sternberg–Arits) | 9   |
| <i>Calamitina</i> sp.  | 6   |
| <i>Calamitina schutzei</i> Stur  | 1   |
| <i>Calamostachys</i> sp.   | 13  |
| <i>Mesocalamites</i> sp.   | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Myriophyllites gracilis</i> Artis   | 1   |
| <i>Palaeostachya</i> sp.   | 1   |
| <i>Palaeostachya elongata</i> (Presl) Weiss  | 1   |
| <i>Pinnularia capillacea</i> Lindley et Hutton   | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Radicites</i> sp.   | 1 (nagromadzenie)                                   |
| <i>Sphenophyllostachys</i> sp.   | 3   |
| <i>Sphenophyllum</i> sp. (lodygi)  | 9 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller   | 36 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller forma <i>amplum</i> Kidston               | 10  |
| <i>Sphenophyllum cuneifolium</i> (Sternberg) Zeiller var. <i>saxifragaefolium</i> Zeiller      | 13 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)          |
| <i>Sphenophyllum laurenti</i> Andrae   | 5   |
| <i>Stachys</i> sp.   | 2   |
| <i>Stylocalamites cisti</i> Brongniart   | 126   |
| <i>Stylocalamites suckowi</i> Brongniart   | 65  |
| <i>Stylocalamites undulatus</i> Sternberg  | 2   |
| Kordaity (Cordaitopsida)   |   |
| <i>Cordaicarpus</i> sp.  | 7   |
| <i>Cordaicarpus cordai</i> Geinitz   | 2   |
| <i>Cordaites principalis</i> (Germar) Geinitz  | 29  |
| <i>Dorycordaites palmaeformis</i> (Goeppert) Grand'Eury  | 6   |
| Fauna  |   |
| <i>Spirorbis</i> sp.   | 6   |
| Zespół flory namuru A (część górna) (wyższy serpuchow) 1477,65–1551,10 m                       |   |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)   |   |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury   | 1   |
| <i>Lyginodendron</i> cf. <i>larischi</i> (Stur) Kotasowa                                       | 1   |
| <i>Lyginodendron porubense</i> (Trapl) Kotasowa  | 10  |
| <i>Rhedeopteridium</i> sp.   | 1   |
| <i>Trigonocarpus</i> sp.   | 1   |
| Widłaki (Lycopsida)  |   |
| <i>Lepidocarpon</i> sp.  | 2   |
| <i>Lepidocarpophyllum</i> sp.  | 1   |

Tabela 14 cd.

|  |  |
|--|--|
| <i>Lepidodendron</i> sp.   | 2  |
| <i>Lepidodendron volkmannianum</i> Strenberg                             | 2  |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.   | 2  |
| <i>Stigmaria</i> sp.   | 1  |
| <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart                         | 13   |
| <i>Stigmaria stellata</i> (Eichwald) Goepfert                            | 5  |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)  |  |
| <i>Mesocalamites</i> sp. (łodygi)  | 17   |
| <i>Mesocalamites cistiiformis</i> (Stur) Hirmer                          | 5  |
| <i>Mesocalamites haueri</i> (Stur) Hirmer                                | 1  |
| <i>Mesocalamites ramifer</i> (Stur) Hirmer                               | 2  |
| <i>Mesocalamites renieri</i> Stockmans et Williere                       | 1  |
| <i>Sphenophyllum</i> sp.   | 3  |
| <i>Sphenophyllum tenerrimum</i> Ettingshausen                            | 7  |
| Zespół flory namuru A (serpuchow) 1551,10–1640,60 m                      |  |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)                                   |  |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury                                 | 1 (liczne)   |
| <i>Diplotmemea adiantoides</i> (Schlotheim) Gothan                       | 2  |
| <i>Lyginodendron bermudensiformis</i> (Schlotheim) Patteisky             | 1  |
| <i>Lyginodendron stangeri</i> (Stur) Kotasowa                            | 1  |
| Widłaki (Lycopsida)  |  |
| <i>Stigmaria</i> sp.   | 1  |
| <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart                         | 5  |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)  |  |
| <i>Archeocalamites</i> cf. <i>lohesti</i> Renier                         | 2  |
| <i>Asterophyllites</i> sp.   | 1  |
| <i>Mesocalamites</i> sp.   | 6  |
| <i>Mesocalamites cistiiformis</i> (Stur) Hirmer                          | 3  |
| <i>Sphenophyllum</i> sp. (łodygi)  | 22 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Sphenophyllum tenerrimum</i> Ettingshausen                            | 8 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)   |
| Zespół flory namuru A (część dolna) (niższy serpuchow) 1640,60–2254,30 m |  |
| Rośliny paprociolistne (Pteridophylla)                                   |  |
| <i>Adiantites</i> sp.  | 1  |
| <i>Adiantites antiquus</i> Stur  | 3  |
| <i>Adiantopteridium</i> sp.  | 1  |
| <i>Aphlebia</i> sp.  | 2  |
| <i>Archeopteridium tschermaki</i> (Stur) Kidston                         | 1  |
| <i>Aulacopteris</i> sp.  | 16 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Aulacopteris vulgaris</i> Grand' Eury                                 | 163 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Cardiopteridium</i> sp.   | 2  |
| <i>Cardiopteridium waldenburgense</i> Zimmermann                         | 1  |
| <i>Diplotmemea</i> ( <i>Heterangium</i> ) sp.                            | 4  |
| <i>Diplotmemea</i> cf. <i>adiantoides</i> (Schlotheim) Gothan            | 1  |
| <i>Diplotmemea dissectum</i> (Brongniart) Stur                           | 6  |
| <i>Diplotmemea</i> cf. <i>dissectum</i> (Brongniart) Stur                | 2  |
| <i>Diplotmemea pseudomoravicum</i> Patteisky                             | 2  |
| <i>Eusphenopteris</i> cf. <i>foliolata</i> (Stur) Van Amerom             | 1  |
| <i>Lyginodendron</i> sp.   | 3  |
| <i>Lyginodendron baeumleri</i> Andrae                                    | 1  |
| <i>Lyginodendron bermudensiformis</i> (Schlotheim) Patteisky             | 54 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Lyginodendron dicksonioides</i> (Goepfert) Kotasowa                   | 6  |
| <i>Lyginodendron</i> cf. <i>dicksonioides</i> (Goepfert) Kotasowa        | 1  |
| <i>Lyginodendron fragile</i> (Schlotheim) Kotasowa                       | 20   |
| <i>Lyginopteris bartoneci</i> (Stur) Patteisky                           | 2  |
| <i>Pecopteris</i> cf. <i>aspera</i> Brongniart                           | 1  |
| <i>Rhodeopteridium</i> sp.   | 34   |
| <i>Rhodeopteridium moravicum</i> (Ettingshausen) Purkynova               | 1  |
| <i>Rhodeopteridium</i> cf. <i>moravicum</i> (Ettingshausen) Purkynova    | 1  |
| <i>Sphenopteridium</i> sp.   | 27 (w tym: występowanie liczne)                      |
| <i>Sphenopteridium dissectum</i> (Goepfert) Schimper                     | 21   |

Tabela 14 cd.

|   |  |
|---|--|
| <i>Sphenopteridium silesiacum</i> Patteisky                                 | 4  |
| <i>Sphenopteridium</i> cf. <i>silesiacum</i> Patteisky                      | 4  |
| <i>Sphenopteris</i> sp.   | 8 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)            |
| <i>Sphenopteris</i> cf. <i>delmeri</i> Stockmans et Williere                | 1  |
| <i>Trigonocarpus</i> sp.  | 3  |
| Widłaki (Lycopsida)   |  |
| <i>Eleuterophyllum mirabile</i> (Sternberg) Stur                            | 2  |
| <i>Lepidocarpon</i> sp.   | 12   |
| <i>Lepidocarpophyllum</i> sp.   | 8 (w tym: występowanie liczne)                       |
| <i>Lepidodendron</i> sp.  | 22   |
| <i>Lepidodendron simile</i> Kidston   | 9  |
| <i>Lepidodendron veltheimi</i> Sternberg                                    | 2  |
| <i>Lepidophyllum</i> sp.  | 54 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Lepidostrobophyllum</i> sp.  | 29 (w tym: występowanie liczne)                      |
| <i>Lepidostrobophyllum acuminatifolium</i> Stockmans et Williere            | 1  |
| <i>Lepidostrobophyllum</i> cf. <i>acuminatifolium</i> Stockmans et Williere | 1  |
| <i>Lepidostrobophyllum waldenburgense</i> Potonie                           | 18   |
| <i>Lepidostrobos</i> sp.  | 4  |
| <i>Sigillaria</i> sp.   | 3  |
| <i>Stigmaria</i> sp.  | 81 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Stigmaria abnormis</i> Gothan  | 44   |
| <i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart                            | 344 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| <i>Stigmaria stellata</i> (Eichwald) Goepfert                               | 123 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne) |
| Rośliny skrzypowe (Sphenopsida)   |  |
| <i>Archeocalamites</i> sp.  | 24 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Archeocalamites scrobiculatus</i> (Schlotheim) Stur                      | 78 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Asterophyllites</i> sp.  | 3 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)            |
| <i>Autophyllites</i> sp.  | 2 (w tym: występowanie liczne)                       |
| <i>Calamites</i> sp.  | 46 (w tym: występowanie liczne)                      |
| <i>Dichophyllites</i> sp.   | 15   |
| <i>Mesocalamites</i> sp.  | 9  |
| <i>Mesocalamites haueri</i> (Stur) Hirmer                                   | 4  |
| <i>Mesocalamites ramifer</i> (Stur) Hirmer                                  | 16   |
| <i>Mesocalamites renieri</i> Stockmans et Williere                          | 1  |
| <i>Mesocalamites roemeri</i> (Goepfert) Hirmer                              | 7  |
| <i>Pinnularia capillacea</i> Lindley et Hutton                              | 2 (w tym: występowanie liczne)                       |
| <i>Radicites</i> sp.  | 1  |
| <i>Sphenophyllum</i> sp. - (łodygi)   | 26 (w tym: występowanie w nagromadzeniach)           |
| <i>Sphenophyllum</i> sp.  | 32 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |
| <i>Sphenophyllum sublaure</i> Purkynova                                     | 2  |
| <i>Sphenophyllum tenerimum</i> Ettingshausen                                | 70 (w tym: występowanie w nagromadzeniach i liczne)  |

*ivali* stwierdzono jedynie w zespole niższego moskowu (westfal B). Skamieniałości pochodne wszystkich grup roślin tej paleofitocenozy, najczęściej nie oznaczone taksonomicznie, występują w postaci: detrytusu roślinnego lub siczki, fragmentów roślin – łodyg i gałązek, nabłonków, nasion, owocni, szyszek i tkanek roślinnych (tab. 13, 14).

### Fitostratygrafia karbonu

#### 1. Zespół flory wyższego moskowu (westfal D)

Zespół flory wyższego moskowu (westfal D) występuje na głęb. 147,10–348,10 m (tab. 14) Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie: paprotników, roślin paprociolistnych i kordaitów. Fragmenty pni i kory

z poduszeczkami liściowymi: *Lepidophloios macrolepidotus*, *Sigillaria* sp. i *S. rugosa*, podziemne kłącza i pędy *Stigmaria ficoides* wraz z wyrostkami korzeniowymi typu *Appendices* sp., oraz liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców *Calamites* sp., ulistnienia typu *Asterophyllites* sp. i *A. longifolius*, oraz okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum*, potwierdzają obecność roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Alethopteris* sp., *A. serlii*, *Aulacopteris vulgaris*, *Cyclopteris* sp., *Neuropteris* spp., i *Sphenopteris* sp. paproci nasiennych, oraz *Pecopteris* spp. paproci zarodnikowych, a także listki aflebiowe *Aphlebia* sp. Liście *Cordaites* spp., *Dorycordaites palmaeformis*, oraz nasiona *Cardiocarpus* sp. i *Samaropsis fluitans* świadczą o obecności kordaitów.

W zespole wyższego moskoku (westfal D) stwierdza się prawie równorzędny udział paprotników i roślin paprociolistnych, lecz częstość występowania paprotników jest znamienna. Najliczniej reprezentowane są klinolisty oraz skrzypowce, które wraz z drzewiastymi lepidofitami tworzą asocjację dominującą. Kordaity występują akcesorycznie (tab. 14). Rodzaje generatywne: *Lepidophyllum* sp. i *Stigmara ficoides* drzewiastych lepidofitów, *Asterophyllites* spp. i *Sphenophyllum* spp. roślin skrzypowych, oraz *Cordaites* spp., *Dorycordaites palmaeformis*, *Cardiocarpus* sp., i *Samaropsis fluitans* kordaitów, mają znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. Znaczenie stratygraficzne posiadają gatunki klinolistów: *Sphenophyllum* cf. *emarginatum*, przewodni dla westfalu D, a także występujące prekursorycznie: *Sphenophyllum oblongifolium*, *S.* cf. *oblongifolium* i *S. verticillatum*, znane z młodszych zespołów flory kazimowu. Ważnymi wskaźnikami stratygraficznymi są rodzaje: *Alethopteris* i *Neuropteris* paproci nasiennych, oraz *Pecopteris* paproci zarodnikowych charakterystyczne dla zespołów baszkirowy i moskoku (namur wyższy B, C – westfal), a także gatunki: *Alethopteris serlii* i *Aulacopteris vulgaris*, diagnostyczne dla wyższego baszkirowy i moskoku (w zakresie westfalu A–D). Najważniejszymi stratygraficznie są gatunki: *Neuropteris* (*N. ovata*, *N. rarinervis*, *N. rarinervis – attenuata*, *N. scheuchzeri*) i *Pecopteris* (*P. (Asterotheca) arborescens*, *P. (Asterotheca) cyatheca*), przewodnie dla westfalu D.

Na podstawie typowych i charakterystycznych taksonów roślin paprociolistnych występujących powszechnie w zespołach baszkirowy i moskoku, wśród nich wielu gatunków diagnostycznych i przewodnich, oraz niektórych gatunków klinolistów inicjujących florę kazimowu, wiek zespołu flory na głęb. 147,10–348,10 m określono z prawdopodobieństwem na wyższy moskoku (w zakresie westfalu D).

## 2. Zespół flory wyższego moskoku (westfal C)

Zespół flory wyższego moskoku (westfal C) występuje na głęb. 432,40–953,90 m (tab. 14) Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie: paprotników, roślin paprociolistnych i kordaitów. Fragmenty pni i kory z poduszczkami liściowymi: *Bothrodendron minutifolium*, *B. punctatum*, *Lepidodendron ophiurus*, *Lepidophloios larinus*, *Sigillaria* spp. i *Syringodendron* sp., podziemne kłącza i pędy *Stigmara* spp., liście i listki sporofilowe: *Lepidocarpophyllum* sp., *Sigillariaephyllum* sp. i *Sigillariaestrobophyllum* sp., szyszki zarodniowe *Bothrostrobos* sp., *Lepidostrobos* sp. i *Sigillariostrobos* sp., oraz bliżej nieoznaczone *Strobos* sp., kłosa zarodniowe *Lepidostrobophyllum* sp., oraz liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców: *Calamites* spp., *Calamitina* sp. i *Stylocalamites* spp., ulistnienia typu *Annularia* spp. i *Asterophyllites* sp., kłącza i korzonki kalamitów typu *Pinnularia* spp. i *Radicitis* sp., kłosa zarodniowe *Palaeostachya* sp., oraz okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum*, świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Aulacopte-*

*ris vulgaris*, *Eusphenopteris neuropteroides*, *Lonchopteris* sp., *L. silesiaca*, *Lyginodendron baeumleri*, *Neuropteris* spp., *Paripteris linguaeifolia*, *Sphenopteris* sp. i *S. obtusiloba* paproci nasiennych, oraz *Fortopteris latifolia*, *Pecopteris* spp. i *Zeilleria* sp. paproci zarodnikowych, a także listki aflebiowe *Aphlebia* sp. i nasiona typu *Trigonocarpus* sp. Liście *Cordaites principalis* i *Dorycordaites palmaeformis*, oraz nasiona *Cardiocarpus* sp. i *Samaropsis* sp., świadczą o obecności kordaitów.

W zespole wyższego moskoku (westfal C) stwierdza się dominację paprotników. Najliczniej reprezentowane są klinolisty oraz skrzypowce, które wraz z drzewiastymi lepidofitami tworzą asocjację dominującą. Kordaity występują akcesorycznie. Rodzaje generatywne: *Bothrostrobos* sp., *Lepidocarpophyllum* sp., *Lepidophyllum* sp., *Lepidostrobophyllum* sp., *Lepidostrobos* sp., *Sigillariaephyllum* sp., *Sigillariaestrobophyllum* sp., *Sigillariostrobos* sp., *Strobos* sp. i *Stigmara* spp. drzewiastych lepidofitów, oraz *Annularia* sp., *Asterophyllites* sp., *Myriophyllites* sp., *Palaeostachya* sp., *Pinnularia* sp., *Radicitis* sp. i *Sphenophyllostachys* sp. skrzypowców i klinolistów, a także *Cordaicarpus* sp. i *Cordaicarpus cordai* kordaitów, mają znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. Znaczenie stratygraficzne posiadają gatunki: *Bothrodendron minutifolium*, *Lepidodendron ophiurus*, *Lepidophloios larinus*, *Sigillaria* spp. (*S. elongata*, *S. rugosa*, *S. scutellata*, *S. vltzi*) i *Stigmara* spp. (*Stigmara ficoides*, *S. rugulosa*) drzewiastych lepidofitów, *Sphenophyllum* spp. (*Sphenophyllum cuneifolium* forma *amplum*, *S. cuneifolium* var. *saxifragaefolium*, *S. myriophyllum*, *S. trichomatosum*) klinolistów, oraz *Annularia* spp. (*A. pseudostellata*, *A. radiata*, *A. stellata*), *Myriophyllites gracilis* i *Stylocalamites* spp. (*S. cisti*, *S. suckowi*) skrzypowców, charakterystyczne dla zespołów serpuchowy, baszkirowy i moskoku. Niektóre gatunki sygilarii: *Sigillaria elongata* i *S. scutellata* są charakterystyczne dla moskoku i występują najczęściej w zespołach westfalu C. Gatunki roślin skrzypowych diagnostyczne dla wyższego baszkirowy i moskoku to: *Annularia stellata* i *Sphenophyllum myriophyllum*. Ważnymi wskaźnikami stratygraficznymi są rodzaje: *Aulacopteris*, *Eusphenopteris*, *Neuropteris* i *Paripteris* paproci nasiennych, oraz *Fortopteris* i *Pecopteris* paproci zarodnikowych, charakterystyczne dla zespołów baszkirowy i moskoku (namur wyższy B, C – westfal), a także niektóre gatunki: *Aulacopteris vulgaris*, *Neuropteris* spp. (*N. heterophylla*, *N. loshii*, *N. obliqua*, *N. rarinervis – attenuata*), *Paripteris linguaeifolia* i *Pecopteris* spp. (*P. (Asterotheca) miltoni*, ? *P. (Dactylothea) plumosa-dentata*), diagnostyczne dla wyższego baszkirowy i moskoku (w zakresie westfalu A–C). Najważniejszymi stratygraficznie są gatunki: *Eusphenopteris neuropteroides*, *Fortopteris latifolia* i *Lonchopteris silesiaca*, przewodnie dla westfalu C. Inne rodzaje i gatunki roślin paprociolistnych tej asocjacji jak: *Lyginodendron baeumleri*, *Sphenopteris* sp. i *Zeilleria* sp., to taksony o szerokim zasięgu stratygraficznym, charakterystyczne dla zespołów serpuchowy, baszkirowy i moskoku.

Na podstawie typowych i charakterystycznych taksonów roślin paprociolistnych i paprotników występujących

powszechnie w zespołach baszkiru oraz moskoku, wśród nich wielu gatunków diagnostycznych i przewodnich, oraz niektórych gatunków roślin skrzypowych i drzewiastych lepidofitów, reprezentatywnych dla wyższego baszkiru oraz moskoku, wiek zespołu flory na głęb. 432,40–953,90 m określono na wyższy moskow (w zakresie westfalu C).

### 3. Zespół flory niższego moskoku (westfal B)

Zespół flory niższego moskoku (westfal B) występuje na głęb. 953,90–1218,50 m (tab. 14). Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie: paprotników, roślin paprociolistnych, kordaitów i roślin nagonasiennych. Fragmenty pni i kory z poduszczkami liściowymi: *Bothrodendron minutifolium*, *Lepidodendron* spp., *Lepidophloios laricinus*, *Sigillaria* spp. i *Sublepidodendron lycopodioides*, podziemne kłącza i pędy *Stigmaria* spp. wraz z wyrostkami korzeniowymi typu *Appendices* sp., łodygi typu *Dictyoxylon*, liście i listki sporofitowe: *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarphyllum* sp. i *Sigillariaephyllum* sp. oraz liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców: *Calamites* sp., *C. (Diplocalamites) carinatus-ramosus* i *Stylocalamites* spp., ulistnienia typu *Annularia* spp. i *Asterophyllites* spp., kłącza i korzonki kalamitów typu *Pinnularia capillacea* i *P. columnaris*, a także łodygi i okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum*, świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Aulacopteris vulgaris*, *Cyclopteris orbicularis*, *Eusphenopteris* spp., *Linopteris neuropteroides*, *Lyginodendron baeumleri*, *Mariopteris* spp., *Neuropteris* spp., *Palmatopteris sturi*, *Paripteris schutzei* i *Sphenopteris* sp., oraz nasiona typu *Trigonocarpus* sp. paproci nasiennych. Paprocie zarodnikowe występują mniej licznie i są reprezentowane przez: *Corynepteris coralloides*, *Fortopteris andreana*, *Pecopteris (Asterotheca) miltoni* i *Urnatopteris tenella*. Liście *Cordaites principalis* i *Dorycordaites palmaeformis*, oraz nasiona *Cordaicarpus* sp. i *Cordaicarpus cordai* dowodzą obecności kordaitów. Jedynie w tym zespole stwierdzono wystąpienia liści roślin nagonasiennych – *Ginkgophytopsis delvali*.

W zespole niższego moskoku (westfal B), stwierdza się dominację paprotników względem roślin paprociolistnych. Nadal znamieną jest częstość występowania paprotników, a także zaznaczają się prawie równoważne proporcje ilościowe klinolistów i skrzypowców, które wraz z drzewiastymi lepidofitami tworzą asocjację dominującą. Rośliny paprociolistne są proporcjonalnie mniej licznie, lecz charakteryzują się szerokim spektrum taksonów występujących powszechnie w zespołach moskoku. Udział terestrycznych roślin szpilkowych w tej asocjacji jest znaczący. Stwierdzono kilkadziesiąt wystąpień skamieniałości kordaitów. Są to nagromadzenia liści oraz nasiona (tab. 14). Rodzaje generatywne: *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarphyllum* sp., *Lepidophyllum* sp., *Sigillariaephyllum* sp. i *Stigmaria* sp. drzewiastych lepidofitów, *Annularia* sp., *Asterophyllites* sp., *Pinnularia* sp. i *Sphenophyllum* sp.

skrzypowców i klinolistów, oraz *Cordaicarpus* sp., *C. cordai*, *Cordaites principalis* i *Dorycordaites palmaeformis* kordaitów, mają znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. W tym kontekście, istotnym komponentem asocjacji są także liście miłorzębów (*Ginkgopsida*), inicjujących wysoko rozwiniętą roślinność nagonasienną, charakterystyczną dla flory wyższego moskoku oraz kazimowu. Znaczenie stratygraficzne posiadają gatunki: *Bothrodendron minutifolium*, *Lepidodendron obovatum*, *Lepidophloios laricinus*, *Sigillaria (S. davreuxi, S. mamillaris, S. voltzi)* i *Stigmaria (S. ficoides, S. rugulosa)* drzewiastych lepidofitów, *Sphenophyllum (S. cuneifolium, S. cuneifolium var. saxifragaefolium)* klinolistów, oraz *Annularia radiata*, *Calamites (Diplocalamites) carinatus – ramosus* i *Stylocalamites (S. cisti, S. suckowi)* skrzypowców, charakterystyczne dla zespołów serpuchowu, baszkiru oraz moskoku. *Sigillaria mamillaris* i *S. voltzi* to gatunki diagnostyczne dla zespołów westfalu B, natomiast *Annularia stellata*, *Sigillaria davreuxi* i *Sphenophyllum myriophyllum*, to gatunki charakterystyczne dla wyższego baszkiru oraz moskoku (westfal A–D). Wskaźnikami stratygraficznymi są rodzaje: *Aulacopteris*, *Eusphenopteris*, *Neuropteris*, *Palmatopteris* i *Paripteris* paproci nasiennych, oraz *Fortopteris*, *Pecopteris* i *Urnatopteris* paproci zarodnikowych, charakterystyczne dla zespołów baszkiru oraz moskoku (namur wyższy B, C – westfal), a także niektóre gatunki: *Aulacopteris vulgaris*, *Eusphenopteris* spp. (*E. nummularia*, *E. obtusiloba*, *E. sauveurii*), *Neuropteris* spp. (*N. heterophylla*, *N. loshii*, *N. obliqua*, *N. tenuifolia*), *Palmatopteris sturi* i *Pecopteris (Asterotheca) miltoni*, diagnostyczne dla wyższego baszkiru oraz moskoku (w zakresie westfalu A–C). Najważniejszymi stratygraficznie są gatunki: *Eusphenopteris striata*, *Fortopteris andreana*, *Linopteris neuropteroides*, *Mariopteris sauveurii*, *Paripteris schutzei* i *Urnatopteris tenella*, przewodnie dla wyższego westfalu (B, C). Inne rodzaje i gatunki roślin paprociolistnych tej asocjacji jak: *Corynepteris coralloides*, *Lyginodendron baeumleri*, *Mariopteris* spp. (*M. muricata*, *M. odontophylla*) i *Sphenopteris* sp., to taksony o szerokim zasięgu stratygraficznym, charakterystyczne dla zespołów serpuchowu, baszkiru oraz moskoku.

Na podstawie typowych i charakterystycznych taksonów roślin paprociolistnych i paprotników występujących powszechnie w zespołach baszkiru oraz moskoku, wśród nich wielu gatunków diagnostycznych i przewodnich, oraz niektórych gatunków drzewiastych lepidofitów reprezentatywnych dla zespołów wyższego baszkiru, wiek zespołu flory na głęb. 953,90–1218,50 m określono na niższy moskow (w zakresie westfalu B).

### 4. Zespół flory wyższego baszkiru (westfal A)

Zespół flory wyższego baszkiru (westfal A) występuje na głęb. 1218,50–1432,60 m (tab. 14). Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie: paprotników, roślin paprociolistnych i kordaitów. Fragmenty pni i kory

z poduszczkami liściowymi *Bothrodendron minutifolium*, *Lepidodendron* spp., *Lepidophloios laricinus*, *Sigillaria* spp. i *Sublepidodendron lycopodioides*, podziemne kłącza i pędy *Stigmaria* spp., łodygi typu *Dictyoxylon*, liście i listki sporofilowe: *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarpophyllum* sp. i *Sigillariaephyllum* sp., liście asymilacyjne: *Lepidophyllum* sp. i *Lepidophyllum lanceolatum*, szyszki zarodniowe: *Bothrostrobus* sp., *Lepidostrobus* sp. i *Sigillariostrobus* sp., oraz kłosa zarodniowe *Lepidostrobofhyllum* sp., wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców: *Calamites* sp., *Calamites (Diplocalamites) carinatus-ramosus*, *Calamitina* sp., *Calamitina schutzei*, *Mesocalamites* sp., *Stylocalamites* spp., pędy podziemne *Calamites* sp., ulistnienia typu *Annularia* spp. i *Asterophyllites* spp., kłącza i korzonki kalamitów typu *Myriophyllites gracilis*, *Pinnularia capillacea* i *Radicites* sp., kłosa zarodniowe *Calamostachys* sp., *Palaeostachya* sp. i *P. elongata*, a także łodygi i okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum*, świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Alethopteris davreuxi*, *Aulacopteris* sp., *A. vulgaris*, *Eusphenopteris (E. artemisiaefolioides, E. hollandica, E. obtusiloba)*, *Karinopteris (K. acuta, K. daviesi, K. dersoncourtii, K. grandepinnata)*, *Linopteris neuropteroides*, *Lyginodendron* spp., *Mariopteris (M. cf. mosana, M. muricata, Mariopteris sp.)*, *Neuralethopteris schlehani*, *Neuropteris* spp., *Paripteris gigantea* i *Sphenopteris* sp., oraz nasiona typu *Trigonocarpus* sp. paproci nasiennych. Paprocie zarodnikowe występują mniej licznie i są reprezentowane przez: *Corynepteris (Corynepteris sp., C. angustissima, C. coralloides z owocnikami)*, *Pecopteris (Pecopteris aspera z aphlebią i łodygami, P. (Dactylothea) plumosa-dentata, P. volkmanni)* i *Renaultia (R. gracilis, R. schatzlarensis)*. Liście *Cordaites principalis* i *Dorycordaites palmaeformis*, oraz nasiona *Cordaicarpus* sp. i *Cordaicarpus cordai* dowodzą obecności kordaitów.

W zespole wyższego baszkirow (westfal A) stwierdza się dominację i znamioną częstość występowania paprotników względem roślin paprociolistnych. Zaznaczają się prawie równoważne proporcje ilościowe klinolistów i skrzypowców, które wraz z drzewiastymi lepidofitami tworzą asocjację dominującą. Rośliny paprociolistne są proporcjonalnie mniej licznie, lecz charakteryzują się szerokim spektrum taksonów występujących powszechnie w zespole moskoku. Udział terestrycznych roślin szpilkowych w tej asocjacji nie jest tak znaczący jak w zespole moskoku. Stwierdzono liczne wystąpienia liści, oraz kilka nasion kordaitów. Rodzaje generatywne paprotników mają znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. Jest to szerokie spektrum taksonów drzewiastych lepidofitów: *Bothrostrobus* sp., *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarpophyllum* sp., *Lepidophyllum lanceolatum*, *Lepidophyllum* sp., *Lepidostrobofhyllum* sp., *Lepidostrobus* sp., *Sigillariaephyllum* sp., *Sigillariostrobus* sp. i *Stigmaria* spp., skrzypowców i klinolistów: *Annularia* spp., *Asterophyllites* spp., *Calamostachys* sp., *Myriophyllites gracilis*, *Palaeostachya* sp., *P. elongata*, *Pinnularia capillacea*, *Radicites* sp., *Sphenophyllostachys*

sp. i *Sphenophyllum* spp., oraz kordaitów: *Cordaicarpus* sp., *C. cordai*, *Cordaites principalis* i *Dorycordaites palmaeformis*. Znaczenie stratygraficzne posiadają niektóre gatunki drzewiastych lepidofitów: *Bothrodendron minutifolium*, *Lepidodendron aculeatum*, *L. obovatum*, *Lepidophloios laricinus*, *Stigmaria ficoides* i *S. rugulosa*, a także klinolistów: *Sphenophyllum* spp. (*S. cuneifolium*, *S. cuneifolium* forma *amplum*, *S. cuneifolium* var. *saxifragaeifolium*, *S. laurenti*), oraz skrzypowców: *Annularia* spp. (*A. pseudostellata*, *A. radiata*, *A. ramosa*), *Asterophyllites* spp. (*A. charaeformis*, *A. cf. gothani*, *Asterophyllites longifolius*, *Asterophyllites cf. tener*), *Calamites (Diplocalamites) carinatus – ramosus*, *Myriophyllites gracilis* i *Stylocalamites* spp. (*S. cisti*, *S. suckowi*, *S. undulatus*), charakterystyczne dla zespołów serpuchowu, baszkirow oraz moskoku. Gatunki sygilarii: *Sigillaria rugosa*, *S. voltzi* i *S. cf. schlotheimiana* są charakterystyczne dla wyższego baszkirow i występują najczęściej w zespole westfal A.

Wskaźnikami stratygraficznymi są rodzaje: *Alethopteris*, *Aulacopteris*, *Eusphenopteris*, *Karinopteris*, *Linopteris*, *Mariopteris*, *Neuropteris* i *Paripteris* paproci nasiennych, oraz *Pecopteris* i *Renaultia* paproci zarodnikowych, charakterystyczne dla zespołów baszkirow oraz moskoku (namur wyższy B, C – westfal), a także niektóre gatunki: *Alethopteris davreuxi*, *Aulacopteris vulgaris*, *Eusphenopteris obtusiloba*, *Linopteris neuropteroides*, *Neuropteris* spp. (*N. heterophylla*, *N. obliqua*, *N. tenuifolia*), *Paripteris gigantea*, *Pecopteris (Dactylothea) plumosa-dentata* i *Renaultia schatzlarensis*, diagnostyczne dla wyższego baszkirow oraz moskoku (w zakresie westfal A–C). Najważniejszymi stratygraficznie są gatunki: *Karinopteris acuta*, *K. dersoncourtii* i *Lyginodendron hoeninghausii*, przewodnie dla westfal A. Inne rodzaje i gatunki roślin paprociolistnych tej asocjacji jak: *Corynepteris coralloides*, *Neuralethopteris schlehani*, *Lyginodendron baeumleri*, *Mariopteris muricata* i *Sphenopteris* sp., to taksony o szerokim zasięgu stratygraficznym, charakterystyczne dla zespołów serpuchowu, baszkirow oraz moskoku.

Na podstawie typowych i charakterystycznych taksonów roślin paprociolistnych występujących powszechnie w zespole baszkirow oraz moskoku, wśród nich wielu gatunków diagnostycznych i przewodnich, oraz gatunków sygilarii reprezentatywnych dla zespołów wyższego baszkirow, wiek zespołu flory na głęb. 1218,50–1432,60 m określono na wyższy baszkirow (w zakresie westfal A).

##### 5. Zespół flory wyższego serpuchowu (namur A)

Zespół flory wyższego serpuchowu (namur A, część górna), występuje na głęb. 1477,65–1551,10 m (tab. 14) i charakteryzuje się ubogim spektrum taksonów. Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie paprotników i roślin paprociolistnych. Fragmenty pni i kory z poduszczkami liściowymi *Lepidodendron volkmannianum*, podziemne kłącza i pędy *Stigmaria ficoides* i *S. stellata*, liście i listki sporofilowe: *Lepidocarpon* sp. i *Lepidocarpophyllum* sp., oraz liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., wskazują na

związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni i łodygi skrzypowców *Mesocalamites* spp., a także łodygi i okółki liściowe *Sphenophyllum tenerrimum* klinolistów, świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Aulacopteris vulgaris*, *Lyginodendron* spp. i *Rhedeopteridium* sp., oraz nasiona typu *Trigonocarpus* sp. paproci nasiennych. Skamieniałości pochodnych paproci zarodnikowych oraz kordaitów nie stwierdzono.

W zespole wyższego serpuchołu stwierdza się dominację paprotników względem roślin paprociolistnych. Zaznaczają się prawie równoważne proporcje ilościowe klinolistów i skrzypowców, które wraz z drzewiastymi lepidofitami tworzą asocjację dominującą. Znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym posiadają wszystkie rodzaje generatywne widłaków: *Lepidocarpon* sp., *Lepidocarpophyllum* i *Lepidophyllum* sp. Znaczenie stratygraficzne posiadają gatunki skrzypowców: *Mesocalamites* (*M. cistiiformis*, *M. haueri*, *M. ramifer*, *M. renieri*), charakterystyczne dla zespołów serpuchołu oraz baszki (w zakresie namur A–westfal A), a także drzewiastych lepidofitów: *Lepidodendron volkmanianum* i *Stigmara stellata*, przewodnie dla namuru A. Najważniejsze są gatunki wskaźnikowe, reprezentowane przez *Sphenophyllum tenerrimum* klinolistów. Udział roślin paprociolistnych w tej asocjacji jest znikomy, niemniej występują rodzaje charakterystyczne dla zespołów serpuchołu, takie jak: *Lyginodendron* i *Rhedeopteridium*, oraz gatunki przewodnie: *Lyginodendron* cf. *larischi* i *L. porubense*.

Na podstawie gatunków przewodnich paproci nasiennych i widłaków występujących powszechnie w zespołach serpuchołu, oraz obecności gatunku wskaźnikowego *Sphenophyllum tenerrimum* zespołów wyższego wizenu – serpuchołu, wiek zespołu flory na głęb. 1477,65–1551,10 m określono na wyższy serpuchoł (w zakresie górnej części namuru A).

#### 6. Zespół flory serpuchołu (namur A)

Zespół flory serpuchołu (namur A – nierozdzielony) występuje na głęb. 1551,10–1640,60 m (tab. 14) i analogiczne jak młodszy zespół wyższego serpuchołu, charakteryzuje się ubogim spektrum taksonów. Rodzaje i gatunki skamieniałości dokumentują występowanie paprotników i roślin paprociolistnych. Podziemne kłącza i pędy *Stigmara* spp., oraz łodygi typu *Dictyoxylon*, wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców: *Archeocalamites* cf. *lohesti*, *Mesocalamites* sp. i *Mesocalamites cistiiformis*, ulistnienia typu *Asterophyllites* spp., łodygi *Sphenophyllum* sp. i okółki liściowe *Sphenophyllum tenerrimum* klinolistów świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Aulacopteris vulgaris*, *Diplotmemea adiantoides*, *Lyginodendron bermudensisiformis* i *Lyginodendron stangeri* paproci nasiennych. Skamieniałości pochodnych paproci zarodnikowych oraz kordaitów nie stwierdzono.

W zespole serpuchołu stwierdza się dominację klinolistów i skrzypowców względem innych grup roślin. Szczątki drzewiastych lepidofitów są ubogie, a udział roślin pa-

prociolistnych jest znikomy. Rodzaje generatywne widłaków – *Stigmara* spp., oraz skrzypowców – *Asterophyllites* sp., mają jedynie znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. Szczególne znaczenie stratygraficzne posiadają nieliczne rodzaje paproci nasiennych – *Diplotmemea* i *Lyginodendron*, oraz skrzypowców – *Archeocalamites* i klinolistów – *Sphenophyllum*, charakterystyczne dla zespołów serpuchołu (namur A). Ważnymi wskaźnikami stratygraficznymi są gatunki: *Diplotmemea adiantoides* i *Lyginodendron stangeri*, przewodnie dla namuru A, oraz *Archeocalamites* cf. *lohesti* i *Sphenophyllum tenerrimum*, wskaźnikowe w zespołach wyższego wizenu – niższego serpuchołu. Ten odcinek profilu nie jest wystarczająco udokumentowany florystycznie, aby sprecyzować jego pozycję stratygraficzną. Stwierdzono mieszany typ asocjacji, w którym taksony paproci nasiennych powszechnie obecne w paleofitocenie serpuchołu, współwystępują z taksonami roślin skrzypowych, relikdami flory wizenu. Uwzględniając obecność gatunków przewodnich oraz wskaźnikowych, wiek zespołu flory na głęb. 1551,10–1640,60 m określono na serpuchoł (prawdopodobnie w zakresie dolnej części namuru A).

#### 7. Zespół flory niższego serpuchołu (namur A)

Zespół flory niższego serpuchołu (namur A, część dolna) występuje na głęb. 1640,60–2254,30 m (tab. 14) i wyróżnia się szerokim spektrum rodzajów i gatunków paproci nasiennych oraz paprotników. Skamieniałości pochodne paproci zarodnikowych reprezentuje jedynie rodzaj *Pectopteris*. Kordaitów nie stwierdzono. Fragmenty pni i kory z poduszczkami liściowymi: *Lepidodendron* spp. i *Sigillaria* sp., podziemne kłącza i pędy *Eleuterophyllum mirabile* i *Stigmara* spp., liście i listki sporofitowe *Lepidocarpon* sp. i *Lepidocarpophyllum* sp., liście asymilacyjne *Lepidophyllum* sp., kłosa zarodniowe *Lepidostrobophyllum* spp. i szyszki zarodniowe *Lepidostrobos* sp., wskazują na związek z drzewiastymi lepidofitami. Fragmenty pni skrzypowców: *Archeocalamites* spp., *Calamites* sp., *Dichophyllites* sp. i *Mesocalamites* spp., ulistnienia typu *Asterophyllites* sp., kłącza i korzonki kalamitów typu *Pinnularia capillacea* i *Radicites* sp., a także łodygi i okółki liściowe klinolistów *Sphenophyllum*, świadczą o obecności roślin skrzypowych. Rośliny paprociolistne to liście i listeczki: *Adiantites* sp., *Adiantites antiquus*, *Adianthopteridium* sp., *Archeopteridium tschermaki*, *Aulacopteris* sp., *Aulacopteris vulgaris*, *Cardiopteridium* sp., *Cardiopteridium waldenburgense*, *Diplotmemea (Heterangium)* spp., *Eusphenopteris* cf. *foliolata*, *Lyginodendron* spp., *Lyginopteris bartoneci*, *Rhedeopteridium* spp., *Sphenopteridium* spp., *Sphenopteris* sp. i *Sphenopteris* cf. *delmeri* paproci nasiennych, oraz *Pecopteris* cf. *aspera* paproci zarodnikowych, a także listki aflebiowe *Aphlebia* sp. i nasiona typu *Trigonocarpus* sp.

W zespole niższego serpuchołu stwierdza się dominację i zmienną częstość występowania paprotników, wśród których przeważają drzewiaste lepidofity względem klinolistów i skrzypowców. Rośliny paprociolistne są proporcjonalnie

mniej liczne, lecz charakteryzują się szerokim spektrum taksonów występujących powszechnie w zespołach serpuchowu. Rodzaje generatywne drzewiastych lepidofitów: *Lepidocarpum* sp., *Lepidocarpophyllum* sp., *Lepidophyllum* sp., *Lepidostrobophyllum* spp., *Lepidostrobos* sp. i *Stigmaria* spp., oraz skrzypowców i klinolistów: *Asterophyllites* sp., *Pinnularia capillacea*, *Radicites* sp. i *Sphenophyllum* spp. mają znaczenie diagnostyczne w aspekcie paleobotanicznym. Znaczenie stratygraficzne posiadają niektóre ich gatunki: *Eleuterophyllum mirabile* i *Stigmaria stellata*, przewodnie dla namuru A, oraz *Archeocalamites scrobiculatus* i *Sphenophyllum tenerrium*, wskaźnikowe w zespołach wyższego wizenu–niższego serpuchowu. Ważnymi wskaźnikami stratygraficznymi są paprocie nasienne rodzajów: *Diplotmemea*, *Lyginodendron* i *Rhodeopteridium*, powszechnie obecne w paleofitocenozie serpuchowu, oraz *Adiantites*, *Adiantopteridium*, *Archeopteridium*, *Cardiopteridium* i *Sphenopteridium*, reliktowe, typowe dla flory wyższego wizenu i niższego serpuchowu. Szczegółne

znaczenie stratygraficzne posiadają ich gatunki: *Adiantites antiquus*, *Archeopteridium tschermaki*, *Cardiopteridium waldenburgense*, *Diplotmemea* cf. *adiantoides*, *Lyginodendron dicksonioides*, *Lyginodendron fragile*, *Lyginopteris bartoneci*, *Rhodeopteridium moravicum*, *Sphenopteridium dissectum* i *Sphenopteridium silesiacum*, przewodnie w zespołach wyższego wizenu – niższego serpuchowu. Paprocie zarodnikowe reprezentuje gatunek *Pecopteris* cf. *aspera*, charakterystyczny dla zespołów serpuchowu oraz baszkiru. Analogicznie jak w wyższej części profilu, stwierdzono mieszany typ asocjacji flory, w którym nieliczne rodzaje paproci nasiennych powszechnie obecne w paleofitocenozie serpuchowu, współwystępują z niektórymi taksonami roślin skrzypowych oraz paprociolistnych, relikdami flory wizenu. Uwzględniając obecność gatunków przewodnich oraz wskaźnikowych, wiek zespołu flory na głęb. 1640,60–2254,30 m określono na niższy serpuchow (w zakresie dolnej części namuru A).

**Aleksandra TRZEPIERCZYŃSKA, Halina KMIECIK**

#### PALINOSTRATYGRAFIA KARBONU NA PODSTAWIE MIOSPOR

Badania zarodników roślin – mikrospor i ziaren pyłku w kontekście stratygrafii osadów karbonu w profilu otworu Chełmek IG 1 wykonano w latach 80. minionego wieku (Kmiecik, 1988). Badaniom poddano próby z pokładów węgla, łupków węglowych oraz łożysk węglistych na głęb. 109,40–2048,00 m. Zastosowano standardową metodę maceracji chemicznej Schulza (96% HNO<sub>3</sub>) w celu wypreparowania sporomorf. Materia organiczna pozyskana z reziduum maceralnego była przedmiotem analiz miosporowych, które wykonano metodą planimetryczną pod mikroskopem biologicznym. Stwierdzono obfitość bardzo dobrze zachowanych zarodników. W wyniku interpretacji taksonomicznej, oznaczono rodzaje i gatunki mikrospor i ziaren pyłku w odniesieniu do systemów klasyfikacji (Potonie, Kremp, 1954; Potonie, Kremp, 1955–1956; Smith, Butterworth, 1967; Higgs i in., 1988) (tab. 15). Obliczono ich procentowy udział w poszczególnych próbach oraz określono względną frekwencję w profilu. Na podstawie zintegrowanych danych, również statystycznych, przedstawiono wówczas szczegółową charakterystykę opisową zespołów miospor oraz ich zmienność w czasie (dolny namur A–westfal D) (Kmiecik, 1988). Jednakże, wyniki badań miosporowych utworów morskich, paralicznych i lądowych karbonu z całego obszaru GZW, wykazały zasadność ustanowienia lokalnej palinostatygrafii. Uwzględniając zasięgi taksonów diagnostycznych (indeksowych, przewodnich i charakterystycznych), oraz poziomy rozkwitu lub współwystępowania taksonów (Zasady polskiej klasyfikacji terminologii i nomenklatury stratygraficznej, 1975), zdefiniowano lokalne, formalne zony miosporowe, które skorelowano ze standardową biozonacją karbonu Europy Zachodniej (Clayton i in., 1977; Kmiecik, 1995a, 1995b, 2001). Wiek biozon określono w odniesieniu do podziału chronostratygraficznego karbonu Europy Za-

chodniej (Owens i in., 1976, 1990; Clayton i in., *op. cit.*; Varner i in., 1990) (fig. 12). W następstwie tego, aktualną charakterystykę zespołów miospor z osadów karbonu w profilu Chełmek IG 1 przedstawiono już w kontekście palinostatygraficznym, korelując wyniki analiz archiwalnych (Kmiecik 1988, 1995b) z biozonacjami (Clayton i in., *op. cit.*; Kmiecik, 1995a, 2001, Owens i in., 2004). W kontekście wieku, uwzględniono także aktualną terminologię chronostratygraficzną (Gradstein i in., 2012) (fig. 12; tab. 16, 17).

#### Palinostatygrafia

W otworze Chełmek IG 1 w osadach karbonu na głęb. 109,40–2048,00 m stwierdzono zespoły miospor reprezentatywne dla standardowych biozon: górnej części *obscura-thiesseni* (OT) westfalu D (moskow), *securis-laevigata* (SL) westfalu C (moskow), części biozony *nobilis-junior* (NJ) westfalu B (moskow), *Radiizonates aligerens* (RA) i *saturni-sinani* (SS) westfalu A (baszkir), *triangulus-knoxii* (TK), oraz górnej części *nitidus-carnosus* (NC) dolnego namuru A (serpuchow) (Clayton i in., *op. cit.*). W korelacji z lokalną biozonacją GZW ich ekwiwalentami są odpowiednio: górna część *Thymospora obscura* (To) (westfal D), górna część *Torisporea securis-laevigata* (Tsl) (westfal C), *Endosporites globiformis* (Eg) i *Vestispora magna* (Vm) (westfal B), *Radiizonates aligerens* (Ra) i *Raistrickia fulva* (Rf) (westfal A), dolna część *Tripartites ianthina* (Ti), *Pseudoanulatisporites polonicus* (Pp) oraz *Bellisporites nitidus* (Bn) (namur A, część dolna) (Kmiecik, *op. cit.*) (fig. 12).

**Zespół miospor na głęb. 109,40–393,25 m** charakteryzuje się dominacją taksonów przewodnich grupy Monoletes, reprezentowanych najliczniej przez: *Punctatosporites*

Tabela 15

**Rodzaje i gatunki miospor karbonu**  
Genera and species of the Carboniferous miospores

| Lp. | Rodzaje i gatunki miospor karbonu<br>Genera and species of the Carboniferous miospores          |
|-----|---|
| 1.  | <i>Alatisporites hexalatus</i> Kosanke  |
| 2.  | <i>Alatisporites pustulatus</i> Ibrahim   |
| 3.  | <i>Bellisporites nitidus</i> (Horst) Sullivan   |
| 4.  | <i>Chaetosphaerites pollenisimilis</i> (Horst) Butterworth et Williams                          |
| 5.  | <i>Chaetosphaerites variabilis</i> Dybova et Jachowicz  |
| 6.  | <i>Cingulizonates lorincatus</i> (Loose) Butterworth et Smith                                   |
| 7.  | <i>Cirratiradites saturni</i> (Ibrahim) Schopf, Wilson, Bentall                                 |
| 8.  | <i>Crassispora kosankei</i> (Potonie et Kremp) Smith et Butterworth                             |
| 9.  | <i>Cristatisporites indignabundus</i> (Loose) Staplin et Jansonius                              |
| 10. | <i>Cristatisporites solaris</i> (Balme) Butterworth et Smith                                    |
| 11. | <i>Diatomozonotriletes saetosus</i> (Hacquebard et Barss) Hughes et Playford                    |
| 12. | <i>Diatomozonotriletes ubertus</i> (Ischenko) Jachowicz   |
| 13. | <i>Dictyotriletes bireticulatus</i> (Ibrahim) Smith et Butterworth                              |
| 14. | <i>Dictyotriletes muricatus</i> (Kosanke) Smith et Butterworth                                  |
| 15. | <i>Discernisporites micromanifestus</i> (Hacquebard) Sabry et Neves                             |
| 16. | <i>Endosporites globiformis</i> (Ibrahim) Schopf, Wilson, Bentall                               |
| 17. | <i>Endosporites formosus</i> Kosanke  |
| 18. | <i>Endosporites ornatus</i> Wilson et Coe   |
| 19. | <i>Endosporites zonalis</i> Wilson et Coe   |
| 20. | <i>Florinites junior</i> Potonie et Kremp   |
| 21. | <i>Florinites mediapudens</i> (Loose) Potonie et Kremp  |
| 22. | <i>Florinites pumicosus</i> (Ibrahim) Schopf, Wilson, Bentall                                   |
| 23. | <i>Florinites similis</i> Kosanke   |
| 24. | <i>Florinites triletus</i> Kosanke  |
| 25. | <i>Grumosporites varioreticulatus</i> (Neves) Smith et Butterworth                              |
| 26. | <i>Laevigatosporites perminutus</i> Alpern  |
| 27. | <i>Lycospora noctuina</i> Butterworth et Williams   |
| 28. | <i>Microreticulatisporites nobilis</i> (Wicher) Knox  |
| 29. | <i>Microreticulatisporites sulcatus</i> (Wilson et Kosanke) Smith et Butterworth                |
| 30. | <i>Murospora intorta</i> (Waltz) Playford   |
| 31. | <i>Protodisaccites plicatus</i> (Butterworth et Williams) Dybova-Jachowiczowa                   |
| 32. | <i>Pseudoanulatisporites polonicus</i> Karczewska   |
| 33. | <i>Pseudoanulatisporites polonicus</i> Karczewska var. <i>torisporoides</i> Dybova et Jachowicz |
| 34. | <i>Punctatosporites granifer</i> (Potonie et Kremp) Alpern et Doubinger                         |
| 35. | <i>Punctatosporites oculus</i> Smith et Butterworth   |
| 36. | <i>Radiizonates aligerens</i> (Knox) Staplin et Jansonius                                       |
| 37. | <i>Radiizonates difformis</i> (Kosanke) Staplin et Jansonius                                    |
| 38. | <i>Radiizonates tenuis</i> (Loose) Smith et Butterworth   |
| 39. | <i>Raistrickia fulva</i> Artüz  |
| 40. | <i>Reinschospora speciosa</i> (Loose) Schopf, Wilson, Bentall                                   |
| 41. | <i>Reinschospora triangularis</i> Kosanke   |
| 42. | <i>Remysporites magnificus</i> (Horst) Butterworth et Williams                                  |
| 43. | <i>Reticulatisporites carnosus</i> (Knox) Neves   |
| 44. | <i>Reticulatisporites polygonalis</i> (Ibrahim) Smith et Butterworth                            |

Tabela 15 cd.

|     |   |
|-----|---|
| 45. | <i>Reticulatisporites reticulatus</i> (Ibrahim) Ibrahim                                   |
| 46. | <i>Rotaspora fracta</i> (Schemel) Smith et Butterworth                                    |
| 47. | <i>Rotaspora knoxi</i> Butterworth et Williams  |
| 48. | <i>Savitrissporites nux</i> (Butterworth et Williams) Smith et Butterworth                |
| 49. | <i>Schulzospora elongata</i> Hoffmeister, Staplin, Malloy                                 |
| 50. | <i>Schulzospora ocellata</i> (Horst) Potonie et Kremp                                     |
| 51. | <i>Schulzospora primigenia</i> Dybova et Jachowicz  |
| 52. | <i>Schulzospora primigenia</i> Dybova et Jachowicz f. <i>elongata</i> Dybova et Jachowicz |
| 53. | <i>Schulzospora rara</i> Kosanke  |
| 54. | <i>Sinuspores sinuatus</i> (Artüz) Ravn   |
| 55. | <i>Speciososporites bilateralis</i> (Loose) Potonie et Kremp                              |
| 56. | <i>Speciososporites triletoides</i> Alpern  |
| 57. | <i>Spencerisporites radiatus</i> (Ibrahim) Felix et Parks                                 |
| 58. | <i>Spinospores spinosus</i> Alpern  |
| 59. | <i>Stenozonotriletes stenozonalis</i> (Waltz) Ischenko                                    |
| 60. | <i>Torispora laevigata</i> Bharadwaj  |
| 61. | <i>Torispora securis</i> (Balme) Alpern, Doubinger, Horst                                 |
| 62. | <i>Tricidarissporites fasciculatus</i> (Love) Sullivan et Marshall                        |
| 63. | <i>Tricidarissporites serratus</i> (Playford) Sullivan et Marshall                        |
| 64. | <i>Tripartites aductus</i> (Ischenko) Jachowicz   |
| 65. | <i>Tripartites annosus</i> (Ischenko) Jachowicz   |
| 66. | <i>Tripartites ianthina</i> Butterworth et Williams                                       |
| 67. | <i>Tripartites nonguerickei</i> (Horst) Potonie et Kremp                                  |
| 68. | <i>Tripartites rugosus</i> (Horst) Dybova et Jachowicz                                    |
| 69. | <i>Tripartites vetustus</i> Schemel   |
| 70. | <i>Tripartites tectus</i> Jachowicz   |
| 71. | <i>Triquitrites additus</i> Wilson et Hoffmeister   |
| 72. | <i>Triquitrites batilatus</i> Hughes et Playford  |
| 73. | <i>Triquitrites bransoni</i> Wilson et Hoffmeister  |
| 74. | <i>Triquitrites crassus</i> Kosanke   |
| 75. | <i>Triquitrites discoideus</i> Kosanke  |
| 76. | <i>Triquitrites exiguus</i> Wilson et Kosanke   |
| 77. | <i>Triquitrites protensus</i> Kosanke   |
| 78. | <i>Triquitrites sculptilis</i> (Balme) Smith et Butterworth                               |
| 79. | <i>Triquitrites spinosus</i> Kosanke  |
| 80. | <i>Triquitrites verrucosus</i> Alpern   |
| 81. | <i>Triquitrites trivalvis</i> (Waltz) Potonie et Kremp                                    |
| 82. | <i>Vestispora costata</i> (Balme) Spode ex Smith et Butterworth                           |
| 83. | <i>Vestispora fenestrata</i> (Kosanke et Brokaw) Spode ex Smith et Butterworth            |
| 84. | <i>Vestispora magna</i> (Butterworth et Williams) Spode ex Smith et Butterworth           |
| 85. | <i>Vestispora profunda</i> Wilson et Hoffmeister  |
| 86. | <i>Vestispora pseudoreticulata</i> Spode ex Smith et Butterworth                          |
| 87. | <i>Vestispora qaesita</i> Wilson et Venkatachala  |
| 88. | <i>Vestispora tortuosa</i> (Balme) Spode ex Smith et Butterworth                          |
| 89. | <i>Vestispora velensis</i> (Bharadwaj) Wilson et Venkatachala                             |
| 90. | <i>Thymospora obscura</i> (Kosanke) Wilson et Venkatachala                                |
| 91. | <i>Thymospora thiesseni</i> (Kosanke) Wilson et Venkatachala                              |

| Stratygrafia globalna<br>Global stratigraphy<br>(Gradstein i in., 2012) | Chronostratygrafia<br>(Europa Zachodnia)<br>Chronostratigraphy<br>(West Europe) |    |                                  |                                |                        | Palinostratygrafia<br>Palynostratigraphy |                        |  |                  |    |    |
|---|---|----|----------------------------------|--------------------------------|------------------------|--|------------------------|--|------------------|----|----|
|   |   |    |                                  |                                |                        | Europa Zachodnia<br>West Europe          |                        | GZW<br>USCB<br>(Kmieciak,<br>1995, 2001) |                  |    |    |
|   |   |    |                                  |                                |                        | (Clayton<br>i in., 1977)                 | (Owens<br>i in., 2004) |  |                  |    |    |
| KAZIMOW   | STEFAN  | A  |                                  |                                | <i>Prolifera</i>       | Barruelian                               | ST                     | ST                                       |                  |    |    |
|   |   |    |                                  |                                |                        | Cantabrian                               |                        |  |                  |    |    |
| MOSKOW  | WESTFAL   | D  | p.f. Agir                        | p.f. Katarzyna<br>(Clay Cross) | <i>Tenuis</i>          | (no formal name)                         | OT                     | OT                                       | To               |    |    |
|   |   | C  |                                  |                                | <i>Phillipsii</i>      | Bolsovian                                | SL                     | SL                                       |                  |    |    |
|   |   |    |                                  |                                | <i>Similis Pulchra</i> |  |                        |  | Tsl              |    |    |
|   |   | B  |                                  |                                | <i>Modiolaris</i>      | Duckmantian                              | NJ                     | NJ                                       | Vm               |    |    |
| BASZKIR   | NAMUR   | A  | p.f. Gastrioceras<br>subcrenatum |                                | <i>Communis</i>        | Langsettian                              | RA                     | RA                                       | Ra $\frac{g}{d}$ |    |    |
|   |   |    |                                  |                                |                        |  | SS                     | SS                                       | Rf               |    |    |
|   |   | C  |                                  |                                | <i>Lenisulcata</i>     | Yeadonian                                | FR                     | FR                                       | Gv               |    |    |
|   |   | B  |                                  |                                | R                      | R2                                       | Marsdenian             | KV                                       | KV               | Dv |    |
| R1  | Kinderscoutian  |    | Ck                               |                                |                        |  |                        |  |                  |    |    |
| SERPUCHOW   | A   |    |                                  |                                | H                      | H2                                       | Alportian              | SO                                       | SR               |    |    |
|   |   |    |                                  |                                |                        | H1                                       | Chokierian             |  | SV               |    |    |
|   |   |    |                                  |                                | E                      | c  | E2                     | Arnsbergian                              | TK               | TK | Rk |
|   |   |    |                                  |                                |                        |  |                        |  |                  |    | b  |
|   | a   | E1 | Pendleian                        | NC                             | CN                     | Vm                                       |                        |  |                  |    |    |
| WIZEN   | WIZEN   | V3 | V3c                              | Go                             | P                      | P2                                       | Brigantian             | VF                                       | VF               | Bn |    |
|   |   |    |                                  | $\beta$                        |                        | P1                                       |                        |  |                  | Ma |    |

Fig. 12. Porównanie zonacji miosporowych karbonu Europy Zachodniej i GZW

Comparison of the Carboniferous palynozonation schemes between West Europe and the USCB

(*P. granifer*, *P. oculus*), *Torispora* (*T. securis*, *T. laevigata*), *Thymospora* (*T. obscura*, *T. thiesseni*), *Laevigatosporites perminutus* i *Latosporites*. Mniej liczne są: *Spinospores* *spinosus* i *Speciososporites* (*S. triletoides*, *S. bilateralis*). Stwierdzono także liczne miospory innych taksonów przewodnich: *Triquitrites* (*T. protensus*, *T. bransoni*, *T. discoideus*, *T. additus*, *T. spinosus*, *T. crassus*, *T. exiguus*, *T. verrucosus*, *T. sculptilis*), *Vestispora* (*V. profunda*, *V. fenestrata*, *V. velensis*, *V. quaesita*), *Microreticulatisporites sulcatus* i *Endosporites formosus*. Miospory rodzajów charakterystycznych dla starszych biozon namuru i westfalii (baszkir-moskow) jak: *Raistrickia*, *Crassispora*, *Cirratriradites*, *Apiculatisporis*, *Knoxisporites*, *Cristatisporites*, *Camptotriletes*, *Converrucosisporites*, *Cyclobaculisporites* i *Mooreisporites* są nieliczne. Znacząco występują jedynie gatunki: *Crassispora kosankei* i *Cirratriradites saturni*, a sporadycznie: *Endosporites* (*E. ornatus*, *E. zonalis*), *Microreticulatisporites nobilis*, *Alatisporites hexalatus*, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Triquitrites sculptilis*, *Florinites pumicosus*, *Wilsonites*, *Westphalensisporites* i *Schopfipollenites*. Taksony długowieczne: *Cyclogranisporites*, *Granulatisporites*, *Punctatisporites*, *Acanthotriletes*, *Leiotriletes*, *Verrucosisporites*, *Dictyotriletes*, *Lophotriletes* występują regularnie, ale frekwencja sporomorf jest niska. Wyjątek stanowią: *Lycospora*, *Calamospora* i *Densosporites*, powszechne w zespołach karbonu od górnego wizeniu do westfalii D (moskow). Na podstawie analizy taksonomicznej, oraz poziomu rozkwitu miospor *Monoletes* stwierdza się, że jest to zespół reprezentatywny dla górnego westfalii. Obecność gatunków wskaźnikowych: *Thymospora obscura* i *Thymospora thiesseni* identyfikuje zespół biozony *obscura-thiesseni* (OT) górnego westfalii C oraz westfalii D (moskow). Uwzględniając wszystkie przesłanki palinologiczne należy uznać, że w osadach karbonu na głęb. 109,40–393,25 m występuje zespół miospor prawdopodobnie górnej części biozony *obscura – thiesseni* (OT), faunistycznie udokumentowanego westfalii D w zakresie górnej części zony *tenuis* – (?) dolnej części *prolifera* (Clayton i in., *op. cit.*). W korelacji z lokalną biozonacją GZW jej odpowiednikiem jest górna część biozony *Thymospora obscura* (To) (Kmieciak, 1995, 1995a) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Zespół miospor na głęb. 454,20–932,10 m** w aspekcie taksonomicznym jest kontynuacją szerokiego spektrum rodzajów i gatunków obecnych w starszym zespole westfalii B. Charakteryzuje się znaczącym udziałem taksonów diagnostycznych jak również długowiecznych. Dominują miospory *Densosporites* spp. i *Lycospora* spp., powszechne w zespołach karbonu od górnego wizeniu do westfalii D (moskow). Licznie są także inne taksony długowieczne: *Savitrissporites*, *Acanthotriletes*, *Anapiculatisporites*, *Granulatisporites*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Laevigatosporites*, *Leiotriletes*, *Verrucosisporites*, *Lophotriletes*, *Cyclogranisporites* i *Reticulatisporites*. Nie stwierdzono już *Bellisporites nitidus* i *Schulzospora* spp. Sporadycznie występują: *Reticulatisporites polygonalis*, *Sinusporites sinuatus*, *Murospora intorta*, *Ahrensissporites*, *Knoxisporites*, *Convolutispora*, *Stenozonotriletes* i *Mooreisporites*. Analogicznie jak w starszym zespole, znaczenie stratygraficzne

posiadają taksony diagnostyczne dla biozon górnego namuru (B, C)–dolnego westfalii (A, B) (baszkir–niższy moskow), reprezentowane przez rodzaje charakterystyczne: *Apiculatisporis*, *Camptotriletes*, *Converrucosisporites*, *Latosporites*, *Cyclobaculisporites*, *Westphalensisporites*, *Microreticulatisporites*, *Raistrickia*, *Grumosisporites*, *Triquitrites*, *Schopfipollenites*, *Wilsonites*, *Pityosporites*, oraz gatunki przewodnie: *Cirratriradites saturni*, *Triquitrites* (*T. sculptilis*, *T. protensus*, *T. bransoni*), *Cristatisporites indignabundus*, *Crassispora kosankei*, *Grumosisporites varioreticulatus*, *Reinschospora triangularis*, *Microreticulatisporites* (*M. nobilis*, *M. sulcatus*), *Dictyotriletes* (*D. muricatus*, *D. bireticulatus*), *Alatisporites* (*A. pustulatus*, *A. hexalatus*), *Vestispora* (*V. pseudoreticulata*, *V. tortuosa*, *V. costata*), *Florinites* (*F. similis*, *F. pumicosus*, *F. triletus*, *F. junior*, *F. mediapudens*), *Endosporites* (*E. zonalis*, *E. globiformis*, *E. ornatus*). Pojawiają się także gatunki przewodnie dla młodszych biozon górnego westfalii (C, D): *Cristatisporites solaris*, *Punctatosporites granifer* i *Vestispora fenestrata*, oraz wskaźnikowe: *Torispora securis* i *Torispora laevigata*. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się dominację rodzajów i gatunków diagnostycznych dla zespołów górnego westfalii A oraz westfalii B. Świadczy o tym znaczący udział wielu gatunków *Vestispora* spp., *Endosporites* spp. i *Florinites* spp., oraz innych przewodnich: *Cirratriradites saturni*, *Dictyotriletes bireticulatus* i *Crassispora kosankei*. Jednocześnie, występowanie *Westphalensisporites*, *Pityosporites*, *Vestispora fenestrata*, licznych *Monoletes* z gatunku *Punctatosporites granifer*, oraz brak *Bellisporites nitidus* i *Schulzospora* spp. inicjuje cechy młodszego zespołu westfalii. Wskazuje na to również obecność gatunków wskaźnikowych: *Torispora securis* i *Torispora laevigata* biozony *securis-laevigata* (SL) westfalii C (moskow). Uwzględniając wszystkie przesłanki palinologiczne należy uznać, że w osadach karbonu na głęb. 454,20–932,10 m występuje zespół miospor biozony *securis-laevigata* (SL), faunistycznie udokumentowanego westfalii C w zakresie górnej części zony *similis-pulchra*, powyżej poziomu faunistycznego Ägir oraz dolnej części zony *phillipsi* piętra Bolsovian (Clayton i in., *op. cit.*). W korelacji z lokalną biozonacją GZW jej odpowiednikiem jest górna część biozony *Torispora securis-laevigata* (Tsl) (Kmieciak, 1995, 1995a) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Zespół miospor na głęb. 951,90–1216,50 m** w aspekcie taksonomicznym jest kontynuacją szerokiego spektrum rodzajów i gatunków obecnych w starszym zespole westfalii A. Dominują nadal *Lycospora* spp. i *Densosporites* spp., powszechne w zespołach karbonu od górnego wizeniu do westfalii D (moskow). Regularnie i licznie występują także inne taksony długowieczne: *Anapiculatisporites*, *Acanthotriletes*, *Granulatisporites*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Laevigatosporites*, *Leiotriletes*, *Verrucosisporites*, *Lophotriletes*, *Cyclogranisporites*, *Grumosisporites*, *Ahrensissporites*, *Reticulatisporites*, *Raistrickia*, *Dictyotriletes*, *Cingulizonates loricatus*, *Reticulatisporites* (*R. polygonalis*, *R. reticulatus*), *Raistrickia fulva* i *Savitrissporites nux*. Niektóre inne taksony jak: *Bellisporites nitidus*, *Schulzospora*

Tabela 16

## Występowanie i zasięgi stratygraficzne gatunków miospor

## Stratigraphic distribution of miospore species

| Stratygrafia<br>Stratigraphy                                      |   | Karbon górny<br>Upper Carboniferous |                           |                           |                           |                           |               |               |
|---|---|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
|   |   | dolny namur A<br>Lower Namurian A   | westfal A<br>Westfalian A | westfal B<br>Westfalian B | westfal C<br>Westfalian C | westfal D<br>Westfalian D |               |               |
| Palinostratygrafia<br>Palynostratigraphy<br>(Clayton i in., 1977) |   | NC                                  | TK                        | SS/RA                     | NJ                        | SL                        | OT            |               |
| gatunki<br>species  |   | głębokość<br>depth<br>[m]           | 1646,60–2048,00           | 1459,10–1508,40           | 1271,50–1434,45           | 951,90–1216,50            | 454,20–932,10 | 109,40–393,25 |
|   |   | 1                                   | 2                         | 3                         | 4                         | 5                         | 6             | 7             |
| 1.  | <i>Chaetosphaerites variabilis</i>                        | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 2.  | <i>Diatomozonotriletes saetosus</i>                       | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 3.  | <i>Diatomozonotriletes ubertus</i>                        | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 4.  | <i>Discernisporites micromanifestus</i>                   | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 5.  | <i>Protodisaccites plicatus</i>                           | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 6.  | <i>Pseudoanulatisporites polonicus</i>                    | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 7.  | <i>Pseudoanulatisporites polonicus var. torisporoides</i> | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 8.  | <i>Reticulatisporites carnosus</i>                        | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 9.  | <i>Rotaspora fracta</i>                                   | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 10.   | <i>Rotaspora knoxi</i>                                    | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 11.   | <i>Schulzospora primigenia</i>                            | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 12.   | <i>Schulzospora primigenia f. elongata</i>                | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 13.   | <i>Stenozonotriletes stenozonalis</i>                     | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 14.   | <i>Tricidarisporites fasciculatus</i>                     | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 15.   | <i>Tripartites aductus</i>                                | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 16.   | <i>Tripartites ianthina</i>                               | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 17.   | <i>Tripartites nonguerickei</i>                           | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 18.   | <i>Tripartites rugosus</i>                                | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 19.   | <i>Tripartites vetustus</i>                               | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 20.   | <i>Tripartites tectus</i>                                 | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 21.   | <i>Triquitrites batilatus</i>                             | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 22.   | <i>Triquitrites trivalvis</i>                             | x                                   |                           |                           |                           |                           |               |               |
| 23.   | <i>Chaetosphaerites pollenisimilis</i>                    | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 24.   | <i>Remysporites magnificus</i>                            | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 25.   | <i>Schulzospora elongata</i>                              | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 26.   | <i>Schulzospora ocellata</i>                              | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 27.   | <i>Tricidarisporites serratus</i>                         | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 28.   | <i>Tripartites annosus</i>                                | x                                   | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 29.   | <i>Bellisporites nitidus</i>                              | x                                   | x                         | x                         | x                         |                           |               |               |
| 30.   | <i>Schulzospora rara</i>                                  | x                                   | x                         | x                         | x                         |                           |               |               |
| 31.   | <i>Murospora intorta</i>                                  | x                                   |                           | x                         |                           | x                         |               |               |
| 32.   | <i>Sinusporites sinuatus</i>                              | x                                   | x                         | x                         | x                         | x                         |               |               |
| 33.   | <i>Crassispora kosankei</i>                               | x                                   | x                         | x                         | x                         | x                         | x             |               |
| 34.   | <i>Lycospora noctuina</i>                                 |                                     | x                         |                           |                           |                           |               |               |
| 35.   | <i>Radiizonates difformis</i>                             |                                     | x                         | x                         |                           |                           |               |               |
| 36.   | <i>Cingulizonates loricatus</i>                           |                                     | x                         | x                         | x                         |                           |               |               |
| 37.   | <i>Cirratiradites saturni</i>                             |                                     | x                         | x                         | x                         | x                         | x             |               |

Tabela 16 cd.

|     | 1                                       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 38. | <i>Radiizonates tenuis</i>              |   |   | x |   |   |   |
| 39. | <i>Spencerisporites radiatus</i>        |   |   | x |   |   |   |
| 40. | <i>Alatisporites pustulatus</i>         |   |   | x | x |   |   |
| 41. | <i>Radiizonates aligerens</i>           |   |   | x | x |   |   |
| 42. | <i>Raistrickia fulva</i>                |   |   | x | x |   |   |
| 43. | <i>Reinschospora speciosa</i>           |   |   | x | x |   |   |
| 44. | <i>Savitrисporites nux</i>              |   |   | x | x |   |   |
| 45. | <i>Grumosisorites varioreticulatus</i>  |   |   | x |   | x |   |
| 46. | <i>Dictyotriletes muricatus</i>         |   |   | x |   | x |   |
| 47. | <i>Reinschospora triangularis</i>       |   |   | x |   | x |   |
| 48. | <i>Endosporites globiformis</i>         |   |   | x | x | x |   |
| 49. | <i>Florinites junior</i>                |   |   | x | x | x |   |
| 50. | <i>Florinites mediapudens</i>           |   |   | x | x | x |   |
| 51. | <i>Florinites similis</i>               |   |   | x | x | x |   |
| 52. | <i>Florinites triletus</i>              |   |   | x | x | x |   |
| 53. | <i>Cristatisporites indignabundus</i>   |   |   | x | x | x |   |
| 54. | <i>Reticulatisporites polygonalis</i>   |   |   | x | x | x |   |
| 55. | <i>Reticulatisporites reticulatus</i>   |   |   | x | x | x |   |
| 56. | <i>Vestispora pseudoreticulata</i>      |   |   | x | x | x |   |
| 57. | <i>Microreticulatisporites sulcatus</i> |   |   | x |   | x | x |
| 58. | <i>Triquitrites protensus</i>           |   |   | x |   | x | x |
| 59. | <i>Dictyotriletes bireticulatus</i>     |   |   | x | x | x | x |
| 60. | <i>Endosporites ornatus</i>             |   |   | x | x | x | x |
| 61. | <i>Endosporites zonalis</i>             |   |   | x | x | x | x |
| 62. | <i>Florinites pumicosus</i>             |   |   | x | x | x | x |
| 63. | <i>Triquitrites sculptilis</i>          |   |   | x | x | x | x |
| 64. | <i>Vestispora magna</i>                 |   |   |   | x |   |   |
| 65. | <i>Vestispora costata</i>               |   |   |   | x | x |   |
| 66. | <i>Vestispora tortuosa</i>              |   |   |   | x | x |   |
| 67. | <i>Alatisporites hexalatus</i>          |   |   |   | x | x | x |
| 68. | <i>Triquitrites bransoni</i>            |   |   |   | x | x | x |
| 69. | <i>Microreticulatisporites nobilis</i>  |   |   |   | x | x | x |
| 70. | <i>Cristatisporites solaris</i>         |   |   |   |   | x |   |
| 71. | <i>Torispora laevigata</i>              |   |   |   |   | x |   |
| 72. | <i>Torispora securis</i>                |   |   |   |   | x |   |
| 73. | <i>Punctatosporites granifer</i>        |   |   |   |   | x | x |
| 74. | <i>Vestispora fenestrata</i>            |   |   |   |   | x | x |
| 75. | <i>Endosporites formosus</i>            |   |   |   |   |   | x |
| 76. | <i>Laevigatosporites perminutus</i>     |   |   |   |   |   | x |
| 77. | <i>Punctatosporites oculus</i>          |   |   |   |   |   | x |
| 78. | <i>Speciososporites bilateralis</i>     |   |   |   |   |   | x |
| 79. | <i>Speciososporites triletoides</i>     |   |   |   |   |   | x |
| 80. | <i>Spinoporites spinosus</i>            |   |   |   |   |   | x |
| 81. | <i>Triquitrites additus</i>             |   |   |   |   |   | x |
| 82. | <i>Triquitrites crassus</i>             |   |   |   |   |   | x |
| 83. | <i>Triquitrites discoideus</i>          |   |   |   |   |   | x |
| 84. | <i>Triquitrites exiguus</i>             |   |   |   |   |   | x |
| 85. | <i>Triquitrites spinosus</i>            |   |   |   |   |   | x |
| 86. | <i>Triquitrites verrucosus</i>          |   |   |   |   |   | x |
| 87. | <i>Vestispora profunda</i>              |   |   |   |   |   | x |
| 88. | <i>Vestispora qaesita</i>               |   |   |   |   |   | x |
| 89. | <i>Vestispora velensis</i>              |   |   |   |   |   | x |
| 90. | <i>Thymospora obscura</i>               |   |   |   |   |   | x |
| 91. | <i>Thymospora thiesseni</i>             |   |   |   |   |   | x |
| 92. | <i>Torispora laevigata</i>              |   |   |   |   |   | x |
| 93. | <i>Torispora securis</i>                |   |   |   |   |   | x |

Tabela 17

**Występowanie i zasięgi stratygraficzne rodzajów miospor**  
Stratigraphic distribution of miospore genera

| Stratygrafia<br>Stratigraphy                                      |                              | Karbon górny<br>Upper Carboniferous  |                           |                           |                           |                           |               |
|---|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
|   |                              | dolny namur A<br>Lower Namurian<br>A | westfal A<br>Westfalian A | westfal B<br>Westfalian B | westfal C<br>Westfalian C | westfal D<br>Westfalian D |               |
| Palinostratygrafia<br>Palynostratigraphy<br>(Clayton i in., 1977) |                              | NC                                   | TK                        | SS/RA                     | NJ                        | SL                        | OT            |
| głębokość<br>depth<br>[m]   |                              | 1646,60–2048,00                      | 1459,10–1508,40           | 1271,50–1434,45           | 951,90–1216,50            | 454,20–932,10             | 109,40–393,25 |
| rodzaje<br>genera   |                              |                                      |                           |                           |                           |                           |               |
| 1   |                              | 2                                    | 3                         | 4                         | 5                         | 6                         | 7             |
| 1.  | <i>Diatomozonotriletes</i>   | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 2.  | <i>Discernisporites</i>      | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 3.  | <i>Foveolatisporites</i>     | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 4.  | <i>Pseudoanulatisporites</i> | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 5.  | <i>Rotaspora</i>             | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 6.  | <i>Protodisaccites</i>       | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 7.  | <i>Spinozonotriletes</i>     | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 8.  | <i>Tricidarisporites</i>     | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 9.  | <i>Tripartites</i>           | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 10.   | <i>Vallatisporites</i>       | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 11.   | <i>Waltzispora</i>           | x                                    |                           |                           |                           |                           |               |
| 12.   | <i>Chaetosphaerites</i>      | x                                    | x                         |                           |                           |                           |               |
| 13.   | <i>Monilospora</i>           | x                                    | x                         |                           |                           |                           |               |
| 14.   | <i>Remysporites</i>          | x                                    | x                         |                           |                           |                           |               |
| 15.   | <i>Spencerisporites</i>      | x                                    | x                         | x                         |                           |                           |               |
| 16.   | <i>Bellisporites</i>         | x                                    | x                         | x                         | x                         |                           |               |
| 17.   | <i>Cingulizonates</i>        | x                                    | x                         | x                         | x                         |                           |               |
| 18.   | <i>Schulzospora</i>          | x                                    | x                         | x                         | x                         |                           |               |
| 19.   | <i>Secarisporites</i>        | x                                    | x                         | x                         | x                         |                           |               |
| 20.   | <i>Ahrensiporites</i>        | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 21.   | <i>Anapiculatisporites</i>   | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 22.   | <i>Convolutispora</i>        | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 23.   | <i>Grumosiporites</i>        | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 24.   | <i>Murospora</i>             | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 25.   | <i>Reticulatisporites</i>    | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 26.   | <i>Savitrisporites</i>       | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |
| 27.   | <i>Sinusporites</i>          | x                                    | x                         | x                         | x                         | x                         |               |

Tabela 17 cd.

|     | 1                              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 28. | <i>Stenozonotriletes</i>       | x | x | x | x | x |   |
| 29. | <i>Acanthotriletes</i>         | x | x | x | x | x | x |
| 30. | <i>Apiculatisporis</i>         | x | x | x | x | x | x |
| 31. | <i>Calamospora</i>             | x | x | x | x | x | x |
| 32. | <i>Campotriletes</i>           | x | x | x | x | x | x |
| 33. | <i>Cirratriradites</i>         | x | x | x | x | x | x |
| 34. | <i>Converrucosisporites</i>    | x | x | x | x | x | x |
| 35. | <i>Crassispora</i>             | x | x | x | x | x | x |
| 36. | <i>Cristatisporites</i>        | x | x | x | x | x | x |
| 37. | <i>Cyclogranisporites</i>      | x | x | x | x | x | x |
| 38. | <i>Densosporites</i>           | x | x | x | x | x | x |
| 39. | <i>Dictyotriletes</i>          | x | x | x | x | x | x |
| 40. | <i>Granulatisporites</i>       | x | x | x | x | x | x |
| 41. | <i>Knoxisporites</i>           | x | x | x | x | x | x |
| 42. | <i>Laevigatosporites</i>       | x | x | x | x | x | x |
| 43. | <i>Leiotriletes</i>            | x | x | x | x | x | x |
| 44. | <i>Lophotriletes</i>           | x | x | x | x | x | x |
| 45. | <i>Lycospora</i>               | x | x | x | x | x | x |
| 46. | <i>Microreticulatisporites</i> | x | x | x | x | x | x |
| 47. | <i>Punctatisporites</i>        | x | x | x | x | x | x |
| 48. | <i>Raistrickia</i>             | x | x | x | x | x | x |
| 49. | <i>Triquitrites</i>            | x | x | x | x | x | x |
| 50. | <i>Verrucosisporites</i>       | x | x | x | x | x | x |
| 51. | <i>Radiizonates</i>            |   | x | x | x |   |   |
| 52. | <i>Latosporites</i>            |   | x | x | x | x | x |
| 53. | <i>Illinites</i>               |   |   | x | x |   |   |
| 54. | <i>Reinschospora</i>           |   |   | x | x | x |   |
| 55. | <i>Alatisporites</i>           |   |   | x | x | x | x |
| 56. | <i>Cyclobaculisporites</i>     |   |   | x | x | x | x |
| 57. | <i>Endosporites</i>            |   |   | x | x | x | x |
| 58. | <i>Florinites</i>              |   |   | x | x | x | x |
| 59. | <i>Mooreisporites</i>          |   |   | x | x | x | x |
| 60. | <i>Punctatosporites</i>        |   |   | x | x | x | x |
| 61. | <i>Schopfipollenites</i>       |   |   | x | x | x | x |
| 62. | <i>Vestispora</i>              |   |   | x | x | x | x |
| 63. | <i>Wilsonites</i>              |   |   | x | x | x | x |
| 64. | <i>Pityosporites</i>           |   |   |   | x | x |   |
| 65. | <i>Westphalensisporites</i>    |   |   |   | x | x | x |
| 66. | <i>Torispora</i>               |   |   |   |   | x | x |
| 67. | <i>Spinosporites</i>           |   |   |   |   |   | x |
| 68. | <i>Speciososporites</i>        |   |   |   |   |   | x |

*rara*, *Sinuspores sinuatus*, *Radiizonates aligerens*, *Convolutispora*, *Murospora*, *Secarisporites*, *Stenozonotriletes* i *Knoxisporites* stwierdzano sporadycznie. Analogicznie jak w starszym zespole, znaczenie stratygraficzne posiadają taksony diagnostyczne dla biozon górnego namuru (B, C) – dolnego westfalu (A, B) (baszkiir–niższy moskow), reprezentowane przez rodzaje charakterystyczne: *Apiculatisporis*, *Punctatosporites*, *Radiizonates*, *Converrucosporites*, *Cyclobaculisporites*, *Camptotriletes*, *Raistrickia*, *Mooreisporites*, *Cirratriradites*, *Cristatisporites*, *Camptotriletes*, *Crassispora*, *Triquitrites*, *Microreticulatisporites*, *Reinschospora*, *Vestispora*, *Punctatosporites*, *Alatisporites*, *Endosporites*, *Latosporites*, *Illinites*, *Wilsonites*, *Schopfipollenites*, oraz gatunki przewodnie: *Crassispora kosankei*, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Cirratriradites saturni*, *Cristatisporites indignabundus*, *Vestispora* (*V. tortuosa*, *V. costata*, *V. pseudoreticulata*, *V. magna*), *Endosporites* (*E. zonalis*, *E. globiformis*, *E. ornatus*), *Florinites* (*F. pumicosus*, *F. triletus*, *F. mediapudens*, *F. similis*), *Triquitrites* (*T. sculptilis*, *T. bransonii*), *Alatisporites* (*A. pustulatus*, *A. hexalatus*) i *Reinschospora speciosa*. Stwierdzono także gatunki wskaźnikowe: *Florinites junior* i *Microreticulatisporites nobilis* biozony *nobilis – junior* (NJ) westfalu B i dolnego westfalu C (moskow). Sporadycznie występują: *Westphalensisporites* i *Pityosporites*, taksony reprezentatywne dla młodszych biozon górnego westfalu (C, D). Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że zasadniczą część spektrum stanowią rodzaje i gatunki diagnostyczne dla biozon westfalu A i B (baszkiir–niższy moskow). Świadczy o tym znaczący udział wielu gatunków *Vestispora* spp., *Endosporites* spp. i *Florinites* spp., przewodnich dla biozony *Radiizonates aligerens* (RA) górnego westfalu A, a także części biozony *nobilis-junior* (NJ) w zakresie westfalu B. Nieliczne egzemplarze: *Sinuspores sinuatus*, *Bellisporites nitidus* i *Schulzospora* spp. stwierdzone jedynie w najwyższej części tego odcinka profilu, oraz nagromadzenia mikroskopów *Laevigatosporites* i *Crassispora kosankei*, stanowią także przesłankę do identyfikacji zespołu biozony NJ. Wskazuje na to również obecność gatunków wskaźnikowych: *Florinites junior* i *Microreticulatisporites nobilis*. Na tej podstawie stwierdza się, że w osadach karbonu na głęb. 951,90–1216,50 m występuje zespół miospor o cechach swoistych dla części biozony *nobilis – junior* (NJ), faunistycznie udokumentowanego westfalu B w zakresie górnej części zony *modiolaris*, od poziomu Katarzyna (Clay Cross), oraz dolnej części zony *similis–pulchra*, do poziomu Ágir piętra Duckmantian (Clayton i in., *op. cit.*). Uwzględniając jednakże wszystkie przesłanki palinologiczne, w tym: obecność gatunku wskaźnikowego *Vestispora magna* lokalnej biozony (Vm) w GZW oraz *Alatisporites hexalatus* i *Triquitrites bransonii*, prekursoryczne występowanie taksonów reprezentatywnych dla młodszych biozon górnego westfalu (C, D): *Westphalensisporites* i ziaren pyłku *Disaccites* z rodzaju *Pityosporites*, oraz sporadyczną obecność niektórych gatunków diagnostycznych dla starszych biozon westfalu A: *Raistrickia fulva*, *Sinuspores sinuatus*, *Bellisporites nitidus*, *Schulzospora* spp., *Reticulati-*

*sporites reticulatus*, *Alatisporites pustulatus*, *Reinschospora speciosa*, *Radiizonates* spp., należy uznać, że zespół miospor powyżej głęb. 1056,32 m odpowiada części biozony NJ, która koreluje się z lokalną biozoną *Vestispora magna* (Vm). Zespół miospor występujący poniżej, do głęb. 1216,50 m, odpowiada zatem części biozony NJ, która koreluje się z lokalną biozoną *Endosporites globiformis* (Eg) (Kmiecik, 1995a, 1995b). Osady karbonu na głęb. 951,90–1216,50 m zaliczono zatem do westfalu B, poprzez korelację z częścią standardowej biozony *nobilis-junior* (NJ) oraz jej lokalnymi odpowiednikami: *Vestispora magna* (Vm) i *Endosporites globiformis* (Eg) (Clayton i in., *op. cit.*, Kmiecik, 1995, 1995a) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Zespół miospor na głęb. 1271,50–1434,45 m** charakteryzuje się znaczącym udziałem i różnorodnością taksonów diagnostycznych. Dominują jednakże *Lycospora* spp. i *Densosporites* spp., powszechne w zespołach karbonu, od górnego wizenu do westfalu D (moskow). Regularnie i licznie występują także inne taksony długowieczne: *Granulatisporites*, *Acanthotriletes*, *Anapiculatisporites*, *Convolutispora*, *Lophotriletes*, *Cyclogranisporites*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Laevigatosporites*, *Latosporites*, *Leiotriletes*, *Verrucosporites*, *Savitrissporites nux*, *Cingulizonates loricatus*, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Reticulatisporites* (*R. polygonalis*, *R. reticulatus*), *Spencerisporites radiatus*, *Schulzospora rara*, *Sinuspores sinuatus*, *Murospora intorta* i *Bellisporites nitidus*. Inne stwierdzano sporadycznie: *Secarisporites*, *Knoxisporites*, *Ahrensissporites* i *Converrucosporites*. Znaczenie stratygraficzne posiadają taksony diagnostyczne dla biozon górnego namuru (B, C)–dolnego westfalu (A, B) (baszkiir–niższy moskow), reprezentowane przez rodzaje charakterystyczne: *Apiculatisporis*, *Camptotriletes*, *Punctatosporites*, *Cyclobaculisporites*, *Mooreisporites*, *Triquitrites*, *Raistrickia*, *Grumosisporites*, *Reinschospora*, *Vestispora*, *Radiizonates*, *Alatisporites*, *Cristatisporites*, *Cirratriradites*, *Endosporites*, *Illinites*, *Florinites*, *Wilsonites* i *Schopfipollenites*, oraz gatunki przewodnie: *Cristatisporites indignabundus*, *Crassispora kosankei*, *Raistrickia fulva*, *Grumosisporites varioreticulatus*, *Reinschospora* (*R. speciosa*, *R. triangularis*), *Dictyotriletes muricatus*, *Triquitrites* (*T. sculptilis*, *T. protensus*), *Vestispora pseudoreticulata*, *Cirratriradites saturni*, *Radiizonates* (*R. difformis*, *R. tenuis*), *Alatisporites pustulatus*, *Endosporites* (*E. globiformis*, *E. zonalis*), *Florinites* (*F. triletus*, *F. similis*, *F. pumicosus*, *F. mediapudens*). Stwierdzono także gatunki wskaźnikowe: *Radiizonates aligerens* biozony *Radiizonates aligerens* (RA) górnego westfalu A, oraz *Florinites junior* i *Microreticulatisporites nobilis* biozony *nobilis-junior* (NJ) westfalu B i dolnego westfalu C (moskow). Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że zasadniczą część spektrum stanowią rodzaje i gatunki diagnostyczne dla biozon westfalu A i B (baszkiir–niższy moskow). Obecność rodzajów typowych oraz gatunków przewodnich dla biozon: *saturni-sinani* (SS) i *Radiizonates aligerens* (RA), wskazuje na związek z westfalem A. Regularne występowanie gatunku wskaźnikowego *Radiizonates aligerens* od głęb. ok. 1336,95 m, identyfikuje zespół biozony *Radiizonates aligerens* (RA) górnego westfalu A. Wska-

zuje na to również znacząca zawartość mikrospor niektórych gatunków przewodnich: *Endosporites globiformis*, *Triquitrites sculptilis* i *Radiizonates tenuis*, oraz prekursoryczne występowanie *Florinites junior* i *Microreticulatisporites nobilis*, gatunków wskaźnikowych młodszego zespołu biozony NJ. Skłania to do postawienia tezy, że w osadach karbonu powyżej głęb. 1336,95 m występuje zespół biozony *Radiizonates aligerens* (RA), faunistycznie udokumentowanego górnego westfalu A w zakresie zony *communis* do poziomu Katarzyna (Clay Cross) górnej części piętra Langsetian. W następstwie tego należałoby uznać, że zespół mikrospor występujący poniżej, do głęb. 1434,45 m jest prawdopodobnym, częściowym odpowiednikiem biozony *saturni-sinani* (SS), faunistycznie udokumentowanego dolnego westfalu A (baszki), od poziomu *Gastrioceras subcrenatum* do stropu zony *lenisulcata* dolnej części piętra Langsetian (Clayton i in., *op. cit.*). Uwzględniając wszystkie przesłanki palinologiczne oraz nadrzędne kryteria biozonacji, osady karbonu na głęb. 1271,50–1434,45 m zaliczono do westfalu A, poprzez korelację ze standardowymi biozonami: *saturni-sinani* (SS) i *Radiizonates aligerens* (RA), oraz ich lokalnymi odpowiednikami: *Raistrickia fulva* (Rf) i *Radiizonates aligerens* (Ra) (Clayton i in., *op. cit.*, Kmieciak, 1995a, 1995b) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Zespół mikrospor na głęb. 1459,10–1508,40 m** w aspekcie taksonomicznym jest zbliżony do zespołu niższej części profilu, jednakże większość rodzajów i gatunków nie przedstawia wartości stratygraficznej. Dominują taksony długowieczne, reprezentowane najliczniej przez *Densosporites* spp. i *Lycospora* spp., a także: *Cingulizonates*, *Convolutispora*, *Murospora*, *Reticulatisporites*, *Acanthotriletes*, *Anapiculatisporites*, *Granulatisporites*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Leiotriletes*, *Verrucosisporites*, *Microreticulatisporites*, *Dictyotriletes*, *Lophotriletes*, *Knoxisporites*, *Cyclogranisporites*, *Cristatisporites*, *Laevigatosporites* i *Latosporites*. Taksony diagnostyczne występują w asocjacji najniższej części tego odcinka profilu. Są to reliktywne egzemplarze taksonów przewodnich oraz charakterystycznych dla biozon: *vetustus-fracta* (VF) oraz dolnej części *nitidus-carnosus* (NC) górnego wizenu: *Tripartites annosus*, *Remysporites magnificus*, *Tricidarisorites serratus*, *Murospora*, *Monilospora* i *Chaetosphaerites*. Jedynie *Chaetosphaerites pollenisimilis* występuje w nagromadzeniu o charakterze poziomu rozkwitu. Taksony wskaźnikowe są reprezentowane przez gatunek *Bellisporites nitidus* biozony *nitidus-carnosus* (NC) górnego wizenu–dolnej części namuru A. Znacząco występują niektóre rodzaje i gatunki powszechne także w młodszym zespole: *Schulzospora* (*Sch. elongata*, *Sch. ocellata*, *Sch. rara*), *Sinusporites sinuatus*, *Lycospora noctuina*, *Crassispora kosankei*, *Spencerisporites*, *Grumosisorites* i *Savitrisorites*. Inne stwierdzano sporadycznie: *Cingulizonates loricatus*, *Radiizonates difformis*, *Cirratridites saturni*, *Secarisporites*, *Raistrickia*, *Triquitrites* i *Apiculatisporis*. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się ubogie spektrum rodzajów i gatunków diagnostycznych. Brak większości gatunków przewodnich: *Tripartites* spp., *Rotasporea knoxi* i *Reticulatisporites carnosus*, reliktywa obec-

ność taksonów biozon: *vetustus-fracta* (VF) oraz dolnej części *nitidus-carnosus* (NC) identyfikuje zespół biozony *triangulus-knoxii* (TK), faunistycznie udokumentowanego namuru A (serpuchow) w zakresie górnej części poziomu *Eumorphoceras* (E2a–E2b) dolnej części piętra Arnsbergian. Uwzględniając kryteria lokalnej biozonacji, wskazuje na to również regularne i liczne występowanie gatunków przewodnich, inicjujących cechy młodszego zespołu: *Crassispora kosankei*, *Chaetosphaerites pollenisimilis*, *Cingulizonates loricatus*, *Cirratridites saturni* i *Radiizonates difformis*. Na tej podstawie, osady karbonu na głęb. 1459,10–1508,40 m zaliczono do dolnej części namuru A, poprzez korelację z biozoną *Stenozonotriletes triangulus-Rotasporea knoxii* (TK) (Clayton i in., *op. cit.*), jak również biozoną *Mooreisporites trigallerus-Rotasporea knoxii* (TK) (Owens i in., 2004), których ekwiwalentami są odpowiednio lokalne biozony: *Pseudoanulatisporites polonicus* (Pp) i dolna część *Tripartites ianthina* (Ti) (Kmieciak, *op. cit.*) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Zespół mikrospor na głęb. 1646,60–2048,00 m** charakteryzuje się obecnością taksonów długowiecznych, oraz diagnostycznych. Jakkolwiek dominują taksony długowieczne: *Lycospora* spp. i *Densosporites* spp., oraz inne powszechne w zespołach karbonu od górnego wizenu do westfalu D (moskow), stwierdzono także znaczący udział taksonów przewodnich oraz charakterystycznych występujących wyłącznie w tej części profilu: *Tripartites* (*T. aductus*, *T. annosus*, *T. tectus*, *T. nonguerickei*, *T. rugosus*, *T. ianthina*, *T. vetustus*), *Chaetosphaerites variabilis*, *Pseudoanulatisporites* (*P. polonicus*, *P. polonicus* var. *torisporoides*), *Tricidarisorites fasciculatus*, *Rotasporea* (*R. knoxii*, *R. fracta*), *Diatomozonotriletes* (*D. ubertus*, *D. saetosus*), *Protodisaccites plicatus*, *Discernisporites micromanifestus*, *Stenozonotriletes stenozonalis*, *Triquitrites* (*T. trivalvis*, *T. batilatus*), *Schulzospora* (*Sch. primigenia*, *Sch. primigenia* f. *elongata*), *Foveolatisporites*, *Vallatisporites*, *Spinozonotriletes*, *Murospora*, *Waltzisporea* i *Monilosporea*. Niektóre rodzaje i gatunki jak: *Chaetosphaerites pollenisimilis*, *Remysporites magnificus*, *Schulzospora* (*Sch. elongata*, *Sch. ocellata*, *Sch. rara*), *Tricidarisorites serratus*, *Murosporea intorta*, *Sinusporites sinuatus*, *Crassispora kosankei*, *Savitrisorites*, *Secarisporites*, *Spencerisporites*, *Grumosisorites*, *Ahrensisorites* oraz mikrospory *Monoletes* z rodzaju *Laevigatosporites*, powszechne także w młodszym zespole namuru i westfalu (serpuchow – moskow), w tej części profilu osiągają wysoką frekwencję. Inne występują sporadycznie: *Cirratridites*, *Raistrickia* i *Apiculatisporis*. Taksony najważniejsze stratygraficznie są reprezentowane przez: *Reticulatisporites carnosus* i *Bellisporites nitidus*, gatunki wskaźnikowe biozony *nitidus-carnosus* (NC). Wspomniane taksony długowieczne to głównie rodzaje i gatunki: *Densosporites* spp., *Lycospora* spp., *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Leiotriletes*, *Verrucosisporites*, *Cingulizonates*, *Convolutispora*, *Acanthotriletes*, *Anapiculatisporites*, *Reticulatisporites*, *Granulatisporites*, *Stenozonotriletes*, *Converrucosisporites*, *Camptotriletes*, *Cristatisporites*, *Cyclogranisporites*, *Laevigatosporites*, *Murosporea*, *Microreticulatisporites*, *Dictyotriletes*, *Simozonotriletes*, *Knoxispor-*

*rites* i *Lophotriletes*. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że zasadniczą część spektrum stanowią rodzaje i gatunki przewodnie dla biozony *nitidus-carnosus* (NC) górnego wizenu i dolnej części namuru A (serpuchow). Znaczący udział i różnorodność gatunków *Tripartites* spp., oraz obecność wielu gatunków przewodnich i wskaźnikowych, sugeruje związek z co najmniej dolną częścią biozony NC, faunistycznie udokumentowanego wizenu górnego (V3) w zakresie poziomu goniatytowego P2 piętra Brigantian. Pojawienie się na głęb. ok. 1699,5 m gatunku *Crassispora kosankei* inicjuje cechy zespołu górnej części biozony NC, faunistycznie udokumentowanego dolnego namuru A (serpuchow) w zakresie poziomu goniatytowego *Eumorphoceras* (E1) piętra Pendleian (Clayton i in., *op. cit.*). Wskazuje na to również górny zasięg *Reticulatisporites carnosus*, gatunku wskaźnikowego tej biozony. Skłania

to do postawienia tezy, że w osadach karbonu na głęb. ok. 1699,5 m występuje prawdopodobnie zespół miospor górnej części biozony NC, jakkolwiek nie stwierdzono obecności innych taksonów, jak np. mikrospor *Cirratriradites saturni*, oraz ziaren pyłku *Monosaccites* z rodzaju *Florinites*, które podobnie jak *Crassispora kosankei* identyfikują tę część biozony (Clayton i in., *op. cit.*). Uwzględniając kryteria biozonacji, oraz wszystkie przesłanki palinologiczne, osady karbonu na głęb. 1646,60–2048,00 m zaliczono do dolnej części namuru A, poprzez korelację z górną częścią biozony *nitidus-carnosus* (NC) (Clayton i in., *op. cit.*), jak również subzoną *Verrucosisporites morulatus* (Vm) górnej części biozony *Cingulizonates capistratus-Bellisporites nitidus* (CN) (Owens i in., 2004), których ekwiwalentem jest lokalna biozona *Bellisporites nitidus* (Bn) (Kmieciak, *op. cit.*) (fig. 12; tab. 16, 17).

**Aleksandra TRZEPIERCZYŃSKA, Stanisława KNAFEL**

#### STRATYGRAFIA KARBONU NA PODSTAWIE MEGASPOR

Badania megaspor z osadów formacji węglonośnej karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego prowadzono w Oddziale Górnośląskim PIG-PIB w Sosnowcu w latach 1976–1989 minionego wieku (Żołdani Z., Żołdani E., Knafel, Kańkowska, Kotlicka, dok. archiw.). Zespoły megaspor pozyskane z węgla oraz ze skał płonnych poddano analizie taksonomicznej oraz stratygraficznej. Wyniki badań stworzyły podstawę do zunifikowania terminologii taksonomicznej wielu gatunków oraz określenia ich zasięgów stratygraficznych w profilu karbonu GZW (Knafel, Żołdani, 1979; Knafel, 1988; Knafel, dane niepubl. w: Kmieciak, 1995) (tab. 18). Nie ustanowiono biozonacji, jednakże było to istotne dopełnienie analogicznych badań zainicjowanych na tym obszarze w latach 30. (Kowalewska-Maślankiewicz, 1932; Zerndt, 1930 a–c, 1931 a, b, 1932, 1933, 1934, 1937, 1938, 1939; Nowak, Zerndt, 1936), kontynuowanych w okresie powojennym, w latach 50. i późniejszych (Bocheński, 1955; Brzozowska, Żołdani, 1958; Brzozowska, 1960; Dybova, 1960; Jachowicz, 1964, 1967; Karczewska, Dybova-Jachowicz, 2001).

Badania megaspor w kontekście stratygrafii osadów karbonu w otworze Chełmek IG 1 wykonano latach 80. (Knafel, 1988). W węglach oraz skałach płonnych na głęb. 109,40–2048,00 m w stwierdzono obfitość bardzo dobrze zachowanych zarodników. W odniesieniu do klasyfikacji taksonomicznej (Dybova-Jachowicz i in., 1977, 1979, 1982, 1984, 1987), oznaczono 15 rodzajów oraz 25 gatunków megaspor (tab. 19). Wykazano procentowy udział gatunków w poszczególnych próbach, przedstawiono charakterystykę opisową zespołów i zmienność w czasie (górny wizen–westfal D).

Aktualną charakterystykę zespołów megaspor w tym profilu przedstawiono stratygraficznie, uwzględniając frekwencję taksonów, oraz ich znaczenie stratygraficzne (tab. 20, 21). Dostosowano także aktualną terminologię chronostratygraficzną odnośnie wieku (Gradstein i in., 2012).

W zespołach megaspor na głęb. 109,40–2048,00 m stwierdzono występowanie 21 taksonów charakterystycznych oraz przewodnich dla westfalu (moskow), górnego namuru (B, C) (baszkir), oraz górnego wizenu i namuru A (serpuchow). Uzupełnieniem są taksony długowieczne, reprezentowane przez rodzaje i gatunki występujące od wizenu do westfalu (tab. 18). Na podstawie znanych zasięgów zdiagnozowano zespoły: górnego westfalu (D, C, B), górnego namuru (B?, C?), górnego namuru A, oraz górnego wizenu (?) – dolnego namuru A (tab. 20, 21). Stwierdzono proporcjonalny udział obu grup taksonów w zespołach. Liczebność megaspor poszczególnych rodzajów i gatunków oraz częstość występowania w całym profilu wskazuje na dominację taksonów długowiecznych.

**Zespół (I) na głęb. 109,40–393,25 m** charakteryzuje się obecnością taksonów diagnostycznych oraz długowiecznych. Regularnie i względnie licznie występują gatunki charakterystyczne dla westfalu (A–D): *Laevigatisporites glabratus*, *Valvisporites auritus* oraz *Cystosporites varius*. Należy do nich również *Zonalesporites superbus*, który występuje sporadycznie. Znaczenie stratygraficzne posiadają: *Triletisporites tuberculatus*, *Rotatisporites dentatus* oraz *Valvisporites appendiculatus*, gatunki przewodnie dla górnego westfalu (C, D). Spektrum taksonów długowiecznych stanowią gatunki znane od wizenu do westfalu: *Tuberculatisporites* spp. i *Calamospora* spp., a także: *Zonalesporites brasserti*, *Cystosporites giganteus*, *Triangulatisporites triangulatus* i *Lagenoisporites rugosus*. Ich frekwencja w zespole jest zmienna. Regularnie i licznie występuje *Triangulatisporites triangulatus*. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że jest to zespół charakterystyczny dla westfalu. Regularne występowanie *Triletisporites tuberculatus*, incydentalne, ale liczne *Rotatisporites dentatus* oraz pojawienie się *Valvisporites appendiculatus* identyfikuje zespół westfalu D (wyższy moskow) (tab. 18, 20, 21).



Tabela 19

**Rodzaje i gatunki megaspor karbonu**  
Genera and species of the Carboniferous megaspores

| Lp. | Rodzaje i gatunki<br>Genera and species   |
|-----|---|
| 1.  | <i>Bentzisporites</i> spp.  |
| 2.  | <i>Calamospora</i> spp.   |
| 3.  | <i>Crassilagenicula agnina</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                    |
| 4.  | <i>Crassilagenicula simplex</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                   |
| 5.  | <i>Cystosporites benholdi</i> (Bode) Potonie et Kremp                             |
| 6.  | <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                    |
| 7.  | <i>Cystosporites varius</i> (Wicher) Dijkstra                                     |
| 8.  | <i>Laevigatisporites fulgens</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                        |
| 9.  | <i>Laevigatisporites glabratus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                      |
| 10. | <i>Lagenicula crassiaculeata</i> Zerndt   |
| 11. | <i>Lagenicula</i> spp.  |
| 12. | <i>Lagenoisporites nudus</i> (Novak et Zerndt) Potonie et Kremp                   |
| 13. | <i>Lagenoisporites rugosus</i> (Loose) Potonie et Kremp                           |
| 14. | <i>Radiatisporites radiatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                         |
| 15. | <i>Rotatisporites dentatus</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                    |
| 16. | <i>Rotatisporites rotatus</i> (Bartlett) Potonie et Kremp                         |
| 17. | <i>Setosisporites brevispinosus</i> (Zerndt) Brzozowska                           |
| 18. | <i>Setosisporites hirsutus</i> (Loose) Ibrahim                                    |
| 19. | <i>Setosisporites praetextus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                        |
| 20. | <i>Setosisporites splendidus</i> (Zerndt) Spinner                                 |
| 21. | <i>Setosisporites zerndti</i> Brzozowska  |
| 22. | <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                 |
| 23. | <i>Trilethisporites tuberculatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                    |
| 24. | <i>Tuberculatisporites</i> spp.   |
| 25. | <i>Valvisisporites appendiculatus</i> (Kowalewska-Maślankiewicz) Potonie et Kremp |
| 26. | <i>Valvisisporites auritus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                          |
| 27. | <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.          |
| 28. | <i>Zonalesporites muronatus</i> (Nowak et Zarndt) Dybova-Jachowicz i in.          |
| 29. | <i>Zonalesporites superbus</i> (Bartlett) Karczewska                              |

**Zespół (II) na głęb. 454,20–1205,63 m** charakteryzuje się dominacją taksonów długowiecznych. Bardzo licznie i regularnie występują gatunki: *Calamospora* spp., *Tuberculatisporites* spp., *Zonalesporites brasserti*, *Cystosporites giganteus*, *Triangulatisporites triangulatus* i *Lagenoisporites rugosus*, a sporadycznie *Setosisporites praetextus* i *Setosisporites hirsutus*. Spektrum taksonów diagnostycznych to gatunki charakterystyczne dla westfalii (A–D). Regularnie i licznie występują: *Valvisisporites auritus* i *Zonalesporites superbus*. Pozostałe, jak: *Laevigatisporites glabratus* i *Cystosporites varius* występują nieregularnie i nielicznie. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że jest to zespół charakterystyczny dla westfalii, a obecność *Rotatisporites dentatus* wskazuje na związek z górnym westfalem C (wyższy moskow) (tab. 18, 20, 21).

**Zespół (III) na głęb. 1216,65–1427,50 m** charakteryzuje się dominacją taksonów długowiecznych. Bardzo licznie i regularnie występują gatunki znane od wizenu do westfalii: *Zonalesporites brasserti*, *Setosisporites praetextus*, *Setosisporites hirsutus*, *Cystosporites giganteus*, *Triangulatisporites triangulatus*, *Lagenoisporites rugosus*, *Calamospora* spp. i *Tuberculatisporites* spp. Spektrum taksonów diagnostycznych jest zróżnicowane. Liczne są przede wszystkim gatunki charakterystyczne dla westfalii (A–D): *Valvisisporites auritus*, *Laevigatisporites glabratus*, *Zonalesporites superbus*, oraz *Cystosporites varius*, który występuje sporadycznie. Stwierdzono także relikty taksonów przewodnich dla górnego wizenu i namuru A: *Lagenicula* spp., *Lagenoisporites nudus*, *Rotatisporites rotatus*, oraz *Setosisporites brevispinosus* – przewodni dla namuru B. W tej asocjacji występują

Tabela 20

**Występowanie rodzajów i gatunków megaspor**  
Stratigraphic distribution of genera and species of megaspores

| Stratygrafia<br>Stratigraphy                 |   | Karbon<br>Carboniferous  |                                    |                               |                           |                           |                           |
|--|---|--|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|  |   | górnny wizeń – donlny namur A<br>Upper Visean – Lower Namurian A | górnny namur A<br>Upper Namurian A | namur B? C?<br>Namurian B? C? | westfal B<br>Westfalian B | westfal C<br>Westfalian C | westfal D<br>Westfalian D |
| zespoły megasporowe<br>megaspore assemblages |   | VI   | V                                  | IV                            | III                       | II                        | I                         |
| głębokość<br>depth<br>[m]                    |   | 1646,60–2048,00  | 1459,10–1508,40                    | 1271,50–1434,45               | 951,90–1216,50            | 454,20–932,10             | 109,40–393,25             |
| rodzaje i gatunki<br>genera and species      |   | 2  | 3                                  | 4                             | 5                         | 6                         | 7                         |
| 1  |   |  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 1.   | <i>Radiatisporites radiatus</i>         | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 2.   | <i>Setosisporites splendidus</i>        | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 3.   | <i>Laevigatisporites fulgens</i>        | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 4.   | <i>Cystosporites benholdi</i>           | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 5.   | <i>Lagenicula crassiaculeata</i>        | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 6.   | <i>Setosisporites zerndti</i>           | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 7.   | <i>Zonalesporites muronatus</i>         | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 8.   | <i>Crassilagenicula simplex</i>         | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 9.   | <i>Crassilagenicula agnina</i>          | x  |                                    |                               |                           |                           |                           |
| 10.  | <i>Lagenoisporites nudus</i>            | x  |                                    |                               | x                         |                           |                           |
| 11.  | <i>Lagenicula</i> spp.                  | x  | x                                  | x                             | x                         |                           |                           |
| 12.  | <i>Setosisporites brevispinosus</i>     | x  | x                                  | x                             | x                         |                           |                           |
| 13.  | <i>Setosisporites praetextus</i>        | x  | x                                  |                               | x                         | x                         |                           |
| 14.  | <i>Cystosporites giganteus</i>          | x  | x                                  |                               | x                         | x                         | x                         |
| 15.  | <i>Triangulatisporites triangulatus</i> | x  | x                                  |                               | x                         | x                         | x                         |
| 16.  | <i>Rotatisporites rotatus</i>           | x  | x                                  |                               | x                         | x                         | x                         |
| 17.  | <i>Calamospora</i> spp.                 | x  | x                                  | x                             | x                         | x                         | x                         |
| 18.  | <i>Zonalesporites brasserti</i>         | x  | x                                  | x                             | x                         | x                         | x                         |
| 19.  | <i>Tuberculatisporites</i> spp.         | x  | x                                  | x                             | x                         | x                         | x                         |
| 20.  | <i>Lagenoisporites rugosus</i>          |  | x                                  |                               | x                         | x                         | x                         |
| 21.  | <i>Setosisporites hirsutus</i>          |  |                                    | x                             | x                         | x                         |                           |
| 22.  | <i>Valvisporites auritus</i>            |  |                                    |                               | x                         | x                         | x                         |
| 23.  | <i>Laevigatisporites glabratus</i>      |  |                                    |                               | x                         | x                         | x                         |
| 24.  | <i>Zonalesporites superbus</i>          |  |                                    |                               | x                         | x                         | x                         |
| 25.  | <i>Cystosporites varius</i>             |  |                                    |                               | x                         | x                         | x                         |
| 26.  | <i>Rotatisporites dentatus</i>          |  |                                    |                               |                           | x                         | x                         |
| 27.  | <i>Bentzisorites</i> spp.               |  |                                    |                               |                           |                           | x                         |
| 28.  | <i>Triletisporites tuberculatus</i>     |  |                                    |                               |                           |                           | x                         |
| 29.  | <i>Valvisporites appendiculatus</i>     |  |                                    |                               |                           |                           | x                         |

Tabela 21

## Zespoły megaspor karbonu (późny wizen–moskow)

## Megaspore assemblages of Late Viséan–Moscovian

| Rodzaje i gatunki megaspor<br>Genera and Species of megaspores                  | Częstość wystąpień<br>Frequency of appearance |
|---|---|
| 1   | 2   |
| Zespół (I) westfal D (wyższy moskow)<br>(109,40–393,25 m)                       |   |
| <i>Bentzisporites</i> spp.  | sporadycznie (1x)                             |
| <i>Calamospora</i> spp.   | sporadycznie (nielicznie)                     |
| <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                  | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Cystosporites varius</i> (Wicher) Dijkstra                                   | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Laevigatisporites glabratus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                    | regularnie (licznie)                          |
| <i>Lagenosporites rugosus</i> (Loose) Potonie et Kremp                          | sporadycznie                                  |
| <i>Rotatisporites dentatus</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                  | sporadycznie (licznie)                        |
| <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp               | regularnie (licznie)                          |
| <i>Trilethisporites tuberculatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                  | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | sporadycznie (3x licznie)                     |
| <i>Valvisporites appendiculatus</i> (Kowalewska-Maślankiewicz) Potonie et Kremp | sporadycznie (nielicznie)                     |
| <i>Valvisporites auritus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                          | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in., 1979  | sporadycznie (1x licznie)                     |
| <i>Zonalesporites superbus</i> (Bartlett) Karczewska                            | sporadycznie (1x licznie)                     |
| Zespół (II) westfal C (wyższy moskow)<br>(454,20–1205,63 m)                     |   |
| <i>Calamospora</i> spp.   | regularnie (licznie)                          |
| <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                  | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Cystosporites varius</i> (Wicher) Dijkstra                                   | nieregularnie (nielicznie)                    |
| <i>Laevigatisporites glabratus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                    | nieregularnie (nielicznie)                    |
| <i>Lagenosporites rugosus</i> (Loose) Potonie et Kremp                          | nieregularnie (licznie)                       |
| <i>Rotatisporites dentatus</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                  | nieregularnie (nielicznie)                    |
| <i>Setosisporites hirsutus</i> (Loose) Ibrahim                                  | sporadycznie (1x licznie)                     |
| <i>Setosisporites praetextus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                      | sporadycznie                                  |
| <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp               | regularnie (licznie)                          |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | regularnie (bardzo licznie)                   |
| <i>Valvisporites auritus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                          | regularnie (licznie)                          |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.        | regularnie (bardzo licznie)                   |
| <i>Zonalesporites superbus</i> (Bartlett) Karczewska                            | regularnie (licznie)                          |
| Zespół (III) westfal B (niższy moskow)<br>(1216,65–1427,50 m)                   |   |
| <i>Calamospora</i> spp.   | regularnie (licznie)                          |
| <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                  | regularnie (nielicznie)                       |
| <i>Cystosporites varius</i> (Wicher) Dijkstra                                   | sporadycznie                                  |
| <i>Laevigatisporites glabratus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                    | nieregularnie (licznie)                       |
| <i>Lagenicula</i> spp.  | sporadycznie (nielicznie)                     |
| <i>Lagenosporites nudus</i> (Novak et Zerndt) Potonie et Kremp                  | sporadycznie                                  |
| <i>Lagenosporites rugosus</i> (Loose) Potonie et Kremp                          | nieregularnie (licznie)                       |
| <i>Rotatisporites rotatus</i> (Bartlett) Potonie et Kremp                       | sporadycznie (1x licznie)                     |
| <i>Setosisporites brevispinosus</i> (Zerndt) Brzozowska                         | sporadycznie (1x licznie)                     |
| <i>Setosisporites hirsutus</i> (Loose) Ibrahim                                  | sporadycznie (1x licznie)                     |

Tabela 21 cd

| 1   | 2  |
|---|--|
| <i>Setosporites praetextus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                            | sporadycznie (licznie)                                   |
| <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                   | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Valvisporites auritus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                              | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.            | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Zonalesporites superbus</i> (Bartlett) Karczewska                                | nieregularnie (licznie)                                  |
| Zespól (IV) górny namur (B?, C?) (baszkir)<br>(1434,00–1464,80 m)                   |  |
| <i>Calamospora</i> spp.   | sporadycznie   |
| <i>Lagenicula</i> spp.  | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Setosporites brevispinosus</i> (Zerndt) Brzozowska                               | sporadycznie   |
| <i>Setosporites hirsutus</i> (Loose) Ibrahim  | sporadycznie   |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | sporadycznie   |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.            | regularnie (bardzo licznie)                              |
| Zespól (V) górny namur A (wyższy serpuchow)<br>(1477,60–1655,95 m)                  |  |
| <i>Calamospora</i> spp.   | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                      | regularnie (nielicznie)                                  |
| <i>Lagenicula</i> spp.  | regularnie (bardzo licznie)                              |
| <i>Lagenosporites rugosus</i> (Loose) Potonie et Kremp                              | sporadycznie (nielicznie)                                |
| <i>Rotatisporites rotatus</i> (Bartlett) Potonie et Kremp                           | sporadycznie (2x licznie)                                |
| <i>Setosporites brevispinosus</i> (Zerndt) Brzozowska                               | sporadycznie (1x licznie)                                |
| <i>Setosporites praetextus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                            | regularnie (nielicznie)                                  |
| <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                   | sporadycznie (nielicznie)                                |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | sporadycznie (nielicznie)                                |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.            | regularnie (licznie)                                     |
| Zespól (VI) górny wizen (?)–dolny namur A (niższy serpuchow)<br>(1660,75–2048,02 m) |  |
| <i>Calamospora</i> spp.   | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Crassilagenicula agnina</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                      | sporadycznie (liczniej w górnej części interwału)        |
| <i>Crassilagenicula simplex</i> (Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.                     | sporadycznie   |
| <i>Cystosporites benholdi</i> (Bode) Potonie et Kremp                               | nieregularnie (nielicznie)                               |
| <i>Cystosporites giganteus</i> (Zerndt) Schopf                                      | regularnie (bardzo licznie w górnej części interwału)    |
| <i>Laevigatisporites fulgens</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                          | sporadycznie   |
| <i>Lagenicula crassiaculeata</i> Zerndt   | nieregularnie (nielicznie)                               |
| <i>Lagenicula</i> spp.  | regularnie (bardzo licznie)                              |
| <i>Lagenosporites nudus</i> (Novak et Zerndt) Potonie et Kremp                      | sporadycznie   |
| <i>Radiatisporites radiatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                           | nieregularnie (bardzo licznie w dolnej części interwału) |
| <i>Rotatisporites rotatus</i> (Bartlett) Potonie et Kremp                           | regularnie (bardzo licznie)                              |
| <i>Setosporites brevispinosus</i> (Zerndt) Brzozowska                               | nieregularnie (licznie w górnej części interwału)        |
| <i>Setosporites praetextus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                            | regularnie (bardzo licznie)                              |
| <i>Setosporites splendidus</i> (Zerndt) Spinner                                     | nieregularnie (nielicznie)                               |
| <i>Setosporites zerndti</i> Brzozowska  | regularnie (licznie)                                     |
| <i>Triangulatisporites triangulatus</i> (Zerndt) Potonie et Kremp                   | sporadycznie   |
| <i>Tuberculatisporites</i> spp.   | sporadycznie   |
| <i>Zonalesporites brasserti</i> (Stach et Zerndt) Dybova-Jachowicz i in.            | regularnie (bardzo licznie)                              |
| <i>Zonalesporites muronatus</i> (Nowak et Zarndt) Dybova-Jachowicz i in.            | sporadycznie   |

sporadycznie i posiadają status taksonów na wtórnym złożu. Uwzględniając wszystkie przesłanki palinologiczne stwierdza się, że jest to zespół charakterystyczny dla westfalii. Jednocześnie, ostatnie występowanie w profilu gatunków *Lagenicula* spp. oraz *Setosisporites praetextus* wskazuje na związek z górnym westfalem B (niższy moskow) (tab. 18, 20, 21).

**Zespół (IV) na głęb. 1434,00–1464,80 m** jest bardzo ubogi taksonomicznie. Taksony długowieczne: *Calamospora* spp. i *Tuberculatisporites* spp. występują sporadycznie. Licznie i regularnie występują jedynie megaspory gatunku *Zonalesporites brasserti*. Taksony diagnostyczne to rodzaje i gatunki przewodnie dla namuru A oraz B: *Setosisporites brevispinosus* i *Lagenicula* spp., oraz *Setosisporites hirsutus* pojawiający się w górnym namurze (B, C). Nie stwierdzono taksonów charakterystycznych dla westfalii. Obecność *Setosisporites hirsutus* inicjuje cechy zespołu młodszego od namuru A i sugeruje związek z górnym namurem (B?, C? baszkir) (tab. 18, 20, 21).

**Zespół (V) na głęb. 1477,60–1655,95 m** charakteryzuje się dominacją taksonów długowiecznych. Regularnie i względnie licznie występują gatunki: *Calamospora* spp., *Tuberculatisporites* spp., *Cystosporites giganteus*, *Zonalesporites brasserti* i *Setosisporites praetextus*. Pojawiają się: *Triangulatisporites triangulatus* i *Lagenoisporites rugosus*, gatunki znane od górnego namuru A do westfalii. Spektrum taksonów diagnostycznych to gatunki przewodnie dla namuru A: *Rotatisporites rotatus*, *Setosisporites brevispinosus* i *Lagenicula* spp. Nie stwierdzono taksonów przewodnich dla górnego wizeny i dolnego namuru A, jak: *Setosisporites splendidus*, *Cystosporites benholdi*, *Lagenicula crassiaculeata*, *Radiatisporites radiatus*, *Laevigatisporites*

*fulgens*. Uwzględniając wszystkie przesłanki palinologiczne stwierdza się, że jest to zespół charakterystyczny dla namuru A, a pierwsze wystąpienie *Triangulatisporites triangulatus* i *Lagenoisporites rugosus* sugeruje związek z górnym namurem A (wyższy serpuchow) (tab. 18, 20, 21).

**Zespół (VI) na głęb. 1660,75–2048,02 m** charakteryzuje się znaczącym udziałem taksonów długowiecznych. Regularnie i bardzo licznie występują gatunki: *Zonalesporites brasserti*, *Cystosporites giganteus*, *Setosisporites praetextus* i *Calamospora* spp. Należą do nich również: *Triangulatisporites triangulatus* i *Tuberculatisporites* spp., które występują sporadycznie. Znaczenie stratygraficzne posiadają gatunki charakterystyczne dla zespołów przejściowych górnego wizeny–namuru A. Dominują gatunki przewodnie dla namuru A: *Cystosporites benholdi*, *Lagenicula crassiaculeata*, *Setosisporites zerndti*, *Lagenicula* spp., *Zonalesporites muronatus*, *Crassilagenicula*, *Crassilagenicula agnina* i *Lagenoisporites nudus*. Stwierdzono także gatunki przewodnie dla górnego wizeny oraz dolnego namuru A: *Rotatisporites rotatus*, *Radiatisporites radiatus*, *Setosisporites splendidus* i *Laevigatisporites fulgens*. Frekwencja megaspor taksonów diagnostycznych w zespole jest zmienna. Regularnie i licznie występują np. *Rotatisporites rotatus*, *Radiatisporites radiatus*, *Setosisporites zerndti* oraz *Lagenicula* spp. W wyższej części tego odcinka profilu liczne są megaspory *Crassilagenicula agnina* oraz *Setosisporites brevispinosus*. Na podstawie analizy taksonomicznej stwierdza się, że jest to zespół charakterystyczny dla namuru. Znaczący udział gatunków przewodnich dla namuru A, oraz brak taksonów typowych dla zespołów młodszego, identyfikuje zespół dolnego namuru A (niższy serpuchow) (tab. 18, 20, 21).

## Łucja MUSIAŁ, Maria TABOR, Janusz JURECZKA

### WYNIKI BADAŃ FAUNISTYCZNYCH UTWORÓW KARBONU

W profilu otworu Chelmek IG 1 skamieniałości zwierzęce w utworach karbońskich zostały stwierdzone na głęb. 952,00–2241,45 m (Musiał, Tabor, 1988). Skamieniałości te występują głównie w skałach ilastych, rzadziej także w mułowcach, niekiedy silnie zapiaszczonych. Przeprowadzona analiza zespołów fauny pozwoliła określić szereg poziomów faunistycznych o znaczeniu stratygraficznym i korelacyjnym, występujących głównie w węglonośnych utworach serii paralicznej oraz w morskich utworach terygenicznym – warstwach malinowickich, które stratygraficznie dokumentują namur A (Musiał, Tabor, 1988). Pojedyncze wystąpienia fauny o podrzędnym znaczeniu stratygraficznym stwierdzono także w seriach lądowych.

#### Fauna serii lądowych

W profilu utworów lądowych, krakowskiej serii piaskowcowej i serii mułowcowej, makrofauna występuje w siedmiu ławicach iłowców na głęb. 952,0–1420,1 m. Są

to liczne małże słodkowodne, pojedyncze łuski ryb, liścio-nogi i małżoraczki. Stan zachowania okazów jest na ogół bardzo zły, dotyczy to szczególnie *Anthraconaia* z głęb. 1101,3–1104,0 m. Z tej głębokości wkładki z *Anthraconaia* sp., *Antracosia* sp. i *Naiadites* cf. *productus* mogą odpowiadać poziomowi słodkowodnemu występującemu w profilu karbonu rejonu Jaworzna w sąsiedztwie pokładów węgla 301 i 302. Z kolei na podstawie porównań z innymi wierceniami można sugerować, że fauna z głęb. 1285,2–1281,8 m z licznymi *Curvirimula belgica* i pojedynczymi *Curvirimula* cf. *orbiculata* może stanowić odpowiednik poziomu słodkowodnego znad pokładu węgla 334 (także identyfikowanego jako 336).

#### Fauna serii paralicznej

Stropowy poziom faunistyczny warstw malinowickich Śtur (XVI) określa dolną granicę serii paralicznej, którą przyjęto na głęb. 2145,8 m. Górnej granicy serii paralicznej

nie można wyznaczyć na podstawie makrofauny, ze względu na ograniczenie występowania fauny w profilu tej serii do głęb. 1503,2 m, na której stwierdzono dolnonamurskie formy dokumentujące warstwy grodzieckie.

W obrębie miąższego kompleksu osadów serii paralicznej według cech litostratygraficznych, z uwzględnieniem badań faunistycznych, wydzielono: warstwy sarnowskie, florowskie i grodzieckie.

Za odpowiednik warstw sarnowskich, według przyjętego profilu litostratygraficznego (Jureczka i in., 1988), uznano dolny odcinek profilu serii paralicznej na głęb. 2145,8–2070,2 m z miąższymi ławicami piaskowców. W odcinku tym nie stwierdzono skamieniałości zwierzęcych.

W warstwach florowskich, wyodrębnionych według badań faunistycznych (Musiał, Tabor, 1988) na głęb. 2070,2–1651,7 m, występują 3 horyzonty morskie i bardzo liczna fauna słodkowodna oraz brakiczna.

Fauna poziomów morskich jest uboga. Najbogatszy jest poziom spągowy z głęb. 2067,7–2066,0 m, z zespołem fauny złożonym głównie z małżów (z typowymi dla dolnej części serii paralicznej *Polidevcia hrebnicki*) oraz pojedynczych ślimaków (*Euphemites*). Poziom ten skorelowano z poziomem faunistycznym Bruno (XII) górnej części warstw pietrkowickich (wg zachodniego podziału serii paralicznej). Dwa kolejne poziomy, z głęb. 1968,1–1968,5 m i 1893,9–1894,1 m, mogą stanowić odpowiednik poziomów Franciszka (X) i Roland (IX), występujących w warstwach gruszowskich (wg zachodniego podziału serii paralicznej).

W warstwach florowskich fauna słodkowodna i brakiczna występuje bardzo licznie. Grupuje się głównie w dolnej części profilu tych warstw. Znaczenie stratygraficzne ma tu *Carbonicola diversus* z formami morficznymi (głęb.: 1702,6–1702,7; 1883,8–1883,9; 1894,3–1895,55; 1940,9–1941,0 i 2038,1–2039,1 m). Gatunek ten jest znany z warstw pietrkowickich i gruszowskich zachodniej części Zagłębia Górnośląskiego. Również typowa dla tej części profilu serii paralicznej jest *Lingula silesiaca* i *Lingula squamiformis*. Ponadto charakterystyczne są nagromadzenia *Naiadites moravicus* z formami morficznymi.

Według badań faunistycznych (Musiał, Tabor, 1988) w profilu otworu Chełmek IG 1 nie stwierdzono fauny morskiego poziomu Enna (VII), a strop warstw florowskich umownie przyjęto na głęb. 1651,7 m. W ustalonym profilu litostratygraficznym (Jureczka i in., 1988) górną granicę warstw florowskich wyznaczono w stropie sekwencji osadów morsko-deltowych na głęb. 1573,20 m, którego pozycja stratygraficzna – według regionalnej analizy i korelacji z innymi otworami – odpowiada połączonym poziomom morskim Enna i Barbara (patrz rozdz. *Karbon. Litologia i litostratygrafia*).

Kończące profil serii paralicznej warstwy grodzieckie według badań faunistycznych (Musiał, Tabor, 1988) zostały przyjęte na głęb. 1651,7–1503,2 m. W wyższej części profilu serii paralicznej (do głęb. 1455,3 m) nie stwierdzono obecności fauny. W obrębie warstw grodzieckich na podstawie badań faunistycznych określono dwa poziomy morskie: Barbara (V) i Koks (IV).

Faunę poziomu faunistycznego określonego jako Barbara (V) stwierdzono na głęb. 1632,2–1609,8 m. Spągowy odcinek poziomu (ok. 50 cm) stanowią osady z dominacją form brakicznych, wyżej (ok. 7,5 m) w iłowcu występuje bardzo bogata fauna morska. Zespół jest złożony z małży, ramienionogów, ślimaków, głowonogów, łódkonogów, trylobitów i liliowców. Jest on porównywalny z zespołem poziomu faunistycznego Barbara (V) północno-wschodniej części Zagłębia Górnośląskiego, lecz bogatszy ilościowo i gatunkowo. Górna (ok. 15 m) część poziomu zawiera w spągu małże słodkowodne, zaś powyżej, pojedyncze okazy fauny morskiej (małże, ślimaki, ramienionogi). Należy przy tym zaznaczyć, że odcinek profilu z opisaną fauną jest zlokalizowany w dolnej części ciągłego kompleksu, stanowiącego regresywny cykl osadów morsko-deltowych, których pozycja odpowiada połączonym poziomom Barbara i Enna (szerzej w rozdz. *Karbon. Litologia i litostratygrafia*). W związku tym granicę warstw florowskich i grodzieckich w ustalonym profilu litostratygraficznym (Jureczka i in., 1988) przyjęto w stropie tego kompleksu na głęb. 1573,20 m.

Fauna z głęb. 1573,2–1571,3 m według Musiał i Tabor (1988) może stanowić odpowiednik poziomu faunistycznego Koks (IVa). Są to pojedyncze *Pleuropugnoides*, liczne *Lingula* oraz nieoznaczalne fragmenty ramienionogów. W stropie poziomu występują małże słodkowodne.

Wkładki iłowców z głęb. 1550,3–1503,2 m zawierają wyłącznie faunę słodkowodną. Obok *Naiadites truemani* i *Curvirimula belgica* występuje tu licznie *Porubites lotari* – gatunek charakterystyczny dla stropowej części serii paralicznej (warstw grodzieckich/porębskich) GZW.

#### Fauna morskich utworów terygenicznych – warstw malinowickich

Morskie utwory terygeniczne występują na głęb. 2254,3–2145,8 m. W tej części profilu karbonu występuje bogata fauna morska. Zespoły są złożone głównie z ramienionogów i małży. W poszczególnych ławicach dominuje jedna lub druga grupa zwierzęca. Często są spotykane również fragmenty łądyg liliowców, zaś nieliczne są ślimaki, głowonogi, trylobity i łódkonogi. W zespołach występują formy długowieczne, taksony ograniczone do namuru A i wizenu górnego oraz gatunki charakterystyczne dla namuru A. Taki skład gatunkowy jest typowy dla górnej części morskich utworów terygenicznych GZW.

Poziom faunistyczny Štur (XVI) wydzielono na głęb. 2207,8–2154,6 m. Fauna grupuje się w iłowcach, mułowcach i piaskowcach; w tych ostatnich występują nagromadzenia ramienionogów, a wśród nich liczne są: *Eomarginifera frechi*, *Eomarginifera* sp., fragmenty *Productidae*, *Spirifer* sp. oraz bardzo liczne drobne, nieoznaczalne fragmenty skorup ramienionogów. Ponadto stwierdzono dwie wkładki iłowców z fauną słodkowodną z charakterystycznym *Naiadites sturi*.

Aleksandra KOZŁOWSKA, Bronisława NURKIEWICZ, Maria SKUPIEN, Joanna RÓŻKOWSKA, Joanna CUDAK

## PETROGRAFIA SKAŁ PŁONNYCH KARBONU

### Wstęp

Badaniami petrograficznymi objęto materiał skalny z głęb. 50,0–2254,30 m. Wykonano analizy 207 płytek cienkich w mikroskopie polaryzacyjnym; 136 próbek piaskowców poddano analizie planimetrycznej przy użyciu stolika integracyjnego typu „Eltinor” (tab. 22). Wykonano 209 analiz rentgenowskich (tab. 23, 24) na dyfraktometrze produkcji japońskiej typu Geigerflex firmy Rigaku oraz 53 analizy termiczne (tab. 25) na derywatografie węgierskim typu Derivatograph – 1500.

W profilu badanego otworu od stropu ku spągowi osady karbonu należą do: krakowskiej serii piaskowcowej (warstwy libiąskie, łaziskie), serii mułowcowej (warstwy orzeskie s.s., załęskie), górnośląskiej serii piaskowcowej (warstwy rudzkie s.s.) i serii paralicznej (warstwy grodzieckie, florowskie, sarnowskie) oraz warstwy malinowickie (kulm).

Do opisu petrografii skał płonnych karbonu wykorzystano oznaczenia porowatości efektywnej i przepuszczalności w próbkach piaskowców (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

### Charakterystyka petrograficzna

Na podstawie badań petrograficzno-mineralogicznych wyróżniono następujące typy skał: piaskowce, mułowce, ilowce, skały tufogeniczne oraz skały węglanowe.

#### Piaskowce

Piaskowce charakteryzują się strukturą od bardzo drobnociarnistej do grubociarnistej, a w części stropowej profilu – żwirową (krakowska seria piaskowcowa, górnośląska seria piaskowcowa). Według klasyfikacji Pettijohna i in. (1972) reprezentują one arenity arkozowe i lityczne, rzadziej subarkozowe, sublityczne i kwarcowe oraz waki arkozowe i lityczne. Wysortowanie materiału ziarnowego jest zróżnicowane od dość dobrze do bardzo słabo wysortowanego. Stopień obtoczenia ziaren jest zmienny. Najczęściej występują ziarna subowalne i subangulane, a w części stropowej profilu również owalne. Ponadto w części próbek stwierdzono obecność ziaren piroklastycznych. Piaskowce charakteryzują się teksturą kierunkową podkreśloną ułożeniem blaszek łuszczyków, materii organicznej i bardzo drobnokrystalicznego syderytu, rzadziej – frakcjonalnym rozdziałem materiału klastycznego, oraz teksturą bezładną. Szkielet ziarnowy jest zbudowany z kwarcu, skaleni, okruchów skał oraz łuszczyków i chlorytu.

Kwarc jest głównym składnikiem piaskowców, a jego zawartość waha się od 19,2 do 94,8% obj. skały (tab. 22). Skalenie, reprezentujące skalenie potasowe i plagioklasy, występu-

ją w ilościach od 0 do 37,0% obj. skały. Skalen potasowy to głównie ortoklaz, rzadziej mikroklin. Plagioklasy pojawiają się od głęb. 1481,55 m (warstwy grodzieckie), a największą ich ilość stwierdzono w dolnej części warstw florowskich, w warstwach sarnowskich i malinowickich. Reprezentują one kwaśne oligoklasy o zawartości anortytu od 10 do 15%. Ziarna skaleni są powszechnie rozpuszczane oraz widoczne są w nich efekty procesów przeobrażeń: kaolinityzacji, serycytyzacji, a w niektórych partiach profilu również albityzacji ortoklazu oraz zastępowanie przez węglany. Okruchy skał występują w zmiennych ilościach, od 1,7 do 36,5% obj. skały i reprezentują głównie: kwarcyty drobno- i średnioziarniste, łupki kwarcowe i łuszczykowo-kwarcowe oraz fragmenty skał magmowych, głównie kwaśnych – wulkanicznych (m.in. szkliwo wulkaniczne) i głębinowych. Łuszczyki reprezentowane są przez biotyt i muskowitz, w ilości od 0 do 30,7% obj. skały. Muskowitz występuje w niewielkich ilościach w całym profilu otworu, natomiast biotyt – w zmiennych ilościach (0–27,4% obj. skały) w różnych partiach profilu. Miejscami w muskowitz obserwuje się efekty procesu hydromuskowityzacji. Biotyt jest minerałem w różnym stopniu przeobrażonym. Blaszki łuszczyków są często powyginane, jako efekt kompaktacji mechanicznej. Chloryty najczęściej występują w minimalnych ilościach i często mają charakter minerału pobiotytowego. Ich zawartość waha się od 0 do 4,9% obj. skały. W części spągowej profilu (warstwy sarnowskie i malinowickie) obserwuje się podwyższoną ilość chlorytów. Minerale ciężkie są reprezentowane przez: cyrkon, turmalin, apatyt, granat oraz sporadycznie rutyl.

Spoivo piaskowców, na które składają się matriks i cementy, ma charakter porowy, rzadziej kontaktowo-porowy. Matriks jest mieszaniną detrytycznych minerałów ilastych i pyłu kwarcowego. Wśród minerałów ilastych zidentyfikowano głównie kaolinit i illit, rzadziej chloryty (tab. 23). Cementy reprezentowane są przez kwarc autigeniczny w formie obwódek regeneracyjnych oraz węglany, tworzące spoivo porowe lub podstawowe. Wśród minerałów węglanowych wyróżniono: sparytowy dolomit, bardzo drobnokrystaliczny (mikrytowy) syderyt oraz kalcyt (w spągowej części profilu).

Porowatość i przepuszczalność piaskowców maleje wraz z głębokością ich zalegania i jest najwyższa w części stropowej profilu otworu (do głęb. ok. 1440,0 m). Wartości porowatości efektywnej wahają się od 1,3 do 22,1%, a przepuszczalność od <0,1 mD do 600 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52, 53).

#### Mułowce

Mułowce to skały o strukturze aleurytowo-pelitowej, miejscami psamitowej. Wyróżniono: mułowce, mułowce ilaste i mułowce piaszczyste. Tekstura mułowców najczęściej

Tabela 22

## Wyniki analiz planimetrycznych piaskowców (% obj.)

Results of modal analyses in the sandstones (vol. %)

| Głębokość<br>Depth<br>[m] | Nazwa skały<br>Rock name | Najczęstsze<br>ziar. kwarcu<br>The most frequent<br>quartz grain<br>$d_{mf}$<br>[mm] | Maksymalne<br>ziar. kwarcu<br>The maximum<br>quartz grain<br>$d_{max}$<br>[mm] | $d_{mf}$ /<br>$d_{max}$<br>[mm] | Kwarc<br>Quartz | Skalenie<br>Feldspars |                             | Okruchy skał<br>Rock fragments |                 |                      | Biotyt<br>Biotite | Muskowit<br>Muscovite | Chloryt<br>Chlorites | Spoivo<br>Cement         |                     |                     |
|---------------------------|--------------------------|--|--|---------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
|                           |                          |  |  |                                 |                 | potasowe<br>potassium | plagioklasy<br>plagioclases | kwarcyty<br>quartzites         | łupki<br>shales | magmowe<br>mag-matic |                   |                       |                      | min. ilaste<br>min-erals | dolomit<br>dolomite | syderyt<br>siderite |
| 1                         | 2                        | 3  | 4  | 5                               | 6               | 7                     | 8                           | 9                              | 10              | 11                   | 12                | 13                    | 14                   | 15                       | 16                  | 17                  |
| 52,40                     | waka arkozowa dr         | 0,15   | 0,35   | 2,33                            | 34,0            | 15,8                  | 0,0                         | 2,7                            | 4,4             | 3,5                  | 12,3              | 10,5                  | 0,0                  | 16,8                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 55,30                     | arenit arkozowy śr       | 0,30   | 0,75   | 2,50                            | 27,8            | 16,3                  | 0,0                         | 9,1                            | 3,9             | 3,3                  | 0,9               | 0,0                   | 0,0                  | 8,6                      | 30,1                | 0,0                 |
| 67,40                     | waka arkozowa śr         | 0,35   | 0,70   | 2,00                            | 37,2            | 25,0                  | 0,0                         | 7,3                            | 4,0             | 5,7                  | 1,6               | 2,4                   | 0,0                  | 16,8                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 78,60                     | arenit arkozowa, gr      | 0,62   | 1,40   | 2,26                            | 32,2            | 21,0                  | 0,0                         | 11,1                           | 1,2             | 0,0                  | 0,0               | 0,0                   | 0,0                  | 8,5                      | 26,0                | 0,0                 |
| 95,60                     | waka arkozowa śr         | 0,50   | 1,00   | 2,00                            | 27,3            | 27,2                  | 0,0                         | 10,7                           | 1,5             | 1,5                  | 7,6               | 1,5                   | 0,0                  | 22,7                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 99,10                     | waka arkozowa dr         | 0,20   | 1,00   | 5,00                            | 30,9            | 16,1                  | 0,0                         | 7,4                            | 2,8             | 2,7                  | 12,0              | 5,4                   | 0,0                  | 22,7                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 111,90                    | arenit arkozowy dr       | 0,15   | 0,45   | 3,00                            | 39,6            | 21,9                  | 0,0                         | 9,4                            | 2,1             | 2,1                  | 10,4              | 6,2                   | 0,0                  | 8,3                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 113,20                    | arenit arkozowy dr       | 0,25   | 0,85   | 3,40                            | 36,6            | 24,1                  | 0,0                         | 10,7                           | 5,4             | 0,9                  | 7,1               | 1,8                   | 0,0                  | 13,4                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 114,00                    | arenit lityczny dr       | 0,20   | 0,87   | 4,35                            | 41,6            | 15,8                  | 0,0                         | 10,8                           | 9,2             | 0,8                  | 5,8               | 0,8                   | 0,0                  | 15,0                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 122,20                    | arenit lityczny gr       | 0,62   | 2,37   | 3,82                            | 27,7            | 25,7                  | 0,0                         | 22,0                           | 3,7             | 5,5                  | 4,6               | 0,8                   | 0,0                  | 10,0                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 133,50                    | arenit sublityczny śr    | 0,50   | 1,00   | 2,00                            | 47,5            | 19,5                  | 0,0                         | 14,8                           | 3,5             | 2,3                  | 4,4               | 0,0                   | 0,0                  | 8,0                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 146,20                    | arenit lityczny śr       | 0,30   | 1,12   | 3,73                            | 33,6            | 16,8                  | 0,0                         | 18,7                           | 5,6             | 5,6                  | 9,3               | 1,9                   | 0,0                  | 8,5                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 153,70                    | arenit arkozowy śr       | 0,40   | 1,00   | 2,50                            | 23,7            | 32,2                  | 0,0                         | 16,6                           | 4,8             | 4,8                  | 5,9               | 0,0                   | 0,0                  | 12,0                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 167,80                    | arenit lityczny śr       | 0,30   | 2,00   | 6,66                            | 33,4            | 24,3                  | 0,0                         | 18,2                           | 6,0             | 3,0                  | 6,1               | 0,0                   | 0,0                  | 9,0                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 181,60                    | arenit lityczny śr       | 0,40   | 1,00   | 2,50                            | 35,0            | 26,9                  | 0,0                         | 20,2                           | 4,0             | 5,4                  | 1,3               | 0,0                   | 0,0                  | 7,2                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 183,50                    | arenit lityczny śr       | 0,30   | 1,12   | 3,73                            | 26,5            | 25,1                  | 0,0                         | 23,6                           | 2,9             | 2,9                  | 8,9               | 0,0                   | 0,0                  | 10,0                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 199,20                    | arenit lityczny gr       | 0,62   | 1,37   | 2,21                            | 19,2            | 21,8                  | 0,0                         | 23,1                           | 6,4             | 0,0                  | 1,3               | 0,0                   | 0,0                  | 6,4                      | 18,6                | 4,2                 |
| 236,40                    | arenit lityczny śr       | 0,50   | 1,20   | 2,40                            | 36,1            | 23,7                  | 0,0                         | 17,5                           | 4,1             | 5,2                  | 4,1               | 0,0                   | 0,0                  | 9,3                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 246,80                    | arenit lityczny śr       | 0,40   | 0,87   | 2,18                            | 30,4            | 22,2                  | 0,0                         | 15,2                           | 2,9             | 4,7                  | 0,0               | 0,0                   | 0,0                  | 0,0                      | 23,4                | 1,2                 |
| 256,30                    | arenit lityczny gr       | 0,67   | 2,82   | 4,21                            | 26,5            | 30,9                  | 0,0                         | 21,3                           | 3,7             | 5,9                  | 1,5               | 0,7                   | 0,0                  | 9,6                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 265,00                    | arenit lityczny śr       | 0,30   | 1,20   | 4,00                            | 27,3            | 26,8                  | 0,0                         | 24,2                           | 6,1             | 4,5                  | 4,5               | 0,0                   | 0,0                  | 6,1                      | 0,0                 | 0,5                 |
| 274,05                    | arenit arkozowy śr       | 0,40   | 1,12   | 2,80                            | 28,2            | 27,7                  | 0,0                         | 10,8                           | 1,0             | 0,5                  | 1,0               | 2,6                   | 0,0                  | 0,0                      | 28,2                | 0,0                 |
| 286,90                    | arenit lityczny śr       | 0,50   | 1,12   | 2,24                            | 34,6            | 18,8                  | 0,0                         | 19,5                           | 3,0             | 3,8                  | 9,0               | 1,5                   | 0,0                  | 9,0                      | 0,0                 | 0,8                 |
| 295,45                    | arenit arkozowy b dr     | 0,10   | 2,82   | 28,20                           | 35,7            | 22,2                  | 0,0                         | 3,3                            | 5,1             | 2,8                  | 13,9              | 4,6                   | 0,0                  | 7,4                      | 0,0                 | 0,0                 |
| 299,00                    | arenit arkozowy gr       | 0,59   | 1,12   | 1,90                            | 35,0            | 30,8                  | 0,0                         | 11,5                           | 0,0             | 5,1                  | 0,0               | 0,0                   | 0,0                  | 14,1                     | 2,5                 | 0,0                 |
| 327,50                    | arenit lityczny śr       | 0,45   | 1,37   | 3,04                            | 21,7            | 22,9                  | 0,0                         | 24,1                           | 2,4             | 2,4                  | 4,8               | 7,2                   | 0,0                  | 10,9                     | 3,6                 | 0,0                 |
| 334,20                    | arenit arkozowy gr       | 0,62   | 1,85   | 2,98                            | 31,6            | 32,4                  | 0,0                         | 13,5                           | 3,6             | 1,8                  | 1,8               | 0,9                   | 0,0                  | 9,9                      | 2,7                 | 1,8                 |
| 351,30                    | arenit arkozowy śr       | 0,35   | 1,12   | 3,20                            | 34,9            | 28,3                  | 0,0                         | 17,0                           | 0,0             | 3,8                  | 0,9               | 2,8                   | 0,0                  | 12,3                     | 0,0                 | 0,0                 |
| 360,10                    | arenit arkozowy śr       | 0,40   | 0,70   | 1,75                            | 27,4            | 28,7                  | 0,0                         | 11,5                           | 2,5             | 4,5                  | 9,5               | 2,5                   | 0,0                  | 12,1                     | 0,0                 | 1,3                 |

Tabela 22 cd.

| 1      | 2                  | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9    | 10   | 11  | 12   | 13   | 14  | 15   | 16   | 17  |
|--------|--------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| 378,00 | arenit lityczny gr | 0,67 | 1,20 | 1,79 | 26,1 | 26,1 | 0,0 | 21,6 | 3,4  | 2,3 | 2,3  | 2,3  | 0,0 | 12,5 | 0,0  | 3,4 |
| 385,05 | arenit arkozowy dr | 0,15 | 0,35 | 2,33 | 38,4 | 20,3 | 0,0 | 7,5  | 1,5  | 0,0 | 4,5  | 10,5 | 0,0 | 10,6 | 0,0  | 6,8 |
| 408,00 | arenit lityczny gr | 1,00 | 1,68 | 1,68 | 23,3 | 30,0 | 0,0 | 16,6 | 6,7  | 7,8 | 2,2  | 1,1  | 0,0 | 12,2 | 0,0  | 0,0 |
| 425,80 | arenit arkozowy gr | 0,62 | 1,68 | 2,71 | 25,4 | 26,9 | 0,0 | 17,9 | 1,5  | 6,0 | 8,9  | 1,5  | 0,0 | 8,9  | 3,0  | 0,0 |
| 444,60 | arenit arkozowy dr | 0,25 | 0,62 | 2,48 | 26,9 | 30,0 | 0,0 | 6,2  | 6,2  | 2,7 | 7,0  | 3,1  | 0,0 | 10,9 | 7,0  | 0,0 |
| 461,20 | arenit lityczny gr | 0,59 | 1,20 | 2,03 | 32,1 | 17,5 | 0,0 | 19,6 | 4,2  | 2,1 | 5,6  | 0,7  | 0,0 | 14,7 | 3,5  | 0,0 |
| 471,70 | arenit arkozowy gr | 0,55 | 1,00 | 1,81 | 21,3 | 37,0 | 0,0 | 14,6 | 3,4  | 2,2 | 7,9  | 0,0  | 0,0 | 12,4 | 1,1  | 0,0 |
| 477,55 | arenit arkozowy śr | 0,30 | 0,70 | 2,33 | 19,5 | 29,2 | 0,0 | 11,0 | 5,8  | 2,6 | 15,6 | 1,3  | 0,0 | 12,8 | 0,0  | 2,2 |
| 492,05 | arenit arkozowy śr | 0,50 | 0,87 | 1,74 | 23,9 | 30,5 | 0,0 | 13,0 | 4,4  | 3,6 | 6,5  | 5,8  | 0,0 | 9,4  | 0,0  | 2,9 |
| 513,96 | arenit arkozowy śr | 0,50 | 1,12 | 2,24 | 27,6 | 31,9 | 0,0 | 14,1 | 6,8  | 3,7 | 1,8  | 0,0  | 0,0 | 8,6  | 5,5  | 0,0 |
| 525,10 | arenit arkozowy śr | 0,40 | 1,12 | 2,80 | 27,4 | 35,5 | 0,0 | 16,3 | 3,0  | 2,9 | 1,5  | 0,7  | 0,0 | 6,8  | 6,0  | 0,0 |
| 592,95 | arenit arkozowy śr | 0,40 | 2,00 | 5,00 | 25,7 | 28,4 | 0,0 | 10,8 | 10,1 | 6,1 | 8,8  | 4,0  | 0,0 | 6,1  | 0,0  | 0,0 |
| 620,90 | arenit lityczny śr | 0,35 | 0,70 | 2,00 | 30,0 | 22,3 | 0,0 | 16,8 | 6,1  | 4,6 | 8,1  | 2,5  | 0,5 | 9,1  | 0,0  | 0,0 |
| 650,10 | arenit arkozowy śr | 0,45 | 0,59 | 1,31 | 32,0 | 22,9 | 0,0 | 9,8  | 7,9  | 3,9 | 13,7 | 2,6  | 0,0 | 7,2  | 0,0  | 0,0 |
| 667,70 | arenit arkozowy gr | 0,70 | 1,41 | 2,01 | 27,3 | 28,2 | 0,0 | 10,5 | 7,7  | 5,7 | 7,7  | 0,9  | 0,5 | 11,5 | 0,0  | 0,0 |
| 698,10 | arenit lityczny gr | 0,62 | 1,12 | 1,81 | 21,4 | 31,2 | 0,0 | 18,8 | 9,8  | 5,4 | 4,5  | 0,0  | 0,0 | 8,9  | 0,0  | 0,0 |
| 700,30 | arenit lityczny gr | 0,62 | 1,41 | 2,27 | 27,5 | 26,6 | 0,0 | 19,3 | 4,6  | 9,2 | 0,9  | 0,9  | 0,0 | 11,0 | 0,0  | 0,0 |
| 707,90 | arenit arkozowy śr | 0,45 | 0,80 | 1,77 | 23,3 | 42,6 | 0,0 | 12,4 | 6,2  | 4,6 | 2,3  | 1,6  | 0,0 | 7,0  | 0,0  | 0,0 |
| 719,90 | arenit arkozowy śr | 0,35 | 0,75 | 2,14 | 26,0 | 28,5 | 0,0 | 10,1 | 6,3  | 3,8 | 11,4 | 2,5  | 0,6 | 10,8 | 0,0  | 0,0 |
| 725,60 | arenit arkozowy śr | 0,45 | 1,68 | 3,73 | 29,0 | 27,5 | 0,0 | 16,0 | 5,3  | 6,1 | 6,1  | 0,8  | 0,8 | 8,4  | 0,0  | 0,0 |
| 742,10 | waka lityczna, gr  | 0,80 | 4,00 | 5,00 | 24,0 | 25,3 | 0,0 | 16,0 | 4,0  | 6,7 | 4,0  | 1,3  | 0,0 | 18,7 | 0,0  | 0,0 |
| 752,20 | arenit lityczny śr | 0,50 | 1,41 | 2,82 | 27,7 | 19,3 | 0,0 | 11,5 | 7,8  | 3,6 | 5,4  | 1,2  | 1,2 | 0,0  | 22,3 | 0,0 |
| 768,90 | arenit lityczny śr | 0,62 | 1,37 | 2,21 | 16,5 | 20,9 | 0,0 | 13,7 | 3,6  | 5,0 | 2,2  | 0,0  | 0,0 | 0,0  | 38,1 | 0,0 |
| 779,35 | arenit lityczny śr | 0,45 | 1,12 | 2,49 | 18,2 | 25,0 | 0,0 | 19,3 | 7,9  | 6,8 | 3,4  | 1,1  | 0,0 | 14,8 | 3,4  | 0,0 |
| 804,90 | arenit lityczny dr | 0,25 | 0,80 | 3,20 | 30,1 | 20,4 | 0,0 | 11,2 | 5,4  | 3,0 | 17,3 | 2,8  | 1,5 | 7,1  | 0,0  | 1,2 |
| 820,20 | arenit arkozowy dr | 0,25 | 0,70 | 2,80 | 33,1 | 26,5 | 0,0 | 7,4  | 3,3  | 2,5 | 9,9  | 4,1  | 0,0 | 13,2 | 0,0  | 0,0 |
| 831,00 | waka arkozowa gr   | 0,62 | 2,00 | 3,23 | 27,4 | 27,4 | 0,0 | 12,1 | 5,7  | 2,5 | 6,4  | 1,9  | 0,0 | 15,3 | 1,3  | 0,0 |
| 838,15 | arenit lityczny dr | 0,20 | 0,70 | 3,50 | 26,7 | 21,5 | 0,0 | 12,8 | 9,3  | 2,9 | 8,7  | 3,5  | 1,2 | 11,7 | 1,7  | 0,0 |
| 851,05 | waka lityczna gr   | 1,12 | 2,37 | 2,12 | 21,3 | 27,5 | 0,0 | 22,5 | 6,3  | 7,7 | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 16,2 | 2,5  | 0,0 |
| 859,00 | waka arkozowa śr   | 0,30 | 1,00 | 3,33 | 21,4 | 24,1 | 0,0 | 9,0  | 6,9  | 6,2 | 11,7 | 2,1  | 1,4 | 14,5 | 2,7  | 0,0 |
| 870,05 | waka lityczna śr   | 0,35 | 0,70 | 2,00 | 20,6 | 28,0 | 0,0 | 12,0 | 6,7  | 6,7 | 5,3  | 0,7  | 0,0 | 18,0 | 0,0  | 2,0 |
| 885,60 | arenit arkozowy śr | 0,45 | 2,37 | 5,27 | 30,2 | 27,1 | 0,0 | 9,3  | 6,2  | 2,3 | 5,4  | 1,6  | 0,0 | 0,0  | 17,9 | 0,0 |
| 894,70 | arenit lityczny gr | 0,62 | 1,20 | 1,94 | 25,0 | 25,0 | 0,0 | 20,7 | 7,8  | 3,4 | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 10,3 | 7,8  | 0,0 |
| 913,15 | arenit lityczny gr | 0,62 | 1,00 | 1,61 | 27,9 | 25,6 | 0,0 | 17,1 | 7,0  | 2,3 | 4,6  | 0,8  | 0,8 | 9,3  | 4,6  | 0,0 |
| 928,65 | arenit lityczny śr | 0,40 | 0,80 | 2,00 | 31,4 | 22,7 | 0,0 | 12,8 | 8,1  | 5,2 | 3,5  | 3,5  | 0,0 | 12,2 | 0,6  | 0,0 |
| 948,80 | arenit lityczny gr | 0,62 | 1,41 | 2,27 | 24,1 | 22,6 | 0,0 | 18,2 | 8,8  | 2,9 | 1,5  | 0,7  | 0,0 | 8,8  | 12,4 | 0,0 |

Tabela 22 cd.

| 1       | 2                       | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 9    | 10  | 11  | 12   | 13   | 14  | 15   | 16   | 17  |
|---------|-------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| 961,10  | arenit arkozowy śr      | 0,30 | 0,87 | 2,90 | 28,9 | 22,2 | 0,0 | 13,9 | 2,2 | 2,2 | 11,7 | 1,1  | 0,0 | 12,8 | 0,0  | 5,0 |
| 962,30  | arenit lityczny gr      | 0,62 | 1,37 | 2,21 | 25,2 | 23,7 | 0,0 | 19,2 | 8,9 | 3,0 | 5,9  | 1,5  | 0,0 | 9,6  | 3,0  | 0,0 |
| 974,50  | arenit arkozowy dr      | 0,12 | 0,30 | 2,50 | 31,3 | 14,5 | 0,0 | 7,3  | 4,5 | 0,6 | 27,4 | 3,3  | 2,2 | 8,9  | 0,0  | 0,0 |
| 985,45  | arenit arkozowy gr      | 0,62 | 1,12 | 1,81 | 25,7 | 30,5 | 0,0 | 15,2 | 9,5 | 2,8 | 3,8  | 1,0  | 1,0 | 8,6  | 1,9  | 0,0 |
| 997,30  | arenit subarkozowy śr   | 0,45 | 1,37 | 3,04 | 50,0 | 12,5 | 0,0 | 12,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0  | 12,5 | 0,0 | 12,5 | 0,0  | 0,0 |
| 1006,40 | arenit arkozowy śr      | 0,30 | 0,85 | 2,83 | 33,8 | 22,3 | 0,0 | 10,8 | 7,6 | 3,8 | 8,9  | 3,2  | 0,0 | 9,6  | 0,0  | 0,0 |
| 1015,10 | arenit lityczny śr      | 0,45 | 1,12 | 2,49 | 31,8 | 16,5 | 0,0 | 15,7 | 7,2 | 3,8 | 4,2  | 1,3  | 1,3 | 14,4 | 3,8  | 0,0 |
| 1041,10 | arenit lityczny śr      | 0,35 | 0,69 | 1,91 | 32,6 | 14,1 | 0,0 | 10,4 | 8,2 | 6,7 | 3,7  | 3,0  | 0,8 | 14,1 | 6,7  | 0,0 |
| 1051,55 | arenit lityczny gr      | 0,67 | 1,12 | 1,67 | 34,2 | 16,0 | 0,0 | 16,0 | 5,2 | 4,8 | 3,0  | 0,9  | 0,0 | 13,0 | 6,9  | 0,0 |
| 1064,00 | arenit lityczny gr      | 0,67 | 1,12 | 1,67 | 39,6 | 16,1 | 0,0 | 12,6 | 7,0 | 2,6 | 2,6  | 1,3  | 0,4 | 9,1  | 8,7  | 0,0 |
| 1073,30 | arenit lityczny gr      | 0,62 | 1,00 | 1,61 | 39,9 | 13,3 | 0,0 | 12,1 | 6,9 | 2,9 | 9,8  | 0,6  | 0,0 | 10,4 | 4,1  | 0,0 |
| 1094,30 | arenit lityczny gr      | 0,62 | 1,41 | 2,27 | 36,3 | 16,8 | 0,0 | 18,1 | 7,5 | 3,6 | 5,3  | 0,9  | 0,4 | 7,5  | 3,5  | 0,0 |
| 1122,90 | arenit lityczny śr      | 0,45 | 1,68 | 3,73 | 35,6 | 18,1 | 0,0 | 12,5 | 5,0 | 3,1 | 3,8  | 0,6  | 0,6 | 6,3  | 14,4 | 0,0 |
| 1124,10 | arenit lityczny gr      | 0,85 | 5,63 | 6,62 | 36,0 | 21,6 | 0,0 | 23,2 | 6,4 | 1,6 | 1,6  | 0,8  | 0,0 | 8,8  | 0,0  | 0,0 |
| 1129,80 | arenit lityczny gr      | 0,55 | 0,75 | 1,36 | 36,5 | 18,3 | 0,0 | 15,9 | 9,0 | 3,0 | 2,3  | 3,7  | 0,3 | 8,0  | 3,0  | 0,0 |
| 1168,50 | arenit sublityczny dr   | 0,15 | 0,30 | 2,00 | 64,4 | 11,7 | 0,0 | 5,7  | 4,4 | 3,7 | 0,7  | 0,9  | 0,0 | 8,5  | 0,0  | 0,0 |
| 1176,20 | arenit sublityczny dr   | 0,17 | 0,80 | 4,71 | 53,8 | 13,6 | 0,0 | 7,6  | 6,0 | 3,3 | 0,4  | 1,0  | 0,0 | 13,5 | 0,0  | 0,8 |
| 1209,65 | arenit lityczny dr      | 0,18 | 0,50 | 2,78 | 63,9 | 8,8  | 0,0 | 3,8  | 4,1 | 1,7 | 0,4  | 0,9  | 0,8 | 8,1  | 6,5  | 1,0 |
| 1249,95 | arenit subarkozowy śr   | 0,30 | 0,67 | 2,23 | 62,0 | 10,9 | 0,0 | 8,0  | 5,9 | 2,9 | 0,0  | 0,2  | 0,0 | 8,9  | 0,3  | 0,9 |
| 1257,40 | arenit subarkozowy dr   | 0,10 | 0,25 | 2,50 | 52,0 | 4,3  | 0,6 | 1,8  | 0,6 | 0,6 | 0,3  | 0,8  | 0,0 | 0,0  | 32,0 | 7,0 |
| 1276,50 | arenit sublityczny dr   | 0,22 | 0,55 | 2,50 | 65,4 | 9,3  | 0,0 | 8,3  | 5,4 | 3,1 | 0,0  | 1,5  | 0,0 | 7,0  | 0,0  | 0,0 |
| 1287,55 | arenit sublityczny dr   | 0,22 | 0,67 | 3,05 | 64,5 | 9,7  | 0,0 | 6,4  | 5,4 | 2,7 | 0,0  | 0,9  | 0,0 | 8,5  | 0,0  | 1,8 |
| 1296,35 | arenit sublityczny dr   | 0,22 | 0,67 | 3,05 | 66,3 | 8,7  | 0,0 | 5,3  | 3,3 | 2,4 | 0,0  | 0,7  | 0,0 | 8,8  | 0,6  | 3,9 |
| 1317,15 | arenit sublityczny dr   | 0,25 | 0,67 | 2,68 | 73,0 | 10,0 | 0,0 | 6,9  | 4,2 | 3,0 | 0,0  | 0,9  | 0,0 | 0,0  | 0,7  | 1,3 |
| 1333,30 | arenit subarkozowy śr   | 0,30 | 1,00 | 3,33 | 64,4 | 12,8 | 0,0 | 5,3  | 3,8 | 2,7 | 0,0  | 1,4  | 0,0 | 8,2  | 0,0  | 1,4 |
| 1341,50 | arenit lityczny dr      | 0,18 | 0,70 | 3,89 | 62,9 | 9,4  | 0,0 | 5,0  | 3,4 | 3,0 | 0,7  | 0,2  | 0,0 | 12,0 | 1,3  | 2,1 |
| 1364,10 | waka lityczna dr        | 0,08 | 0,20 | 2,50 | 61,8 | 7,6  | 0,8 | 3,8  | 2,4 | 0,8 | 2,7  | 5,0  | 0,0 | 15,1 | 0,0  | 0,0 |
| 1412,75 | arenit sublityczny dr   | 0,25 | 0,55 | 2,20 | 74,6 | 3,2  | 0,0 | 4,3  | 2,8 | 0,8 | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 9,2  | 5,1  | 0,0 |
| 1430,85 | arenit sublityczny b dr | 0,10 | 0,30 | 3,00 | 60,4 | 6,8  | 0,0 | 4,0  | 2,7 | 0,0 | 4,0  | 4,2  | 0,9 | 12,0 | 0,0  | 5,0 |
| 1434,20 | arenit sublityczny dr   | 0,15 | 0,55 | 3,66 | 64,2 | 7,6  | 0,0 | 4,7  | 3,6 | 0,0 | 3,5  | 4,1  | 1,3 | 9,3  | 1,2  | 0,5 |
| 1439,80 | arenit sublityczny gr   | 0,55 | 1,12 | 2,04 | 81,0 | 2,6  | 0,0 | 4,5  | 2,9 | 0,0 | 0,0  | 1,0  | 0,0 | 8,0  | 0,0  | 0,0 |
| 1445,60 | arenit sublityczny śr   | 0,45 | 0,55 | 1,22 | 59,0 | 6,2  | 0,0 | 4,8  | 4,2 | 0,8 | 2,2  | 2,6  | 0,0 | 13,8 | 0,5  | 1,0 |
| 1448,80 | arenit sublityczny śr   | 0,50 | 4,75 | 9,50 | 62,1 | 4,1  | 0,0 | 8,7  | 4,3 | 1,7 | 0,0  | 1,6  | 0,0 | 11,8 | 5,7  | 0,0 |
| 1457,90 | waka lityczna b dr      | 0,10 | 0,20 | 2,00 | 46,4 | 3,6  | 0,0 | 3,9  | 2,8 | 0,9 | 2,9  | 7,6  | 0,0 | 25,3 | 0,0  | 6,8 |
| 1461,20 | waka lityczna śr        | 0,30 | 0,50 | 1,67 | 56,2 | 5,6  | 0,0 | 6,5  | 5,4 | 2,7 | 1,9  | 3,3  | 0,0 | 18,4 | 0,0  | 0,0 |
| 1481,55 | arenit arkozowy dr      | 0,25 | 0,62 | 2,48 | 45,2 | 13,6 | 5,9 | 3,7  | 1,9 | 1,7 | 10,2 | 1,5  | 2,3 | 14,0 | 0,0  | 0,0 |

Tabela 22 cd.

| 1       | 2                       | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11  | 12   | 13  | 14  | 15   | 16   | 17  |
|---------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|
| 1490,65 | arenit subarkozowy śr   | 0,35 | 0,80 | 2,29 | 51,8 | 11,5 | 6,1  | 5,3 | 4,1 | 4,0 | 1,4  | 0,9 | 0,0 | 10,2 | 3,5  | 1,2 |
| 1513,70 | arenit arkozowy dr      | 0,15 | 0,35 | 2,33 | 40,2 | 8,5  | 9,2  | 2,6 | 1,2 | 2,2 | 14,9 | 2,1 | 0,7 | 13,8 | 2,5  | 2,1 |
| 1523,50 | arenit arkozowy śr      | 0,30 | 0,75 | 2,50 | 49,0 | 8,1  | 11,8 | 5,4 | 4,1 | 3,6 | 0,9  | 1,5 | 0,1 | 10,3 | 2,7  | 2,5 |
| 1534,80 | waka arkozowa śr        | 0,35 | 0,67 | 1,91 | 48,9 | 8,8  | 8,9  | 4,6 | 4,0 | 2,4 | 0,0  | 1,6 | 0,0 | 16,0 | 4,0  | 0,8 |
| 1543,00 | waka arkozowa śr        | 0,30 | 0,67 | 2,23 | 44,8 | 8,0  | 12,3 | 5,6 | 4,0 | 2,5 | 1,2  | 1,6 | 0,0 | 15,2 | 3,8  | 1,0 |
| 1575,40 | waka arkozowa dr        | 0,25 | 0,59 | 2,36 | 51,2 | 5,9  | 8,9  | 5,7 | 3,3 | 2,6 | 0,6  | 1,9 | 0,7 | 15,5 | 2,8  | 0,9 |
| 1668,50 | arenit kwarcowy dr      | 0,12 | 0,30 | 2,50 | 94,8 | 0,0  | 0,0  | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,2  | 0,5 | 0,2 | 2,2  | 0,4  | 0,0 |
| 1677,70 | arenit subarkozowy b dr | 0,08 | 0,20 | 2,50 | 41,4 | 4,8  | 7,8  | 2,2 | 0,6 | 3,1 | 1,1  | 2,3 | 0,4 | 2,2  | 28,0 | 6,1 |
| 1722,60 | arenit subarkozowy dr   | 0,25 | 0,40 | 1,60 | 49,0 | 6,9  | 8,4  | 5,4 | 3,3 | 1,0 | 1,5  | 2,1 | 0,0 | 3,5  | 18,9 | 0,0 |
| 1743,10 | waka arkozowa dr        | 0,12 | 0,25 | 2,08 | 51,1 | 10,3 | 7,4  | 2,0 | 0,2 | 2,2 | 3,6  | 2,8 | 0,4 | 18,0 | 2,0  | 0,0 |
| 1752,50 | waka arkozowa dr        | 0,15 | 0,30 | 2,00 | 48,3 | 10,4 | 7,5  | 5,3 | 3,6 | 1,7 | 4,0  | 2,9 | 0,4 | 15,1 | 0,8  | 0,0 |
| 1764,80 | waka arkozowa b dr      | 0,10 | 0,30 | 3,00 | 53,2 | 5,6  | 6,8  | 5,0 | 4,0 | 1,2 | 2,7  | 3,5 | 1,2 | 15,3 | 0,3  | 1,2 |
| 1777,70 | waka subarkozowa b dr   | 0,10 | 0,15 | 1,50 | 45,7 | 4,3  | 2,7  | 2,5 | 1,9 | 0,0 | 1,3  | 3,1 | 1,2 | 36,3 | 0,0  | 1,0 |
| 1790,30 | arenit subarkozowy dr   | 0,10 | 0,35 | 3,50 | 43,9 | 6,8  | 5,2  | 5,1 | 3,4 | 1,7 | 16,6 | 2,2 | 0,8 | 9,3  | 0,0  | 0,0 |
| 1802,10 | waka arkozowa dr        | 0,15 | 0,35 | 2,33 | 46,7 | 7,4  | 5,6  | 4,8 | 3,0 | 1,8 | 3,4  | 4,6 | 2,4 | 15,1 | 1,0  | 4,2 |
| 1827,60 | arenit subarkozowy dr   | 0,15 | 0,35 | 2,33 | 44,6 | 5,2  | 9,5  | 5,1 | 1,4 | 2,1 | 0,3  | 2,5 | 0,2 | 0,0  | 26,1 | 3,0 |
| 1829,50 | arenit subarkozowy śr   | 0,30 | 0,75 | 2,50 | 55,4 | 7,6  | 5,7  | 4,4 | 3,4 | 2,4 | 1,7  | 2,5 | 1,7 | 8,9  | 2,1  | 4,2 |
| 1840,80 | arenit subarkozowy dr   | 0,15 | 0,20 | 1,33 | 50,3 | 7,8  | 8,5  | 5,5 | 3,3 | 1,1 | 4,8  | 2,3 | 2,7 | 12,6 | 1,1  | 0,0 |
| 1860,45 | arenit subarkozowy dr   | 0,18 | 0,35 | 1,94 | 48,4 | 6,5  | 8,2  | 4,6 | 3,5 | 2,5 | 3,5  | 2,6 | 1,5 | 3,8  | 12,9 | 2,0 |
| 1884,40 | waka arkozowa dr        | 0,18 | 0,40 | 2,22 | 47,7 | 4,7  | 14,8 | 3,0 | 0,8 | 2,3 | 4,0  | 2,3 | 1,3 | 17,5 | 1,6  | 0,0 |
| 1897,90 | arenit subarkozowy dr   | 0,10 | 0,25 | 2,50 | 43,7 | 4,0  | 11,6 | 2,1 | 0,5 | 2,4 | 2,6  | 2,0 | 0,6 | 4,1  | 23,4 | 3,0 |
| 1966,60 | arenit subarkozowy śr   | 0,40 | 0,70 | 1,75 | 55,6 | 3,4  | 11,0 | 7,6 | 4,2 | 2,7 | 0,0  | 0,8 | 0,0 | 4,2  | 10,5 | 0,0 |
| 1984,70 | arenit subityczny śr    | 0,30 | 0,55 | 1,88 | 45,3 | 4,3  | 14,8 | 7,4 | 2,6 | 2,4 | 1,2  | 2,4 | 1,7 | 5,0  | 12,9 | 0,0 |
| 2000,00 | arenit subarkozowy śr   | 0,50 | 0,85 | 1,70 | 50,1 | 3,5  | 15,3 | 7,0 | 4,3 | 2,4 | 0,0  | 1,6 | 0,0 | 13,0 | 1,9  | 0,9 |
| 2026,35 | waka arkozowa b dr      | 0,07 | 0,12 | 1,71 | 37,9 | 4,1  | 13,6 | 1,5 | 0,0 | 2,9 | 14,6 | 4,1 | 1,6 | 19,7 | 0,0  | 0,0 |
| 2051,10 | waka arkozowa dr        | 0,25 | 0,40 | 1,60 | 40,5 | 6,7  | 15,0 | 4,1 | 3,4 | 2,4 | 4,0  | 2,6 | 2,4 | 15,9 | 1,0  | 2,0 |
| 2071,30 | waka arkozowa dr        | 0,15 | 0,25 | 1,67 | 43,3 | 7,9  | 13,9 | 6,5 | 3,4 | 2,5 | 1,6  | 2,6 | 2,4 | 15,1 | 0,5  | 0,3 |
| 2082,10 | waka arkozowa śr        | 0,30 | 0,55 | 1,83 | 43,3 | 5,2  | 14,0 | 5,7 | 5,3 | 2,6 | 1,3  | 2,6 | 2,2 | 15,7 | 1,1  | 1,0 |
| 2106,40 | waka arkozowa dr        | 0,18 | 0,45 | 2,50 | 44,4 | 5,0  | 13,3 | 5,1 | 4,6 | 1,9 | 3,9  | 3,4 | 1,7 | 15,2 | 0,6  | 0,9 |
| 2116,50 | arenit subarkozowy śr   | 0,40 | 0,59 | 1,48 | 49,1 | 5,0  | 13,2 | 6,4 | 3,8 | 2,6 | 1,3  | 2,3 | 1,7 | 9,1  | 5,0  | 0,5 |
| 2125,60 | arenit subarkozowy dr   | n.o. | n.o. | n.o. | 45,6 | 7,5  | 10,1 | 4,9 | 4,1 | 2,8 | 1,7  | 2,5 | 4,9 | 0,0  | 15,9 | 0,0 |
| 2159,40 | arenit subarkozowy dr   | 0,20 | 0,30 | 1,50 | 45,0 | 7,4  | 9,9  | 4,5 | 3,6 | 2,7 | 3,2  | 1,6 | 2,1 | 3,0  | 17,0 | 0,0 |
| 2189,90 | waka arkozowa dr        | n.o. | n.o. | n.o. | 42,2 | 6,5  | 10,7 | 6,0 | 3,9 | 1,9 | 5,8  | 4,9 | 2,6 | 15,2 | 0,0  | 0,3 |
| 2211,35 | arenit arkozowy dr      | 0,15 | 0,18 | 1,20 | 41,8 | 9,5  | 9,6  | 5,9 | 3,4 | 2,0 | 5,7  | 5,7 | 1,8 | 10,2 | 0,5  | 3,9 |

bdr – bardzo drobnoziarnisty/very fine-grained; dr – drobnoziarnisty/fine-grained; śr – średnioziarnisty/medium-grained; gr – gruboziarnisty/course-grained; ziar. – ziarno-grain; n.o. – nie oznaczono/not determine

Tabela 23

**Wyniki analizy rentgenowskiej piaskowców**  
Results of X-ray analysis sandstones

| Głębokość<br>Depth [m] | Nazwa skały<br>Rock name | Skład mineralny<br>Mineral composition                                      |
|------------------------|--------------------------|---|
| 1                      | 2                        | 3   |
| 52,40                  | wa a dr                  | kwarc, miki, skalenie potasowe, kaolinit                                    |
| 55,30                  | ar a śr                  | kwarc, dolomit, miki, skalenie potasowe, domieszki kaolinitu                |
| 67,40                  | wa a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit   |
| 78,60                  | ar a gr                  | kwarc, dolomit, skalenie potasowe, domieszki mik i kaolinitu                |
| 95,60                  | wa a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit   |
| 111,90                 | ar a dr                  | kwarc, miki, skalenie potasowe, kaolinit                                    |
| 113,20                 | ar a dr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit                                    |
| 122,20                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, domieszki kaolinitu                         |
| 153,70                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie, miki, domieszki kaolinitu                                  |
| 167,80                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, domieszki kaolinitu                         |
| 183,50                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, domieszki kaolinitu i chlorytów             |
| 199,20                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, syderyt, kaolinit, domieszki mik         |
| 236,40                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, niewielkie domieszki chlorytów    |
| 256,30                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, domieszki kaolinitu                         |
| 265,00                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit                                    |
| 299,00                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie, domieszki mik i kaolinitu                                  |
| 327,50                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit                                    |
| 334,20                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie, domieszki mik i kaolinitu                                  |
| 351,30                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit                                    |
| 360,00                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit                                    |
| 378,00                 | wa l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, domieszki mik i kaolinitu                         |
| 385,05                 | ar a dr                  | kwarc, miki, kaolinit, skalenie potasowe, domieszki chlorytów               |
| 408,00                 | ar l gr                  | kwarc, kaolinit, skalenie potasowe, miki, domieszki chlorytów               |
| 425,80                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki                                    |
| 444,60                 | ar a dr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit   |
| 461,20                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, ewentualna domieszka syderytu     |
| 471,70                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit   |
| 492,05                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, domieszki chlorytów               |
| 513,95                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, miki, kaolinit                           |
| 525,10                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, miki, kaolinit                           |
| 547,10                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, chloryty                                   |
| 592,95                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, domieszki chlorytów                        |
| 620,90                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie, domieszki miki, kaolinitu i chlorytów                      |
| 650,10                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, chloryty, ewentualna domieszka syderytu    |
| 667,70                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |
| 691,05                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, chloryty                                   |
| 698,10                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit                          |
| 700,30                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie, miki, chloryty   |
| 707,90                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |
| 719,90                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit                          |
| 725,60                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, chloryty                          |
| 742,10                 | wa l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, chloryty                          |
| 752,20                 | ar l śr                  | kwarc, dolomit, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                 |
| 768,90                 | ar l śr                  | kwarc, dolomit, skalenie potasowe, domieszka mik, kaolinitu i chlorytów     |
| 779,35                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie, kaolinit, miki, chloryty, ew. niewielka domieszka dolomitu |
| 804,90                 | ar l dr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |
| 820,20                 | ar a dr                  | kwarc, skalenie, kaolinit, miki, chloryty                                   |
| 838,50                 | ar l dr                  | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, chloryty                          |
| 851,05                 | wa l gr                  | kwarc, skalenie, dolomit, kaolinit, miki, chloryty                          |
| 859,00                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, domieszka chlorytów i dolomitu             |
| 870,05                 | wa l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, ew. niewielka domieszka chlorytów |
| 885,60                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie, miki, kaolinit, chloryty                                   |
| 894,70                 | ar l śr                  | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, miki, kaolinit                           |
| 913,15                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, domieszka mik i kaolinitu                         |
| 928,65                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |
| 948,80                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie, dolomit, miki, kaolinit                                    |
| 961,10                 | ar a śr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |
| 962,30                 | ar l gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit                          |
| 974,45                 | ar a dr                  | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, skalenie                                   |
| 985,45                 | ar a gr                  | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty                          |

Tabela 23 cd.

| 1       | 2                     | 3   |
|---------|-----------------------|---|
| 997,30  | ar sa śr              | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, dolomit, domieszki chlorytów  |
| 1006,40 | ar a śr               | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty, domieszki dolomitu i kalcytu  |
| 1015,10 | ar l śr               | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, miki, kaolinit, chloryty   |
| 1041,10 | ar lśr                | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, kalcyt, miki, kaolinit   |
| 1051,55 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, domieszki mik, chlorytów, kaolinitu, ewentualnie niewielkie domieszki syderytu i dolomitu     |
| 1064,00 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, chloryty  |
| 1073,30 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki, chloryty  |
| 1094,30 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty, domieszka dolomitu  |
| 1122,90 | ar l śr               | kwarc, skalenie potasowe, dolomit, miki, kaolinit, domieszka chlorytów  |
| 1124,10 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, domieszki kaolinitu i mik   |
| 1129,80 | ar l gr               | kwarc, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1168,50 | ar sl dr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki  |
| 1176,20 | ar sl dr              | kwarc, skalenie, kaolinit, miki, chloryty   |
| 1209,65 | ar l dr               | kwarc, domieszki skaleni potasowych, kaolinitu, mik i dolomitu  |
| 1249,95 | ar a śr               | kwarc, domieszki skaleni potasowych, kaolinitu i mik  |
| 1279,60 | wa sl dr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki  |
| 1287,55 | ar sl dr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki  |
| 1296,35 | ar sl dr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, domieszki mik, ewentualne domieszki syderytu (?)                                    |
| 1317,15 | ar sl dr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, niewielka domieszka mik, chlorytów, ewentualnie syderytu                            |
| 1333,30 | ar sa śr              | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, domieszka mik   |
| 1341,50 | ar l dr               | kwarc, syderyt, skalenie potasowe, kaolinit, domieszki mik i chlorytów  |
| 1412,75 | ar sl dr              | kwarc, dolomit, kaolinit, domieszki skaleni   |
| 1430,85 | ar l bdr              | kwarc, miki, chloryty, skalenie, syderyt  |
| 1434,20 | ar sl dr              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, ewentualne niewielka domieszka skaleni   |
| 1439,80 | ar sl gr              | kwarc, domieszki kaolinitu, mik, skaleni, chlorytów   |
| 1445,60 | ar l gr               | kwarc, kaolinit, miki, chloryty, domieszka skaleni  |
| 1448,80 | ar l śr               | kwarc, dolomit, kaolinit, domieszki mik i chlorytów   |
| 1457,90 | wa l bdr              | kwarc, kaolinit, syderyt, miki  |
| 1461,20 | wa l śr               | kwarc, kaolinit, miki, domieszki skaleni  |
| 1481,55 | ar a dr               | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit, chloryty, miki  |
| 1490,65 | ar sa śr              | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit, chloryty, miki, dolomit                                   |
| 1513,70 | ar a dr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki, kaolinit, domieszki dolomitu i syderytu             |
| 1523,50 | ar a śr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, miki, kaolinit, chloryty, dolomit                                   |
| 1528,35 | zlepieniec syderytowy | syderyt, domieszki dolomitu   |
| 1534,80 | wa a śr               | kwarc, skalenie, chloryty, miki, kaolinit, dolomit  |
| 1543,00 | wa a śr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki, kaolinit, dolomit                                   |
| 1575,40 | wa a dr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit, ewentualne domieszki syderytu i dolomitu  |
| 1722,60 | ar sa dr              | kwarc, dolomit, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, domieszki mik, chlorytów i kaolinitu                       |
| 1752,50 | wa a dr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, miki, chloryty, kaolinit   |
| 1764,80 | wa a bdr              | kwarc, skalenie, chloryty, miki, kaolinit, niewielka domieszka syderytu   |
| 1777,70 | wa sa bdr             | kwarc, kalcyt, dolomit, skalenie sodowo-wapniowe, domieszki mik, kaolinitu, ewentualnie syderytu                        |
| 1790,30 | ar sa dr              | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit, chloryty, miki  |
| 1802,10 | ar sa dr              | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki, kaolinit  |
| 1829,50 | ar sa śr              | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, domieszki mik, kaolinitu i chlorytów   |
| 1840,80 | ar sa dr              | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit  |
| 1884,40 | wa a dr               | kwarc, skalenie, chloryty, miki, kaolinit   |
| 1912,20 | wa a dr               | kwarc, skalenie, miki, chloryty, domieszka kaolinitu i syderytu   |
| 1966,60 | ar sl śr              | kwarc, skalenie, dolomit, kaolinitu, domieszka chlorytów i mik  |
| 1976,80 | wa sa dr              | kwarc, skalenie, chloryty, miki   |
| 1984,70 | ar sa śr              | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki  |
| 2000,00 | ar sa śr              | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki  |
| 2051,10 | wa a dr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki, kaolinit  |
| 2058,80 | wa sa dr              | kwarc, skalenie, miki, chloryty, kaolinit   |
| 2071,30 | wa a dr               | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, chloryty, miki, kaolinit  |
| 2082,10 | wa a śr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty, miki, kaolinit  |
| 2106,40 | wa a dr               | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, chloryty, miki, ewentualna niewielka domieszka dolomitu i kaolinitu |
| 2116,50 | ar sa śr              | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, chloryty, miki, domieszka kalcytu i ewentualnie kaolinitu           |
| 2125,60 | ar sa dr              | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, kalcyt, chloryty, miki, ewentualnie kaolinit                        |
| 2159,40 | ar sa dr              | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe, chloryty, kalcyt, miki, kaolinit, ewentualnie piryt                 |
| 2189,90 | wa a dr               | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, miki, chloryty, kaolinit  |
| 2211,35 | ar a dr               | kwarc, skalenie potasowe, skalenie sodowo-wapniowe chloryty, miki, ewentualnie kaolinit                                 |

ar – arenit/arenite; wa – waka/wacke; a – arkozowe/arcosic; sa – subarkozowe/subarcosic; l – lityczne/lithic; sl – sublityczne/sublithic; bdr – bardzo drobnoziarnisty/very fine-grained; dr – drobnoziarnisty/fine-grained; śr – średnioziarnisty/medium-grained, gr – gruboziarnisty/coarse-grained

Tabela 24

**Wyniki analizy rentgenowskiej mułowców, iłowców i tufów**  
Results of X-ray analysis mudstones, claystones and tuffs

| Głębokość<br>Depth<br>[m] | Nazwa skały<br>Rock name             | Skład mineralny<br>Mineral composition   |
|---------------------------|--------------------------------------|--|
| 1                         | 2                                    | 3  |
| 228,80                    | iłowiec pylasty                      | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 341,30                    | iłowiec                              | kwarc, kaolinit, chloryty, ewentualna domieszka syderytu                         |
| 341,50                    | iłowiec syderytowy                   | syderyt, kwarc   |
| 382,95                    | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 389,80                    | mułowiec                             | kwarc, miki, chloryty, ewentualna domieszka syderytu                             |
| 452,20                    | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka skaleni                               |
| 558,90                    | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka skaleni                               |
| 608,20                    | mułowiec                             | kwarc, miki, chloryty, kaolinit  |
| 673,20                    | mułowiec                             | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie  |
| 714,10                    | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka skaleni                               |
| 717,35                    | mułowiec                             | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie  |
| 760,50                    | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, kaolinit, miki, chloryty, niewielka domieszka skaleni                     |
| 901,20                    | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, syderyt   |
| 903,60                    | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka skaleni, syderyt                      |
| 952,80                    | iłowiec                              | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, domieszka syderytu                              |
| 1029,00                   | mułowiec piaszczysty z lamina iłowca | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka syderyt i skaleni                     |
| 1055,07–1055,10           | tuf wiroklastyczno-popiołowy         | kaolinit, domieszka kwarcu, chlorytów i mik                                      |
| 1083,00                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, ewentualna domieszka syderytu                   |
| 1104,30                   | mułowiec iłowcowy                    | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, syderyt, niewielka domieszka skaleni            |
| 1107,80                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, syderyt, niewielka domieszka skaleni            |
| 1146,00                   | mułowiec                             | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, ewentualnie niewielka domieszka skaleni         |
| 1156,40                   | iłowiec mułowcowy                    | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, ewentualnie domieszka syderytu                  |
| 1166,25                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, niewielka domieszka skaleni i syderytu          |
| 1184,90                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1185,70                   | iłowiec pylasty                      | kwarc, miki, kaolinit, domieszka chlorytów i syderytu                            |
| 1187,40                   | iłowiec pylasty                      | kwarc, miki, kaolinit, domieszka syderytu i chlorytów                            |
| 1196,20                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, kaolinit, miki, chloryty, domieszka syderytu i skaleni                    |
| 1214,45                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka syderytu, niewielka domieszka skaleni |
| 1224,05                   | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, syderyt, chloryty   |
| 1226,75                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1233,40                   | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka syderytu                              |
| 1246,80                   | mułowiec                             | kwarc, skalenie potasowe, kaolinit, miki   |
| 1260,80                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka syderytu                              |
| 1270,80                   | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, niewielka domieszka syderytu                    |
| 1273,25                   | iłowiec pylasty                      | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1287,55                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1307,40                   | mułowiec piaszczysty                 | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, domieszka syderytu                              |
| 1353,70                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty, ewentualnie niewielka domieszka skaleni         |
| 1364,10                   | mułowiec                             | kwarc, miki, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, kaolinit, chloryty     |
| 1368,90                   | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1374,70                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1386,50                   | iłowiec mułowcowy                    | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1399,10                   | iłowiec                              | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1421,05                   | mułowiec                             | kwarc, miki, kaolinit, chloryty  |
| 1455,45                   | mułowiec                             | kaolinit, kwarc, miki  |

Tabela 24 cd.

| 1       | 2   | 3   |
|---------|---|---|
| 1456,50 | mułowiec  | kwarc, miki, kaolinit   |
| 1477,67 | tuf wiroklastyczno-krystaloklastyczno-popiołowy | minerały mieszano-pakietowe, kaolinit, skalenie potasowe, kwarc (?)   |
| 1501,65 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1551,90 | mułowiec  | kwarc, chloryty, miki, skalenie, kaolinit   |
| 1566,40 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1606,80 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie   |
| 1616,60 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit, ewentualnie niewielka domieszka syderytu           |
| 1644,70 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit   |
| 1646,80 | mułowiec  | kwarc, chloryty, miki, kaolinit, skalenie   |
| 1658,00 | iłowiec   | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, domieszki skaleni  |
| 1661,90 | iłowiec piaszczysty                             | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe                                  |
| 1665,80 | mułowiec  | kwarc, chloryty, miki, skalenie, kaolinit   |
| 1674,20 | mułowiec  | kwarc, chloryty, miki, kaolinit, domieszki skaleni  |
| 1683,30 | mułowiec  | kwarc, chloryty, miki, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe                                  |
| 1697,40 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1705,60 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, kaolinit   |
| 1731,30 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1743,10 | mułowiec  | kwarc, skalenie, chloryty, miki, kaolinit   |
| 1763,70 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, chloryty, miki, skalenie, kaolinit   |
| 1774,80 | iłowiec pylasty                                 | kwarc, syderyt, kaolinit, miki, chloryty  |
| 1812,40 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit   |
| 1853,00 | iłowiec pylasty                                 | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, ewentualna domieszka syderytu i skaleni                                      |
| 1874,50 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe   |
| 1899,20 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit, ewentualna domieszka syderytu                      |
| 1918,30 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe, syderyt  |
| 1923,25 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, chloryty, miki, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit   |
| 1933,85 | mułowiec  | kwarc, skalenie, miki, chloryty, niewielka domieszka kaolinitu  |
| 1937,70 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1944,20 | iłowiec laminowany mułowcem                     | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 1947,10 | iłowiec   | kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, miki, kaolinit, ewentualna domieszka syderytu i chlorytów |
| 1955,40 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 2011,70 | mułowiec laminowany wąką drobnoziarnistą        | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, kaolinit                                  |
| 2019,40 | mułowiec  | kwarc, miki, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, chloryty  |
| 2033,85 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 2040,95 | iłowiec laminowany mułowcem                     | kwarc, chloryty, miki, skalenie sodowo-wapniowe, skalenie potasowe, kaolinit                                  |
| 2138,70 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, chloryty, miki, skalenie, kaolinit   |
| 2151,30 | mułowiec piaszczysty laminowany iłowcem         | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 2180,10 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 2198,00 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie, kaolinit   |
| 2221,80 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe   |
| 2234,60 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit   |
| 2237,60 | mułowiec piaszczysty                            | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, ewentualna domieszka kaolinitu                               |
| 2243,30 | mułowiec  | kwarc, miki, chloryty, kaolinit, skalenie sodowo-wapniowe   |
| 2247,90 | iłowiec   | dolomit, kwarc, skalenie sodowo-wapniowe, miki, chloryty, kaolinit  |
| 2253,60 | iłowiec mułowcowy                               | kwarc, miki, chloryty, skalenie sodowo-wapniowe, kaolinit   |

Tabela 25

Wyniki analizy termicznej  
Results of thermal analysis

| Głębokość<br>Depth<br>[m] | Nazwa skały<br>Rock name                        | Skład mineralny<br>Mineral composition       |
|---------------------------|---|--|
| 199,20                    | arenit lityczny, gruboziarnisty                 | piryt, kalcyt, syderyt (?)                   |
| 265,00                    | arenit lityczny, średnioziarnisty               | dolomit                                      |
| 341,30                    | iłowiec   | kaolinit, domieszki syderytu                 |
| 382,95                    | iłowiec   | kaolinit, illit                              |
| 452,20                    | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit                              |
| 558,90                    | iłowiec   | kaolinit, illit                              |
| 608,20                    | mułowiec  | illit, chloryt, kaolinit                     |
| 673,20                    | mułowiec  | illit, syderyt, domieszki kaolinitu          |
| 707,90                    | arenit arkozowy, średnioziarnisty               | illit, kwarc                                 |
| 714,10                    | mułowiec  | kaolinit, chloryty, illit                    |
| 760,50                    | mułowiec piaszczysty                            | illit, kaolinit, syderyt                     |
| 903,60                    | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit, syderyt                     |
| 1029,00                   | mułowiec piaszczysty z laminą iłowca            | illit, chloryty, syderyt (?)                 |
| 1055,07–1055,10           | tuf wiroklastyczno-popiołowy                    | kaolinit, illit                              |
| 1104,30                   | mułowiec iłowcowy                               | illit, kaolinit, syderyt, chloryt            |
| 1156,40                   | iłowiec mułowcowy                               | kaolinit, illit, syderyt                     |
| 1166,25                   | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit                              |
| 1184,90                   | mułowiec  | illit, kaolinit                              |
| 1196,20                   | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit, syderyt (?)                 |
| 1214,45                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, kaolinit, syderyt                     |
| 1224,05                   | iłowiec   | kaolinit, illit, domieszki syderytu          |
| 1226,75                   | mułowiec  | kaolinit, illit, domieszki syderytu          |
| 1233,40                   | iłowiec mułowcowy                               | illit, kaolinit                              |
| 1260,80                   | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit, domieszki syderytu          |
| 1270,80                   | iłowiec   | kaolinit, illit, syderyt                     |
| 1307,40                   | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit, chloryt                     |
| 1368,90                   | iłowiec   | kaolinit, illit, syderyt                     |
| 1386,50                   | iłowiec mułowcowy                               | kaolinit, illit, syderyt                     |
| 1399,10                   | iłowiec   | syderyt, kaolinit, illit                     |
| 1421,05                   | mułowiec  | kaolinit, illit, chloryt                     |
| 1456,50                   | mułowiec  | kaolinit, illit                              |
| 1477,67                   | tuf wiroklastyczno-krystaloklastyczno-popiołowy | kaolinit, domieszka montmorylonitu           |
| 1481,55                   | arenit arkozowy, drobnoziarnisty                | illit, chloryt                               |
| 1501,65                   | mułowiec piaszczysty                            | kaolinit, illit, chloryt                     |
| 1551,90                   | mułowiec  | syderyt, kaolinit, illit, chloryt            |
| 1566,40                   | mułowiec piaszczysty                            | chloryty, illit                              |
| 1606,80                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, syderyt, domieszki chlorytu           |
| 1658,00                   | iłowiec   | illit, chloryt, kaolinit                     |
| 1697,40                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, chloryt, kaolinit                     |
| 1731,30                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, syderyt, chloryt, domieszki kaolinitu |
| 1812,40                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, chloryt, syderyt                      |
| 1944,20                   | iłowiec laminowany mułowcem i syderytem         | chloryty, illit, kaolinit (?)                |
| 2011,70                   | mułowiec laminowany waką drobnoziarnistą        | illit, chloryt, syderyt, domieszki kaolinitu |
| 2040,95                   | iłowiec z laminą mułowca                        | chloryty, kaolinit, illit                    |
| 2058,80                   | mułowiec piaszczysty                            | chloryty, illit                              |
| 2138,70                   | mułowiec piaszczysty                            | chloryty, illit                              |
| 2151,30                   | mułowiec piaszczysty laminowany iłowcem         | chloryty, illit, ślady kalcytu               |
| 2159,40                   | arenit subarkozowy, drobnoziarnisty             | kalcyt, piryt, illit                         |
| 2180,10                   | mułowiec piaszczysty                            | illit, chloryt                               |
| 2198,00                   | mułowiec  | chloryty, illit                              |
| 2234,60                   | mułowiec piaszczysty                            | chloryty, illit                              |
| 2243,30                   | mułowiec  | chloryty, illit                              |
| 2247,90                   | iłowiec mułowcowy                               | dolomit                                      |
| 2253,60                   | iłowiec mułowcowy                               | illit, chloryt, domieszki syderytu           |

jest kierunkowa, podkreślona ułożeniem łuseczek łyszczyków i minerałów ilastych oraz materii organicznej. Niekiedy kierunkowość jest zaakcentowana przez naprzemian leżące laminy różnych frakcji. Materiał ziarnisty frakcji aleurytowej i psamitowej najczęściej wykazuje słabe obtoczenie. Są to głównie ziarna angularne lub subangularne, rzadziej subowalne. W składzie mineralnym materiału okruchowego przeważa kwarc, którego udział waha się od 64,0 do 91,0% obj. skały. Zawartość skaleni, zarówno skaleni potasowych, jak i plagioklastu, jest zróżnicowana. W górnej części profilu karbonu, skałen potasowy, głównie ortoklaz, występuje w ilości od 3 do 7% obj. skały, natomiast nie zauważono plagioklastu. W dolnej części profilu zawartość skalenia potasowego maleje, a obecność plagioklastu, w niewielkiej ilości, notowana jest od głęb. 1166,25 m, a od 1501,65 m jego zawartość wzrasta do 8% obj. skały, przeważając nad skaleniem potasowym. Ziarna skaleni ulegają procesom serycytyzacji, kaolinityzacji oraz rzadziej karbonatyzacji. Łyszczyki występują w ilości od 3 do 20% obj. skały i są reprezentowane przez biotyt i muskowitz. Biotyt, w ilości od 1 do 12% obj. skały, występuje w formie łusek różnej wielkości zarówno jako biotyt świeży, jak i zwiertzały. W biotycie są widoczne efekty procesów chlorytyzacji i bauerytyzacji. Końcowym efektem chlorytyzacji biotyty jest obecność łusek chlorytu o barwie intensywnie zielonej, niekiedy z drobnymi wrostkami rutylu i uwodnionych tlenków żelaza. Bauerytyzacja zachodząca na łuskach biotyty ma różną intensywność. Mogą one być częściowo lub całkowicie odbarwione, niekiedy z widoczną siatką sagenitową. Często obserwuje się skupienia drobnołuseczkowego illitu, który jest końcowym produktem rozpadu łyszczyków. Muskowitz występuje w postaci różnej wielkości bezbarwnych łusek w ilości 2–10% obj. skały, maksymalnie 15%. Zawartość okruchów skał waha się od 0 do 5% obj. skały. Są to najczęściej okruchy kwarcytów, łupków kwarcowo-łyszczykowych lub kwarcowych, bardzo rzadko skał magmowych. Z minerałów ciężkich zidentyfikowano: cyrkon, turmalin, apatyt, granat i sporadycznie rutyl. Ponadto jako minerał akcesoryczny występuje glaukonit w postaci owalnych, agregatowych ziaren zielonych (próbki z głęb. 1260,80, 1307,40, 1501,65, 1606,80, 2180,10 i 2234,60 m). Masę spajającą buduje substancja złożona z pyłu kwarcowego i minerałów ilastych (illit, kaolinit, chloryty). W składzie minerałów ilastych do głęb. ok. 1350,0 m illit przeważa nad kaolinitem i chlorytem, natomiast głębiej, do spągu profilu karbonu występują głównie illit i chloryty, przy zmiennej zawartości kaolinitu (tab. 24, 25). Miejscami stwierdzono domieszkę węglanową.

#### Iłowce

Iłowce to osady o strukturze pelitowej i aleurytowo-pelitowej, reprezentujące iłowce i iłowce mułowcowe. Skały te charakteryzują się najczęściej teksturą kierunkową, podkreśloną ułożeniem łuseczek minerałów ilastych i łyszczyków, laminarnym nagromadzeniem materii organicznej i węglanów. Udział frakcji aleurytowej wynosi 5–30% obj.

skały, sporadycznie do 40%. W składzie mineralnym materiału ziarnistego kwarc przeważa nad skaleniami i łyszczykami (biotyt, muskowitz). Masę podstawową stanowi pelit kwarcowo-ilasty. Wśród minerałów ilastych zaznacza się przewaga kaolinitu nad illitem i chlorytem w przedziale głębokości od stropu do ok. 1350 m (tab. 24, 25). Poniżej głęb. 1350,0 m aż do spągu profilu karbonu stwierdzono głównie chloryty i illit, przy zmiennej zawartości kaolinitu. Z minerałów węglanowych występują najczęściej syderyt, rzadziej kalcyt lub dolomit. Obecność ich stwierdzono głównie w spągowej części profilu karbonu.

#### Skały tufogeniczne

Skały tufogeniczne obejmują tufy, które stwierdzono w 2 próbkach.

Próbkę z głęb. 1055,07–1055,10 m reprezentuje tuf wiotroklastyczno-popiołowy, o teksturze kierunkowej, podkreślonej laminarnym ułożeniem okruchów materii organicznej i blaszek biotyty. Masę podstawową skały jest substancja niskodwójłonna, kryptokrystaliczna, w której tkwią dość liczne łuski biotyty ulegające procesowi bauerytyzacji. Większość blaszek biotyty ma wielkość 0,15–0,20 mm, maksymalnie do 0,90 mm. Ponadto, w mniejszej ilości, występują okruchy zdewitryfikowanego szkliwa wulkanicznego oraz nieliczne ziarna kwarcu o przeciętnej wielkości 0,06 mm, a maksymalnej 0,12 mm. Analiza termiczna zidentyfikowała w skale kaolinit (tab. 25), a rentgenowska – kaolinit i domieszki chlorytu (tab. 24).

Próbkę z głęb. 1477,67 m reprezentuje tuf wiotroklastyczno-krytaloklastyczno-popiołowy o teksturze kierunkowej zaznaczonej laminarnym ułożeniem łusek łyszczyków oraz jednokierunkowym wygaszaniem światła całej masy skalnej. Skałę budują różnej wielkości i w różnym stopniu przeobrażone blaszki biotyty. Ponadto występują okruchy zdewitryfikowanego szkliwa, skalenie oraz pojedyncze ziarna kwarcu. Przeciętna wielkość klastów wynosi ok. 0,1 mm, a maksymalna ok. 0,25 mm. Masę spajającą jest substancja wykształcona w postaci drobnołuseczkowej hydromiki o średniej dwójłomności barwy bladobrunatnej. Ponadto, jako domieszka występuje substancja kryptoziarnista, niskodwójłonna, barwy bladosiłomkowej. Analiza termiczna wykazała obecność kaolinitu (tab. 25), a rentgenowska – minerałów mieszanopakietowych oraz kaolinitu (tab. 24).

#### Zmienność cech petrograficznych w profilu otworu

##### Krakowska seria piaskowcowa

##### Warstwy libiąskie (głęb. 50,00–393,25)

Warstwy libiąskie budują głównie piaskowce ze znikłym udziałem iłowców, a w spągu także mułowca.

Piaskowce reprezentują arenity arkozowe i lityczne, sporadycznie sublityczne, rzadko waki arkozowe. Charak-

teryzują się one strukturą najczęściej grubo- i średnioziarnistą, miejscami bardzo gruboziarnistą i żwirową oraz drobnoziarnistą. Tekstura piaskowców jest najczęściej bezładna, rzadko kierunkowa podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków. Wyszortowanie materiału jest słabe, dominują piaskowce nierównoziarniste. Obtoczenie materiału ziarnowego jest dość dobre (ziarna subowalne i subangulane); poniżej głęb. 250 m wzrasta w próbkach ilość ziaren angulanych. Przeciętna zawartość kwarcu wynosi 31,9% obj., a skaleni potasowych 23,8% obj. skały. Okruchy skał są reprezentowane przez: kwarcyty, łupki kwarcowe, skały magmowe oraz bardzo rzadko skały osadowe (piaskowce, mułowce, iłowce syderytowe). Przeciętna zawartość lito-klastów wynosi 21,4% obj. skały. Z łyszczyków występują biotyt (0–13,9% obj. skał) oraz muskowitz w zmiennych ilościach (0–10,5% obj. skał). Szkielet ziarnowy spojony jest spoiwem, którego ilość w większości próbek nie przekracza 15% obj. skały. Składa się na nie matriks kaolinitowo-illitowo-kwarcowy (przewaga kaolinitu nad illitem), wodrotlenki żelaza oraz miejscami cement węglanowy (głównie sparyt dolomitowy, rzadziej bardzo drobnokrystaliczny syderyt). Porowatość piaskowców waha się od ok. 3,0 do 21,4%, przeciętnie 12,7%, a przepuszczalność od <0,1 mD do 128 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52, 53).

Mułowiec występujący w spągu warstw libiąskich charakteryzuje się strukturą pelitowo-psamitowo-aleurytową. Udział frakcji psamitowej wynosi 10% obj. skały, a frakcji pelitowej, która występuje zarówno jako masa spajająca, jak i w postaci laminek, podkreślając teksturę kierunkową skały – 40% obj. skały. W składzie mineralnym dominują ziarna kwarcu, natomiast skaleni potasowe, łyszczyki (biotyt, muskowitz) i okruchy skał (kwarcyty, łupki kwarcowo-łyszczykowe) stanowią niewielki procent. Masą spajającą jest substancja ilasta z przewagą kaolinitu nad illitem. W niewielkiej ilości występuje bardzo drobnokrystaliczny syderyt.

Iłowce charakteryzują się strukturą pelitową i pelitowo-aleurytową oraz teksturą bezładną lub kierunkową, podkreśloną liniowym ułożeniem blaszek minerałów ilastych, materii organicznej i bardzo drobnokrystalicznego syderytu. Zawartość materiału detrytycznego, reprezentowanego przez ziarna kwarcu i blaszki łyszczyków, nie przekracza 10% obj. skały. Masa podstawowa zbudowana jest z minerałów ilastych, wśród których kaolinit przeważa nad illitem i chlorytem oraz z kwarcu. Próbka z głęb. 341,50 m reprezentuje iłowiec syderytowy (tab. 24).

Na podstawie przeprowadzonych badań mineralogiczno-petrograficznych stwierdza się wyraźną przewagę kaolinitu w zespole minerałów ilastych, zwłaszcza w iłowcach. Występowanie iłowców i mułowców może świadczyć o okresowym pogłębianiu zbiornika sedymentacyjnego i w miarę spokojnych warunkach sedymentacji, na co wskazuje również kierunkowa tekstura tych skał.

#### Warstwy łaziskie (głęb. 393,25–1143,25 m)

Wykształcone są głównie w postaci piaskowców, przy minimalnym udziale mułowców i iłowców, z pojedynczą wkładką osadu tufogenicznego.

Ogólny charakter petrograficzny piaskowców jest zbliżony do piaskowców z warstw libiąskich. Piaskowce reprezentują arenity lityczne i arkozowe, rzadziej waki lityczne i arkozowe. Charakteryzują się one strukturą średnio- i gruboziarnistą oraz żwirową, sporadycznie drobnoziarnistą. Tekstura piaskowców o większym rozmiarze ziaren jest bezładna, natomiast w piaskowcach drobniej ziarnistych obserwuje się teksturę kierunkową, podkreśloną laminarnym ułożeniem łyszczyków oraz sporadycznie minerałów ciężkich, jak również frakcyjnym rozdziałem materiału klastycznego. Wyszortowanie materiału ziarnistego jest gorsze niż w warstwach libiąskich. Częściej występują piaskowce nierównoziarniste. Obtoczenie ziaren jest dość dobre (przeważają ziarna subowalne i subangulane). Od stropu warstw łaziskich do głęb. ok. 760,0 m obtoczenie materiału jest lepsze niż poniżej tej głębokości. Głębiej obserwujemy pojawienie się ziaren angulanych oraz w części próbek domieszkę ziaren pirogenicznych (głęb.: 477,55, 804,90 i 974,45 m). Na głęb. 1055,07–1055,10 m opisano tuf wiroklastyczny-popiołowy, który można korelować z wkładką tonsteinu występującą na głęb. 1096,60 m w otworze Poręba Żegoty IG 1. Przeciętna zawartość kwarcu wynosi 28,4%, a skaleni potasowych – 23,9 obj. skały (tab. 22). Okruchy skał są reprezentowane przez: kwarcyty, łupki kwarcowe oraz skały magmowe. Występują one w zmiennych ilościach. Z łyszczyków powszechnie występuje biotyt (0–27,4% obj. skał) oraz muskowitz w zmiennych ilościach (0–12,5% obj. skał). Szkielet ziarnowy jest spojony matriksem illitowo-kaolinitowo-kwarcowym, z wyraźnym udziałem chlorytu, szczególnie w próbkach z głęb. poniżej 540,0 m (maksymalnie 2,2% obj. skały). Ponadto występuje cement węglanowy (maksymalnie 38,1% obj. skały), głównie sparyt dolomitowy, przy niewielkim udziale syderytu bardzo drobnokrystalicznego. Porowatość piaskowców waha się od ok. 3,5 do 22,1%, przeciętnie 15,0%, a przepuszczalność od 0,14 mD do 920 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Charakter petrograficzny piaskowców z warstw libiąskich i łaziskich wskazuje, że sedymentacja odbywała się w sposób burzliwy i pochodziła z tego samego źródła alimentacyjnego. Jedynie w okresie sedymentacji warstw łaziskich zmieniały się warunki facjalne. Obfitość biotytu oraz udział illitu i chlorytów wskazuje na sedymentację w środowisku bagiennym, w którym następowała szybka subsydencja i szybka depozycja. Obecność tufów i piaskowców z domieszką materiału pirogenicznego wskazuje ponadto na erupcję skał wulkanicznych w czasie sedymentacji tych osadów.

Mułowce charakteryzują się strukturą psamitowo-pelitowo-aleurytową. Udział frakcji psamitowej waha się od 10 do 25% obj. skały, pelitowej od 10 do 30% obj. skały, a aleurytowej od 60 do 70% obj. skały. Są to skały różno- i bardzo różnoziarniste. Odznaczają się przeważnie teksturą kie-

runkową podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków i minerałów ilastych oraz laminarnym nagromadzeniem minerałów węglanowych i materii organicznej. Materiał ziarnisty występuje najczęściej w postaci ziaren angularnych lub subangularnych. Ziarna o charakterze pirogenicznym stwierdzono na głęb. 608,2 i 717,35 m. Skład mineralny materiału okruchowego i substancji spajającej jest zbliżony do składu piaskowców. W składzie mineralnym dominuje kwarc, w mniejszych, zmiennych ilościach występują: skaleni, łyszczyki (biotyt przeobrażony w chloryt, muskowitz), okruchy skał i minerały ciężkie (cyrkon, granat). Masa podstawowa jest zbudowana z minerałów ilastych, wśród których kaolinit zdecydowanie przeważa nad illitem. Ponadto, w ilości 0,5–4,0% obj. skały występuje syderyt, głównie bardzo drobnokrystaliczny, sporadycznie sparytowy. Materia organiczna występuje w postaci nieregularnych lamin.

Iłowce to skały o strukturze pelitowej, a iłowce mułowcowe o strukturze aleurytowo-pelitowej. Iłowce charakteryzują się teksturą kierunkową. Głównym składnikiem ilastym skały jest kaolinit, który dominuje nad illitem i chlorytami. Badania rentgenowskie wykazały również obecność kwarcu i skaleni. Udział materii organicznej jest niewielki. Iłowce mułowcowe mają teksturę kierunkową, rzadziej bezładną. Ziarna frakcji aleurytowej stanowią od 10 do 25% obj. skały i reprezentują: kwarc, skaleni potasowe, łyszczyki i sporadycznie okruchy skał krzemionkowych. Masę podstawową skały stanowi głównie kaolinit, przy zmiennym udziale illitu i chlorytów. Ponadto występują drobne domieszki węglanów – bardzo drobnokrystaliczny syderyt.

Mułowce i iłowce cechują się zbliżonym składem mineralnym materiału klastycznego, jak i substancji ilastej. Wyraźna przewaga kaolinitu w zespole minerałów ilastych sugeruje istnienie płytkowodnego zbiornika, o kwaśnym charakterze środowiska, w którym następowała sedymentacja. Obecność syderytu wskazuje na słabe przewietrzanie zbiornika. Sedymentacja przebiegała w spokojnych warunkach, na co wskazuje wyłącznie kierunkowa tekstura zaznaczona przez równoległe ułożenie blaszek minerałów łyszczykowych oraz częste występowanie lamin substancji ilastej w mułowcach.

#### Seria mułowcowa

##### Warstwy orzeskie s.s. + warstwy załęskie (głęb. 1143,25–1431,25 m)

Warstwy orzeskie s.s. i warstwy załęskie są wykształcone w postaci mułowców i iłowców, z licznymi wkładkami piaskowców.

Piaskowce wykazują odmienny charakter petrograficzny w porównaniu z partiami wyżej położonej krakowskiej serii piaskowcowej. Reprezentują one głównie arenity sublityczne, rzadziej subarkozowe i lityczne oraz waki lityczne (tab. 22). Ich struktura jest drobno- i średnioziarnista, sporadycznie gruboziarnista. Piaskowce charakteryzują się teksturą bezładną, znacznie rzadziej kierunkową, zaznaczoną przez frakcjonalny rozdział materiału klastycznego, laminarne

ułożenie minerałów ciężkich oraz blaszek łyszczyków. Materiał ziarnisty jest dobrze wysortowany. Dominują ziarna subowalne i subangularne, przy mniejszym udziale owalnych i sporadycznie angularnych. W próbkach z głęb. 1257,4 i 1430,85 m występuje materiał pirogeniczny. Głównym składnikiem ziarnowym piaskowców jest kwarc, przy niewielkim udziale skaleni i okruchów skał oraz sporadycznym – łyszczyków. Zawartość kwarcu wynosi od 52,0 do 74,6%, przeciętnie 59,2% obj. skały. Skaleni (3,2–12,8% obj. skały) reprezentowane są wyłącznie przez skaleni potasowe i ich zawartość jest wyraźnie mniejsza w porównaniu z warstwami wyżej leżącymi. W ziarnach skaleni widoczne są wyraźne efekty kaolinityzacji. Okruchy skał to głównie kwarcyty drobnoziarniste, rzadziej łupki kwarcowe i skały magmowe. Łyszczyki, których ilość waha się od 0 do ok. 7,7% obj. skały, są reprezentowane przez biotyt i muskowitz. Sporadycznie obserwowano chloryty. Spoiwo piaskowców tworzy matriks illitowo-kwarcowy oraz cementy – kaolinitowy wypełniający pory i kwarcowy w formie obwódek regeneracyjnych na ziarnach kwarcu. Cementy węglanowe reprezentowane przez sparyt dolomitowy i bardzo drobnokrystaliczny syderyt występują w niewielkich ilościach. Wyjątek stanowi próbka z głęb. 1257,5 m o spoiwie syderytowo-dolomitowym typu bazalnego. Porowatość piaskowców zmierzona w 6 próbkach waha się od ok. 2,7 do 19,0%, przeciętnie ok. 14%, a przepuszczalność od 1,21 mD do 85 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Charakter petrograficzny piaskowców wskazuje na typ osadów przemitych, prawdopodobnie wtórnie redeponowanych, w których zachował się materiał najbardziej odporny na transport i wietrzenie.

Mułowce charakteryzują się strukturą pelitowo-psamitowo-aleurytową. Udział frakcji pelitowej waha się od 10 do 35% obj. skały i występuje zarówno w postaci regularnych lamin, jak i jako masa spajająca. Domieszki frakcji drobno-psamitowej wynoszą 3–25% obj. skały, rzadko 30% obj. skały. Udział frakcji aleurytowej stanowi 65–79% obj. skały. Mułowce to skały nierównoziarniste. Materiał okruchowy jest przeważnie słabo obtoczony, przeważają ziarna angularne lub subangularne, rzadko subowalne. W próbce z głęb. 1421,05 m stwierdzono obecność ziaren o kształtach charakterystycznych dla materiału piroklastycznego. Wśród materiału okruchowego dominuje kwarc w ilości od 83 do 90% obj. skały, jedynie w spągu serii mułowcowej ilość kwarcu spada do 66% obj. skały. Pozostałe składniki: skaleni, łyszczyki i okruchy skał występują w ilości kilku procent obj. skały, a maksymalną zawartość skaleni – 7% obj. skały i łyszczyków – 12% stwierdzono bezpośrednio w spągu serii. Skaleni są reprezentowane prawie wyłącznie przez skaleni potasowy i tylko w dwóch próbkach występuje plagioklaz. Wśród łyszczyków obserwowano biotyt i muskowitz. Występują również chloryty. Okruchy skał są reprezentowane głównie przez kwarcyty i łupki kwarcowo-łyszczykowe, rzadziej przez skały magmowe. Na głęb. 1260,8 i 1307,4 m stwierdzono występowanie glaukonitu w postaci owalnych ziaren o przeciętnej wielkości 0,06–0,08 mm. Minerały ciężkie: cyrkon, granat, apatyt i turmalin są akcesoryczne. Mate-

ria organiczna występuje w postaci drobnych okruchów lub lamin. Masa o składzie kwarcowo-ilastym spaja skałę. Wśród minerałów ilastych illit przeważa nad chlorytem i kaolinitem. Ponadto występuje syderyt, głównie bardzo drobnokrystaliczny oraz na głęb. 1166,25 m w formie pseudosferolitów.

Iłowce o strukturze pelitowej, jak i iłowce mułowcowe o strukturze aleurytowo-pelitowej występują w niewielkiej ilości. Udział frakcji aleurytowej wynosi od 20 do 30% obj. skały. W składzie mineralnym substancji ilastej w obu typach iłowców nie zanotowano żadnych zmian. Illit i chloryty przeważają nad kaolinitem. Materia organiczna występuje w postaci drobnych okruchów oraz jako nieregularne laminki. Ponadto występuje syderyt bardzo drobnokrystaliczny; na głęb. 1224,05 m syderyt tworzy owalne skupienia (pseudosferolity) rozproszone w skałe.

Osady mułowcowo-ilaste tworzyły się w wyraźnie odmiennych warunkach aniżeli w warstwach wyżej położonych. Występowanie mułowców zapiaszczonych, niewielki udział iłowców, większa ilość minerałów łyszczykowych, zwłaszcza w partii spągowej, oraz obecność – i to dość znaczna – glaukonitu przemawia za dużymi zmiennościami warunków sedimentacyjnych, w których zachodziła możliwość tworzenia się osadów ilastych illitowo-chlorytowo-kaolinitowych; obecność glaukonitu sugeruje wpływy morskie.

#### Górnośląska seria piaskowcowa

##### Warstwy rudzkie s.s. (głęb. 1431,25–1455,30 m)

W warstwach rudzkich s.s. występują wyłącznie piaskowce reprezentowane przez arenity sublityczne. Charakteryzują się strukturą drobno-, średnio- i gruboziarnistą, miejscami żwirowcową oraz teksturą bezładną i kierunkową, podkreśloną ułożeniem blaszek łyszczyków oraz laminarnym nagromadzeniem syderytu. Materiał okruczowy jest słabo, a nawet źle wysortowany. Obtoczenie materiału ziarnistego jest zróżnicowane; występują tu piaskowce zarówno z przewagą ziaren angularnych, jak i owalnych. Skład mineralny wykazuje pewne podobieństwo do warstw załęskich. Głównym minerałem budującym piaskowce jest kwarc, którego zawartość jest mało zróżnicowana od 62,1 do 81,0%, przeciętnie 66,6% obj. skały. Maksymalna wielkość ziarna kwarcu wynosi 4,75 mm. Okruczki skał są na drugim miejscu pod względem ilości występowania. Reprezentowane są głównie przez kwarcyty drobno- i średnioziarniste, rzadziej łupki kwarcowe i łyszczykowo-kwarcowe oraz sporadycznie skały magmowe. Skalenie, wyłącznie potasowe, występują w niewielkich ilościach (2,6–7,6%, przeciętnie 5,1% obj. skały). Zawartość łyszczyków, biotyty i muskowitu, waha się od 0 do ok. 7,6%, przeciętnie ok. 2% obj. skały. Blaszkki łyszczyków są powyginane, co jest efektem kompaktacji mechanicznej. Rzadko obserwowane są chloryty, które mają charakter minerału pobiotytowego. Spoiwo piaskowców tworzą matriks, na który składa się mieszanina minerałów ilastych (kaolinit, illit, chloryty) i pyłu kwarcowego oraz cementy. Wśród cementów dominują kaolinit autigeniczny oraz kwarc autigeniczny w po-

staci obwódek syntaksjalnych na ziarnach kwarcu. Minerale węglanowe – dolomit i bardzo drobnokrystaliczny syderyt występują w niewielkiej ilości. Pomierzona w jednej próbce piaskowca porowatość wynosi 15,7%, a przepuszczalność – 660 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Minerałami wyróżniającymi warstwy rudzkie s.s. są chloryty występujące w każdej próbce oraz podwyższona zawartość kaolinitu w porównaniu do warstw wyżej leżących. Pod względem charakteru mineralogicznego zbliżoną próbką do warstw rudzkich s.s. jest próbka piaskowca ze spągu warstw załęskich na głęb. 1430,85 m. Ogólny charakter petrograficzny piaskowców wskazuje, że materiał okruczowy osadzał się przy szybkiej subsydencji i powolnej depozycji. Zróżnicowanie wielkości ziaren sugeruje transport rzeczny, a obfitość dość świeżego biotyty – na zmianę bazy erozyjnej przy niezbyt odległym transporcie. Występujący w profilu otworu Chelmek IG 1 fragment opisanych warstw rudzkich s.s. jest w ogólnym charakterze petrograficznym zbliżony do piaskowców warstw rudzkich s.s. w centralnej i zachodniej części GZW, poniżej pokładu 414.

#### Seria paraliczna

##### Warstwy grodzieckie (głęb. 1455,30–1573,20 m)

Osady warstw grodzieckich są wykształcone w postaci piaskowców przewarstwionych mułowcami i iłowcami, z wkładką osadu tufogenicznego (tuf wiroklastyczno-krytaloklastyczno-popiołowy).

Piaskowce reprezentują waki lityczne i arkozowe oraz arenity arkozowe, sporadycznie subarkozowe. Skład mineralny i charakter petrograficzny wyróżnia je od piaskowców warstw wyżej położonych. Piaskowce charakteryzują się strukturą od bardzo drobno- do średnioziarnistej oraz teksturą najczęściej kierunkową, podkreśloną laminarnym ułożeniem łyszczyków oraz syderytu lub frakcjonalnym rozdziałem materiału klastycznego. Obtoczenie ziaren jest zróżnicowane; subangularne i subowalne przeważają nad angularnymi. Na głęb. 1481,55 i 1513,70 m obserwowano domieszkę materiału pirogenicznego. Z jego obecnością jest związana podwyższona zawartość biotyty (14,9% – 1513,70 m). Na głęb. 1477,67 m stwierdzono wkładkę tufu wiroklastyczno-krytaloklastyczno-popiołowego. Wysortowanie materiału ziarnistego jest słabe, ale wyraźnie lepsze niż w warstwach wyżej położonych. Skład mineralny materiału okruczowego wyróżnia warstwy grodzieckie od warstw wyżej położonych. Zawartość kwarcu od 40,2 do 56,2%, przeciętnie 47,8% obj. skały, jest wyraźnie mniejsza, natomiast skalenie i łyszczyki występują w większej ilości. Skalenie reprezentowane są przez skalenie potasowe i plagioklasy. Skalenie potasowe występują w całym profilu warstw grodzieckich, w ilości od 3,6 do 13,6%, przeciętnie 8,5% obj. skały. Plagioklasy pojawiają się w piaskowcach od głęb. 1481,55 m, poniżej tufu wiroklastyczno-krytaloklastyczno-popiołowego. Ich ilości wahają się od 0 do 12,3%, przeciętnie 6,8% obj. skały; zawartość plagioklazów wzrasta ku spągowi

warstw grodzieckich. Wśród łyszczyków biotyt przeważa nad muskowitem. Biotyt, o przeciętnej zawartości 4,2% obj. skały, maksymalnie do 14,9% obj. skały, występuje prawie w każdej próbce. Muskowit, w ilości od 0,9 do 7,6%, przeciętnie 2,5% obj. skały, występuje w każdej próbce. Chloryty obserwowane są w nielicznych próbkach osiągając maksymalną zawartość 2,3% obj. skały. Litoklasty reprezentowane są przez kwarcyty, łupki kwarcowe i skały magmowe. Spoiwo piaskowców porowo-kontaktowe składa się z matriksu będącego mieszaniną minerałów ilastych i pyłu kwarcowego oraz cementów. Skład mineralny substancji ilastej jest illitowo-kaolinitowy z domieszką chlorytów, które pojawiają się dopiero poniżej występowania tufu (tab. 23, 24). Cementy budują minerały węglanowe (sparytowy dolomit, bardzo drobnokrystaliczny syderyt) oraz autigeniczny kwarc i autigeniczny kaolinit. Porowatość piaskowców zmierzona w 4 próbkach waha się od ok. 4,6 do 9,8 %, a przepuszczalność od <0,1 mD do 0,19 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Mułowce mają strukturę pelitowo-psamitowo-aleurytową i teksturę kierunkową. Udział frakcji pelitowej wynosi od 15 do 20% obj. skały, natomiast frakcji psamitowej dochodzi do 10%. Podstawowa frakcja aleurytowa stanowi 70–75% obj. skały. Na podstawie wielkości maksymalnego i najczęstszego ziarna kwarcu skały te reprezentują mułowce nierównoziarniste. Tekstura ich jest kierunkowa, podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków. Materiał ziarnowy jest słabo obtoczony, z przewagą ziaren angularnych i subangularnych. W składzie mineralnym dominuje kwarc w ilości 78% obj. skały. Skalenie reprezentują skałen potasowy (3–4% obj. skały) oraz plagioklaz (4–5% obj. skał). W ziarnach skalenia są widoczne efekty procesów przeobrażenia – kaolinityzacji i serycytyzacji. Wśród łyszczyków wyróżniono biotyt i muskowit; maksymalna zawartość każdego z nich dochodzi do 4% obj. skały. Litoklasty, w ilości 2% obj. skały, reprezentują drobnociarniste kwarcyty, łupki kwarcowe i kwarcowo-łyszczykowe, rzadko fragmenty skał magmowych. Na głęb. 1501,65 m obserwowano nieliczne ziarna glaukonitu o owalnych kształtach i intensywnie zielonym zabarwieniu. Z minerałów ciężkich wyróżniono: cyrkon, granat, turmalin i apatyt. Materia organiczna występuje w postaci okruchów i lamin. Masę spajającą budują minerały ilaste z domieszką pelitu kwarcowego. Wśród minerałów ilastych występują: illit, kaolinit i chloryty, miejscami z przewagą chlorytów. Ponadto w niewielkiej ilości występuje bardzo drobnokrystaliczny syderyt.

Iłowiec mułowcowy charakteryzuje się strukturą aleurytowo-pelitową i teksturą bezładną. Masa podstawowa jest zbudowana z minerałów ilastych i pyłu kwarcowego. Domieszka materiału okruchowego w ilości 30% obj. skały to głównie angularne ziarna kwarcu oraz blaszki muskowitu w ilości 15%. Znaczny udział ma materia organiczna – ok. 8% obj. skały, występująca w postaci okruchów oraz lamin lub pyłu, który nadaje silnie brunatne zabarwienie skały.

### Warstwy florowskie (głęb. 1573,20–2070,20 m)

Jest to kompleks skał mułowcowo-iłowcowych z cienkimi wkładkami piaskowców; grube ławice piaskowców > 10 m występują rzadko. W części stropowej osady wykształcone są głównie w postaci mułowców i iłowców, w części środkowej jako piaskowce, natomiast w części spągowej występują mułowce, iłowce i piaskowce.

Piaskowce reprezentują arenity subarkozowe, sporadycznie arenity kwarcowe oraz waki, głównie arkozowe. Struktura skał jest głównie drobnociarnista i bardzo drobnociarnista; poniżej głęb. 1900,0 m pojawiają się piaskowce o strukturze średnociarnistej. Tekstura skał jest bezładna i kierunkowa podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków oraz laminami syderytu i materii organicznej, a miejscami – minerałów ciężkich i nieprzezroczystych. Materiał ziarnowy wykazuje słabe wysortowanie i najczęściej jest słabo obtoczony. Dominują ziarna subangularne i angularne przy niewielkim udziale ziaren subowalnych. Ziarna pirogeniczne obserwowane są w znacznych ilościach w próbkach z głęb.: 1677,7; 1743,1; 1752,5; 1777,7; 1790,3; 1802,1; 1827,6; 1897,9 i 2026,35 m. Skład mineralny zbliżony jest do piaskowców warstw grodzieckich. Podstawowym składnikiem ziarnowym jest kwarc występujący w ilościach od 37,9% do 94,8%, przeciętnie 47,5% obj. skały. Skalenie są drugim składnikiem piaskowców pod względem zawartości; wyjątek stanowi próbka arenitu kwarcowego z głęb. 1668,5 m, w której nie stwierdzono obecności skalenia. Wyróżniono skalenie potasowe (3,4–10,4% obj. skały) i plagioklasy (2,7–15,3% obj. skały). Zwraca uwagę wyraźnie podwyższona ilość plagioklazów, które w wielu próbkach przeważają ilościowo nad skaleniami potasowymi. Łyszczyki to głównie biotyt i muskowit. Ilość biotyту (0–16,6%, przeciętnie 3,4% obj. skały) na ogół przewyższa zawartość muskowitu (0–4,6%, przeciętnie 2,4% obj. skały). Biotyt charakteryzuje się różnym stopniem przeobrażenia. Chloryty występują w niewielkich ilościach (0–2,7%, przeciętnie 1,0% obj. skały), ale powszechniej w porównaniu z piaskowcami warstw grodzieckich. Okruchy skał są reprezentowane przez kwarcyty, łupki kwarcowe i skały magmowe. Podwyższoną zawartość tych ostatnich obserwowano w piaskowcach tufitowych. Spoiwo piaskowców budują matriks i cementy. Matriks tworzy mieszanina minerałów ilastych (kaolinit, chloryty i illit) z pyłem kwarcowy. Głównymi cementami są węglany i kwarc. Minerały węglanowe często tworzą spoiwo bazalne; przykładem są próbki z głęb.: 1677,7; 1777,7; 1827,8 i 2026,35 m. Głównym minerałem węglanowym jest dolomit, miejscami obserwowano syderyt, a w próbce z głęb. 1777,7 m – kalcyt. Cement kwarcowy występuje w postaci obwódok regeneracyjnych na ziarnach kwarcu. Szczególnie obficie stwierdzono go w próbce piaskowca z głęb. 1668,5 m. Porowatość piaskowców zmierzona w 9 próbkach waha się od ok. 1,3 do 9,1%, przeciętnie ok. 5%, a przepuszczalność od <0,1 mD do 0,45 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Mułowce reprezentują głównie mułowce piaszczyste o strukturze psamitowo-pelitowo-aleurytowej oraz mułowce

o strukturze pelitowo-aleurytowej. Udział frakcji pelitowej wynosi od 12% do 25% obj. skały, rzadko dochodzi do 40%, a frakcji aleurytowej 60–80% obj. skały. Są to skały nierównoziarniste i bardzo nierównoziarniste oraz równoziarniste. Materiał ziarnisty jest najczęściej słabo obtoczony, przeważają ziarna angularne i subangularne, znacznie rzadziej subowalne. Ziarna kwarcu o charakterze pirogenicznym występują w próbkach z głęb.: 1606,8; 1616,6; 1683,3 i 1923,25 m. W składzie mineralnym materiału okrucowego kwarc dominuje nad skaleniami, łyszczykami, chlorytami i okrucami skał. Zawartość kwarcu waha się od 64% do 88% obj. skały. Skalenie są reprezentowane przez plagioklasy (4–8% obj. skały) i skalenie potasowe (2–5% obj. skały), z wyraźną przewagą plagioklazów. Plagioklasy często ulegają procesom serycytyzacji i karbonatyzacji. Wśród łyszczyków wyróżniono biotyt (3–12% obj. skały) i muskowit (3–8% obj. skały), gdzie obserwowano w niektórych częściach efekty procesów przeobrażeń. Chloryty występują w każdej analizowanej próbce w ilości 2–4% obj. skały. Litoklasty, w ilości 1,5–4% obj. skały, są reprezentowane przez kwarcyty, łupki kwarcowe i kwarcowo-łyszczykowe. Z minerałów ciężkich obserwowano cyrkon, turmalin, apatyt oraz granat. Materia organiczna występuje w postaci drobnych okruców i nieregularnych lamin. W stropie warstw florowskich, na głęb. 1606,8 m, obserwowano glaukonit. Masę spajającą skałę budują minerały ilaste, które przeważają nad pelitem kwarcowym. Ponadto często występuje syderyt bardzo drobnokrystaliczny. Wśród minerałów ilastych zidentyfikowano głównie illit i chloryty oraz domieszkę kaolinitu (tab. 24).

Iłowce reprezentują iłowce mułowcowe i iłowce. Iłowce mułowcowe charakteryzują się strukturą aleurytowo-pelitową i teksturą kierunkową podkreśloną przez laminarne ułożenie materiału okrucowego oraz blaszek minerałów ilastych. Udział frakcji aleurytowej waha się od 10 do 20%, rzadko 40% obj. skały. W materiale detrytycznym ziarna kwarcu zdecydowanie przeważają nad skaleniami, okrucami skał, łyszczykami i chlorytami. Niewielkie ilości materii organicznej występują w postaci drobnych okruców i tworzą laminy. Masa podstawowa iłowców zbudowana jest z minerałów ilastych, głównie illitu i chlorytów, z mniejszym udziałem kaolinitu. Ponadto występuje bardzo drobnokrystaliczny syderyt, rozproszony w skale. Iłowce charakteryzują się strukturą pelitową i teksturą bezładną lub kierunkową. Masa podstawowa skały zbudowana jest z minerałów ilastych: illitu i chlorytów oraz niewielkiej domieszki kaolinitu. W niewielkiej ilości obserwowano również bardzo drobnokrystaliczny syderyt. Materia organiczna występuje w postaci pyłu lub drobnych okruców.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można przypuszczać, że cała partia osadów warstw florowskich tworzyła się w podobnych warunkach. Uwagę zwraca monotony skład substancji ilastej, a przewaga illitu i chlorytów nad kaolinitem przemawia za pogłębieniem zbiornika sedymentacyjnego oraz za zmianą pH środowiska sedymentacyjnego na ok. 7,8. Obecność kaolinitu w zespole minerałów

ilastych może pochodzić z końcowej fazy kaolinityzacji materiału detrytycznego, głównie skaleni, w czasie diagenety.

#### Warstwy sarnowskie (głęb. 2070,20–2145,80 m)

Warstwy sarnowskie są wykształcone głównie jako piaskowce z nielicznymi wkładkami mułowców.

Mułowce warstw sarnowskich pod względem składu mineralnego materiału okrucowego oraz substancji ilastej spajającej skałę, cech strukturalnych i tekstualnych odpowiadają mułowcom warstw florowskich.

Piaskowce reprezentują waki arkozowe i arenity subarkozowe. Struktura skał jest drobno- i średnioziarnista, a tekstura bezładna lub kierunkowa, podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków. Materiał ziarnisty często wykazuje dość dobre wysortowanie, przy bardzo zróżnicowanym obtoczeniu. Występują piaskowce o ziarnach subowalnych, jak i piaskowce o ziarnach subangularnych, czy angularnych. W próbce z głęb. 2071,3 m (strop warstw sarnowskich) stwierdzono domieszkę ziaren pirogenicznych. Skład mineralny materiału okrucowego jest zbliżony do piaskowców florowskich. Kwarc występuje w ilości od 43,3 do 49,1%, przeciętnie 45,1% obj. skały (tab. 22). Skalenie są reprezentowane głównie przez plagioklasy, rzadziej skalenie potasowe. Zawartość plagioklazów jest wyższa niż w warstwach florowskich i waha się od 10,1 do 14,0%, przeciętnie 12,9% obj. skały, natomiast ilość skaleni potasowych jest zbliżona jak w warstwach florowskich i wynosi od 5,0 do 7,9%, przeciętnie 6,1% obj. skały. Wyniki analizy rentgenowskiej pokazują przewagę plagioklazów nad skaleniami potasowymi, a poniżej głęb. 2100,0 m – tylko wysoką zawartość plagioklazu, co może być spowodowane „zamaskowaniem” refleksu skaleni potasowych przy dużej ilości plagioklazów (tab. 23). Litoklasty są reprezentowane przez kwarcyty, łupki kwarcowe i skały magmowe. Zawartość każdego z łyszczyków – muskowitu i biotytu waha się od ok. 1,3% do ok. 3,4% obj. skały. Chloryty występują we wszystkich próbkach, w niewielkich ilościach (1,7–4,9%, przeciętnie 2,6% obj. skały). Na spoiwo piaskowców, o charakterze porowo-kontaktowym, składa się matriks zbudowany z substancji ilastej, illitowo-chlorytowej i pyłu kwarcowego oraz cement, głównie węglanowy. Wśród minerałów węglanowych wyróżniono głównie dolomit i syderyt. W spągu warstw sarnowskich stwierdzono obecność kalcytu (np. na głęb. 2125,6 m – spoiwo bazalne). Pomierzona w dwóch próbkach piaskowca porowatość waha się od 2,9 do 3,7%, a przepuszczalność wynosi <0,1 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Warstwy sarnowskie w profilu otworu Chełmek IG 1 są trudne do porównania z analogicznym odcinkiem profilu w otworze wiertniczym Poręba Wielka IG 1, w którym zwraca uwagę duża ilość biotytu i wyraźnie gorsze obtoczenie materiału okrucowego.

Charakter petrograficzny serii paralicznej (duży udział minerałów słabo odpornych na transport i wietrzenie)

wskazuje na szybką depozycję materiału okrucowego. Wysoka zawartość plagioklazów, szczególnie w spągowej części serii, wskazuje na erozję kwaśnych skał magmowych, zbudowanych głównie z plagioklazów. Spadek ilości plagioklazów, aż do ich zaniku w górnej części serii paralicznej (warstwy grodzieckie), może wskazywać na zmianę bazy erozyjnej lub dostarczanie materiału z dwóch różnych źródeł i kierunków. Zostało to potwierdzone badaniami w innych otworach wiertniczych GZW. W serii paralicznej obserwujemy dość znaczny udział piaskowców z domieszką materiału pirogenicznego, a na głęb. 1477,67 m występuje tuf popiołowy. Wskazuje to na działalność wulkaniczną w tym okresie.

#### Warstwy malinowickie (głęb. 2145,80–2254,30 m)

Osady warstw malinowickich tworzą naprzemianległe ławice piaskowców oraz mułowców i iłowców, z wyraźną przewagą piaskowców w części stropowej.

Piaskowce opisano na podstawie trzech próbek. Reprezentują arenity i waki subarkozowe i arkozowe (tab. 22). Struktura ich jest drobnoziarnista, a tekstura kierunkowa, podkreślona ułożeniem blaszek łyszczyków. Wysortowanie materiału ziarnistego jest dość dobre przy słabym obtoczeniu – dominują ziarna angularne i subangularne, sporadycznie subowalne. W próbce z głęb. 2189,9 m stwierdzono domieszkę ziaren pirogenicznych. Ogólny charakter petrograficzny piaskowców warstw malinowickich jest zbliżony do piaskowców warstw sarnowskich. Kwarce występuje w ilości 41,8–45,0% obj. skały. Skaleni są reprezentowane głównie przez plagioklasy, rzadziej skałen potasowy. Analiza rentgenowska wykazała bardzo dużą zawartość wyłącznie plagioklazów, podobnie jak w warstwach sarnowskich. Okrucy skał nie wykazują charakterystycznych zmienności i są takie jak w warstwach sarnowskich. Łyszczyki reprezentowane są przez biotyt w ilości od 3,2 do 5,8% obj. skały i muskowitz w zawartości od 1,8 do 2,6% obj. skały. Chloryty występują we wszystkich próbkach w ilości od 2,0 do 3,0%, przeciętnie 2,5% obj. skały. Spoiwo piaskowców porowo-kontaktowe to matriks będący mieszaniną minerałów ilastych o składzie illitowo-chlorytowym oraz pyłu kwarcowego. W próbce z głęb. 2159,4 m dominuje spoiwo bazalne – cement kalcytowy. Piaskowce warstw malinowickich w otworach Chelmek IG 1 i Poręba Wielka IG 1 są bardzo podobne do siebie. Pomierzona w jednej próbce piaskowca porowatość wynosi 2,8%, a przepuszczalność – <0,1 mD (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych* – tab. 52).

Mułowce charakteryzują się strukturą pelitowo-psamitowo-aleurytową i reprezentują mułowce piaszczyste. Frakcje pelitowa i psamitowa występują w zmiennych ilościach, odpowiednio 10–20% i 15–30% obj. skały. Tekstura skały jest kierunkowa podkreślona przez ułożenie blaszek łyszczyków, laminarne ułożenie węglanów, materii organicznej oraz przez frakcjonalny rozdział materiału ziarnistego. Obtoczenie ziaren jest na ogół słabe. Przeważają ziarna angularne lub subangularne, przy niewielkiej ilości ziaren subowal-

nych. W składzie mineralnym materiału klastycznego nie zauważono zasadniczych różnic od mułowców zalegających powyżej. Masa spajająca jest zbudowana z minerałów ilastych illitowo-chlorytowych, z niewielką domieszką kaolinitu oraz pyłu kwarcowego. Ponadto, występuje syderyt najczęściej wykształcony w postaci bardzo drobnokrystalicznej.

Iłowiec mułowcowy reprezentuje próbka z głęb. 2253,6 m. Charakteryzuje się strukturą pelitowo-aleurytową. Zawiera 80% materiału pelitowego i 20% obj. skały materiału aleurytowego. Tekstura skały jest bezładna. We frakcji aleurytowej kwarc w ilości 85% obj. masy ziaren przeważa nad skaleniami (5%) i łyszczykami (10%). W niewielkiej ilości występuje materia organiczna. Frakcję pelitową budują minerały ilaste illitowo-chlorytowe, z niewielką domieszką kaolinitu oraz pyłu kwarcowy. W małej ilości obserwowano minerały węglanowe.

#### Diagenеза

W badanych piaskowcach karbońskich otworu Chelmek IG 1 wyróżniono efekty działania następujących procesów diagenetycznych: kompaktacji, cementacji, rozpuszczania, zastępowania i przeobrażania. Kompaktacja mechaniczna zaznaczyła się na początku diagenезы, a jej efekty są widoczne w postaci wygiętych blaszek łyszczyków. Cementacja jest bardzo silnie rozwiniętym procesem diagenetycznym w piaskowcach. Do najważniejszych cementów należą minerały węglanowe reprezentowane przez dolomit, kalcyt i syderyt, które miejscami tworzą spoiwo bazalne. Powszechnie występuje kaolinit autigeniczny, który wypełnia przestrzenie porowe w piaskowcach. Cement kwarcowy, tworzący obwódki syntaksjalne na ziarnach kwarcu, lokalnie jest dominujący. Przeobrażanie diagenetyczne obejmuje procesy kaolinityzacji, serycycyzacji i chlorytyzacji skaleni, których efekty są powszechne w badanych piaskowcach. Ponadto obserwowano przeobrażanie muskowitzu w kaolinit oraz biotytu w chloryt. Do procesów zastępowania należy karbonatyzacja, zastępowanie skaleni, litoklastów i miejscami kwarcu głównie przez dolomit i kalcyt. Efekty procesów rozpuszczania są widoczne, głównie na ziarnach skaleni i litoklastów oraz blaszkach łyszczyków.

#### Podsumowanie

1. Utwory karbonu są reprezentowane przez skały klastyczne: piaskowce, mułowce, iłowce i skały tufogeniczne (tufy). Piaskowce należą do arenitów arkozowych i litycznych, rzadziej subarkozowych, sublitycznych i kwarcowych oraz wak arkozowych i litycznych, o strukturze od bardzo drobnoziarnistej do gruboziarnistej. Szkielet ziarnowy złożony z kwarcu, skaleni potasowych i plagioklazów, litoklastów (głównie kwarcytów, łupków kwarcowo-łyszczykowych oraz skał magmowych) i łyszczyków jest spojony matriksem i/lub cementem. Wśród cementów wyróżniono węglany (dolomit, kalcyt, syde-

ryt), kwarc wykształcony w formie obwódek syntaksjalnych na ziarnach kwarcu i autogeniczny kaolinit.

2. Porowatość i przepuszczalność piaskowców maleje wraz z głębokością ich zalegania i jest najwyższa w części stropowej profilu karbonu (do głęb. ok. 1440,0 m) obejmującej krakowską serię piaskowcową, serię mułowcową i górnośląską serię piaskowcową. Wartości porowatości efektywnej w tych piaskowcach wahają się od 2,7 do 22,1%, przeciętnie 12,0%, a przepuszczalność od <0,1 do 600 mD. Piaskowce serii paralicznej oraz warstw malinowickich charakteryzują się poro-

watością efektywną od 1,3 do 9,8%, przeciętnie 4,7% oraz przepuszczalnością najczęściej <0,1 mD, maksymalnie – 0,45 mD.

3. W piaskowcach zaznaczyły się efekty działania następujących procesów diagenetycznych: kompaktacji, cementacji, zastępowania, przeobrażania i rozpuszczania. W historii diagenetyzacji skał karbońskich najsilniejszy wpływ odegrały: kompaktacja mechaniczna, cementacja węglanami (lokalnie kwarcem), kaolinityzacja i serycytyzacja skałeni oraz zastępowanie przez węglany ziaren skałeni i litoklastów.

## Anna JURCZAK-DRABEK

### PETROGRAFIA I JAKOŚĆ WĘGLA

W otworze wiertniczym Chełmek IG 1 badania petrograficzne węgla oraz pomiar współczynnika zdolności odbicia światła od wypolerowanej powierzchni wityryny (refleksyjności) zostały wykonane i opracowane przez Swadowską (1988) w Pracowni Geochemii Organicznej Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej PIG w Warszawie. Badania właściwości technologiczno-chemicznych węgla przeprowadzono w laboratorium Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego. Opróbowanie pokładów węgla i ich badanie makroskopowe na rdzeniu wiertniczym zostały przeprowadzone w pierwszej fazie przez dozór geologiczny podczas wykonywania odwiertu, w której zostały opróbowane i opisane pokłady o miąższości równej i większej od 30 centymetrów. W drugiej fazie opróbowania pracownicy Oddziału Górnośląskiego opisywali pokłady węgla przeznaczone do badań petrograficznych i chemiczno-technologicznych.

W profilu karbonu otworu Chełmek IG 1 przewiercono 142 pokłady i wkładki węgla o miąższości 0,05–5,80 m, z czego 27 – według ówczesnej klasyfikacji – to pokłady bilansowe (o miąższości od 0,80 m przy zawartości popiołu do 20% lub o miąższości od 1,00 m przy zawartości popiołu 20–40%). Pokłady bilansowe węgla w profilu litostratygraficznym otworu Chełmek IG 1 rozmieszczone są następująco:

- w krakowskiej serii piaskowcowej – w warstwach libiąskich i łażskich – 16 pokładów węgla o miąższości 1,00–5,00 m; w tym w warstwach libiąskich – 5 pokładów (1,55–4,15 m) i w warstwach łażskich – 11 pokładów (1,00–5,00 m);
- w serii mułowcowej – w warstwach orzeskich s.s. + załęskich – 9 pokładów węgla o miąższości 0,85–3,00 m;
- w górnośląskiej serii piaskowcowej – w warstwach rudzkich s.s. – 1 pokład węgla o miąższości 5,80 m;
- w serii paralicznej – w warstwach florowskich – 1 pokład węgla o miąższości 1,10 m.

W pozostałych jednostkach serii paralicznej – warstwach grodzieckich i warstwach sarnowskich – pokładów bilansowych nie stwierdzono.

#### Udział litotypów węgla i przewarstwień materii mineralnej w budowie pokładów węgla

Pokłady węgla profilowane były z dokładnością do 1 cm w celu określenia litotypów węgla zgodnie z panującą ówczesnie nomenklaturą oraz w celu wyróżnienia przewarstwień materii mineralnej. W węglu humusowym wydzielono cztery podstawowe litotypy: wityryn, duryn, klaryn, fuzyn oraz ich przejścia: klaryno-wityryn, wityrno-klaryn, duryno-klaryn i klaryno-duryn. Jako przewarstwienia określano: łupek węglowy, łupek węglisty, łoświec węglisty, łoświec, łupek ilasty, soczewki pirytu, tonstein i konkrecje żelaziste. Udział litotypów węgla humusowego oraz przewarstwień w bilansowych pokładach węgla zestawiono w tabeli 26.

W omawianym otworze wiertniczym stwierdzono w trzech przypadkach węgiel sapropelowy w odmianie bogheado-kennelu. Głównym składnikiem bogheado-kennelu jest masa podstawowa charakteryzująca się budową drobnodziarnistą i barwą od szarej do ciemnobrunatnej. Obficie występują w niej okruchy macerałów z grupy liptynytu oraz ziarenka mikrynytu. Często obserwuje się mikrospory ułożone horyzontalnie. Stwierdzony w badaniach petrograficznych węgiel sapropelowy w otworze Chełmek IG 1 występuje na głęb.: 1681,80; 1687,60 i 1915,95 m (warstwy florowskie).

Najczęściej występującym litotypem węgla w przebadanym odcinku profilu karbonu produktywnego jest wityrno-klaryn, jego średnie zawartości dla poszczególnych ogniw litostratygraficznych wahają się od 3,10 do 48,75%. Na drugim miejscu jest klaryno-wityryn, przy średnich zawartościach od 6,20 do 28,37%. Następnie klaryno-duryn i duryno-klaryn, ich średnie zawartości mieszczą się w przedziale 11,25–31,84% i 4,50–26,38%. Średnie zawartości dla durynu są zawarte w przedziale 6,25–49,91%. Wityryn jest spotykany dość często ale tylko do warstw rudzkich s.s. włącznie. Klaryn stwierdzono tylko w górnym odcinku profilu – w warstwach libiąskich i łażskich. Fuzyn jest litotypem akcesorycznym i występuje podrzędnie.



Wśród przewarstwień dominuje łupek węglowy i iłowic, przy średnich zawartościach wahających się odpowiednio 0,00–4,50% i 0,00–2,68%. Występują również nieznaczne zawartości łupku węglistego, iłowca węglistego i łupku ilastego. Warstewkę tonsteinu o miąższości 5 cm stwierdzono na głęb. 906,17 m, a kongrecję żelazistą na głęb. 1451,75 m. Piryty w postaci rozproszonej jest spotykany bardzo często w omawianym profilu karbonu, natomiast jako wyodrębniona soczewka – w kilku przypadkach.

### Metodyka badań petrograficznych

Analizę petrograficzną oraz pomiar refleksyjności na telokolinicie wykonano dla 70 pokładów i wkładek węgla o miąższości 0,10–5,80 m, z odcinka profilu utworów karbońskich na głęb. 226,55–2095,20 m, liczoną według głębokości spągów analizowanych pokładów i warstw węgla. Reprezentują one utwory:

- krakowskiej serii piaskowcowej (warstwy libiąskie i łażskie) – 23 pokłady i wkładki węgla o miąższości 0,35–5,00 m;
- serii mułowcowej (warstwy orzeskie s.s. + warstwy załęskie) – 17 pokładów i wkładek o miąższości 0,30–3,00 m;
- górnośląskiej serii piaskowcowej (warstwy rudzkie s.s.) – 1 pokład węgla o miąższości 5,80 m;
- serii paralicznej (warstwy grodzieckie, florowskie i sarnowskie) – 29 pokładów i wkładek węgla o miąższości 0,10–1,10 m.

Badania petrograficzne węgla wykonano na jednostronnie polerowanych preparatach ziarnowych (wykonanych ze średnich prób pokładowych), w świetle odbitym w imersji olejowej. Przeprowadzono analizę jakościową i ilościową oznaczając 11 macerałów i cztery odmiany materii mineralnej w 500 punktach zglądu wyznaczonych na przecięciu krzyża nitkowego umieszczonego w okularze, w liniach równomiernie rozmieszczonych na całej powierzchni.

Analizę mikrolitotypów przeprowadzono w podobny sposób, z tym że zamiast krzyża nitkowego w okularze umieszczono 20-punktową siateczkę. Wydzielono dwanaście mikrolitotypów węgla, cztery odmiany karbominerytu i cztery odmiany skały płonnej. Badania wykonano przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego ZETOPAN firmy Reichert (powiększenie 450x) oraz punktowego stolika integracyjnego ELTINOR-4. Przy opisie składników petrograficznych stosowano nomenklaturę i klasyfikację przyjętą przez Międzynarodowy Komitet Petrologii Węgla (ICCP) w 1971 r. Podział ten okazał się niezadowolający ze względu na potrzebę wyróżnienia nowych macerałów, dlatego w 1993 r. na 45 sesji ICCP w Chani (Grecja) podjęto decyzję o nowym podziale macerałów grupy wityrynytu, którą wprowadzono w 1994 r. W toku badań petrograficznych węgla z otworu Chełmek IG 1 posługiwano się podziałem wityrynytu obowiązującym przed rewizją z 1994 r., w związku z czym w niniejszym opracowaniu utrzymano ówczesną

nazwę nomenklaturę. Uzyskane wyniki zamieszczono w tabelach 27 i 28.

Pomiaru  $R_o$  w węglach z otworu dokonano na ziarnach kolinitu w świetle odbitym białym na mikroskopie metalograficznym ZETOPAN (firmy Reichert) wyposażonym w przystawkę mikrofotometryczną i urządzenie pomiarowe z możliwością stałej regulacji czułości. Badania wykonano przy użyciu wzorca ze szkła optycznego o zdolności odbicia światła  $R_o$  1,45 i 1,00%, filtru monochromatycznego o długości fali 546 nm, faktorze 256, błędzie pomiarowym 0,63 mm, olejku immersyjnego o temp. 20°C, w temp. otoczenia 22°C. Dla każdej próbki wykonano minimum 100 pomiarów i na ich podstawie obliczono wartości średniej zdolności odbicia światła  $R_o$  w każdym pokładzie węgla (tab. 27) oraz wykreślono reflektogramy (fig. 13A–13E).

### Charakterystyka petrograficzna macerałów

#### Grupa wityrynytu

Ze względu na stopień zachowania struktury pierwotnej macerały grupy wityrynytu zostały podzielone na bezstrukturalny kolinit oraz telinit, który wykazuje strukturę tkankową, a stan jej zachowania zależy w głównej mierze od stopnia żelifikacji. Macerały grupy wityrynytu są podstawowym składnikiem węgla z otworu Chełmek IG 1. Jego zawartość waha się w szerokich granicach 27,8–85,2% (tab. 27).

Telinit stwierdzono w ilości 0,0–11,0%. Najczęściej występuje w węglach krakowskiej serii piaskowcowej i serii mułowcowej, gdzie jego zawartość dość często przekracza 5%, a maksymalnie osiąga 11,0%. W węglach górnośląskiej serii piaskowcowej i serii paralicznej telinit występuje przeważnie w ilości poniżej 3,0%. Telinit charakteryzuje się na ogół dobrze zachowaną strukturą komórkową, a przestrzenie komórkowe są wypełnione zazwyczaj żelokolinitem lub rezynitem, nieraz mikrynitem, pirytem albo materią ilastą. Rzadziej spotyka się telinit pustokomórkowy lub o zaciśniętych światłach komórek. Niekiedy budowa komórkowa stopniowo zanika i wówczas telinit przechodzi w bezstrukturalny kolinit.

Kolinit jest podstawowym składnikiem budującym pokłady węgla w omawianym otworze. Jego zawartość waha się od 27,8 do 78,9%, a przeważnie wynosi 50–60%. Kolinit występuje pod postacią desmokolinitu i telikolinitu, rzadziej żelokolinitu, a sporadycznie jako korpokolinit. W węglach krakowskiej serii piaskowcowej i serii mułowcowej obok desmokolinitu często jest obecny telokolinit tworzący pasemka w różnym stopniu żelifikowania, czasem wykazujące ziarnistą budowę. W węglach serii paralicznej dominuje desmokolinit tworzący nierzadko ciasto węglowe klarytu i trimacerytu. Kolinit występuje w postaci samodzielnych ziaren różnej wielkości, rzadziej w formie soczewek lub warstewek. Niektóre ziarna są spękane kontrakcyjnie, a na innych są rozsiane drobne ziarenka piryty lub większe skupienia substancji ilastej. Występują również ziarna koli-

Tabela 27

**Udział macerałów i grup macerałów w przeliczeniu na 100% bez udziału substancji mineralnej oraz współczynnik refleksyjności wityrynytu  $R_o$**

Macerals and group macerals based on 100% without mineral substance and coefficient of vitrinite reflectivity  $R_o$

| Lp.  | Głębokość spagu pokładu węgla<br>Depth of base of coal bed<br>[m] | Udział macerałów w przeliczeniu na 100% bez udziału substancji mineralnej<br>Maceral based on 100% without mineral substance |                      |                   |                     |                     |                       |                       |                             |                     |                             |                                   | Udział grup macerałów w przeliczeniu na 100% bez substancji mineralnej<br>Macerals group based on 100% without mineral substance |                                    |                                      | $R_o$<br>[%] |
|--|---|--|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
|  |   | telinit<br>telinite  | kolinit<br>collinite | sporyt<br>sporite | kutyryt<br>cutinite | rezynit<br>resinite | mikryryt<br>micrinite | makryryt<br>macrinite | semifuzynit<br>semifusinite | fuzynit<br>fusinite | sklerotynit<br>sclerotinite | inertodetrynit<br>inertodetrinite | grupa wityrynytu<br>vitrinite group  | grupa liptynytu<br>liptinite group | grupa inertynytu<br>inertinite group |              |
| 1  | 2   | 3  | 4                    | 5                 | 6                   | 7                   | 8                     | 9                     | 10                          | 11                  | 12                          | 13                                | 14   | 15                                 | 16                                   | 17           |
| Krakowska seria piaskowcowa – warstwy libiąskie    |   |  |                      |                   |                     |                     |                       |                       |                             |                     |                             |                                   |  |                                    |                                      |              |
| 1  | 226,55  | 5,4  | 78,9                 | 5,4               | 1,8                 | 0,7                 | 2,0                   | –                     | 2,9                         | 2,7                 | –                           | 0,2                               | 84,3   | 7,9                                | 7,8                                  | 0,53         |
| 2  | 289,15  | 3,0  | 67,8                 | 8,5               | 0,9                 | 1,3                 | 4,2                   | 0,9                   | 8,0                         | 3,0                 | 0,5                         | 1,9                               | 70,8   | 10,7                               | 18,5                                 | 0,57         |
| 4  | 323,50  | 4,5  | 56,5                 | 9,2               | 0,5                 | 0,7                 | 6,5                   | 0,9                   | 18,7                        | 0,7                 | 0,9                         | 0,9                               | 61,0   | 10,4                               | 28,6                                 | 0,56         |
| 5  | 348,00  | 2,7  | 64,9                 | 7,7               | 0,8                 | 1,5                 | 6,7                   | 1,2                   | 13,8                        | 0,7                 | –                           | –                                 | 67,6   | 10,0                               | 22,4                                 | 0,65         |
| 6  | 371,05  | 2,2  | 58,2                 | 10,1              | 0,2                 | 0,7                 | 3,5                   | 1,5                   | 18,8                        | 2,5                 | 0,6                         | 1,7                               | 60,4   | 11,0                               | 28,6                                 | 0,58         |
| 7  | 393,25  | 5,1  | 57,6                 | 10,6              | 0,7                 | 1,4                 | 3,8                   | 1,7                   | 15,5                        | 1,9                 | –                           | 1,7                               | 62,7   | 12,7                               | 24,6                                 | 0,58         |
| Krakowska seria piaskowcowa – warstwy łaziskie     |   |  |                      |                   |                     |                     |                       |                       |                             |                     |                             |                                   |  |                                    |                                      |              |
| 8  | 454,75  | 2,6  | 58,8                 | 8,0               | 0,6                 | 0,2                 | 7,3                   | 1,8                   | 17,2                        | 2,0                 | 0,2                         | 1,3                               | 61,4   | 8,8                                | 29,8                                 | 0,59         |
| 9  | 456,40  | 4,9  | 64,5                 | 7,8               | 0,5                 | 0,5                 | 4,2                   | 0,7                   | 14,8                        | 0,5                 | –                           | 1,6                               | 69,4   | 8,8                                | 21,8                                 | 0,63         |
| 10   | 539,70  | 4,8  | 41,2                 | 10,4              | 1,0                 | 0,5                 | 4,5                   | 4,0                   | 24,0                        | 5,2                 | 0,8                         | 3,6                               | 46,0   | 11,9                               | 42,1                                 | 0,55         |
| 11   | 562,60  | 6,3  | 42,8                 | 11,6              | 0,7                 | 0,2                 | 9,7                   | 2,2                   | 21,4                        | 4,3                 | 0,4                         | 0,4                               | 49,1   | 12,5                               | 38,4                                 | 0,65         |
| 12   | 799,70  | 8,6  | 42,7                 | 10,4              | –                   | 0,2                 | 5,9                   | 3,4                   | 20,3                        | 4,7                 | 1,1                         | 2,7                               | 51,3   | 10,6                               | 38,1                                 | 0,66         |
| 13   | 906,17  | 7,6  | 50,1                 | 13,5              | 0,2                 | 0,6                 | 7,2                   | 2,5                   | 11,5                        | 2,7                 | 0,8                         | 3,3                               | 57,7   | 14,3                               | 28,0                                 | 0,69         |
| 14   | 932,10  | 2,9  | 53,2                 | 15,6              | –                   | 0,9                 | 6,7                   | 1,1                   | 13,4                        | 2,7                 | 0,2                         | 3,3                               | 56,1   | 16,5                               | 27,4                                 | 0,71         |
| 15   | 973,30  | 2,5  | 65,2                 | 13,0              | 1,2                 | –                   | 3,5                   | 1,5                   | 9,4                         | 2,5                 | –                           | 1,2                               | 67,7   | 14,2                               | 18,1                                 | 0,71         |
| 16   | 1031,30   | 4,6  | 60,5                 | 9,1               | 0,6                 | 0,2                 | 7,9                   | 1,0                   | 7,7                         | 6,2                 | 0,7                         | 1,5                               | 65,2   | 9,8                                | 25,0                                 | 0,70         |
| 17   | 1033,00   | 1,2  | 69,1                 | 7,1               | 0,6                 | –                   | 5,9                   | 1,2                   | 7,4                         | 5,2                 | 5,0                         | 1,5                               | 70,6   | 7,7                                | 21,7                                 | 0,71         |
| 18   | 1056,30   | 6,4  | 78,8                 | 0,9               | 0,5                 | –                   | 3,6                   | 0,2                   | 5,8                         | 2,6                 | 0,5                         | 0,5                               | 85,2   | 1,4                                | 13,4                                 | 0,72         |
| 19   | 1080,56   | 4,5  | 63,4                 | 8,9               | –                   | –                   | 5,2                   | 1,4                   | 10,3                        | 4,0                 | –                           | 2,3                               | 67,9   | 8,9                                | 23,2                                 | 0,71         |
| 20   | 1085,75   | 7,0  | 59,6                 | 7,4               | 0,4                 | –                   | 5,7                   | 2,6                   | 10,0                        | 4,6                 | 0,2                         | 2,5                               | 66,6   | 7,8                                | 25,6                                 | 0,71         |
| 21   | 1086,75   | 5,4  | 52,3                 | 14,2              | 0,9                 | 0,9                 | 6,6                   | 2,8                   | 12,6                        | 2,4                 | –                           | 1,9                               | 57,7   | 16,0                               | 26,3                                 | 0,72         |
| 22   | 1112,60   | 5,8  | 51,9                 | 9,5               | 2,2                 | 0,5                 | 5,6                   | 3,2                   | 10,6                        | 6,2                 | 0,4                         | 3,1                               | 57,7   | 12,2                               | 30,1                                 | 0,72         |
| 23   | 1114,25   | 5,4  | 63,8                 | 6,9               | 0,6                 | –                   | 5,7                   | 1,7                   | 10,7                        | 4,5                 | –                           | 0,7                               | 69,2   | 7,5                                | 23,3                                 | 0,73         |
| Seria mułowcowa – warstwy załęskie + orzeskie s.s. |   |  |                      |                   |                     |                     |                       |                       |                             |                     |                             |                                   |  |                                    |                                      |              |
| 24   | 1152,05   | 6,2  | 60,5                 | 10,0              | 0,6                 | 0,6                 | 6,6                   | 2,3                   | 9,5                         | 3,2                 | 0,5                         | –                                 | 66,7   | 11,2                               | 22,1                                 | 0,73         |
| 25   | 1184,60   | 4,2  | 56,3                 | 11,0              | 0,4                 | 0,6                 | 6,5                   | 3,1                   | 10,8                        | 5,0                 | –                           | 2,1                               | 60,5   | 12,0                               | 27,5                                 | 0,73         |
| 26   | 1194,10   | 8,1  | 46,4                 | 9,8               | 0,6                 | 0,5                 | 5,6                   | 3,3                   | 19,8                        | 2,4                 | 0,7                         | 2,8                               | 54,5   | 10,9                               | 34,6                                 | 0,72         |
| 27   | 1205,65   | 11,0   | 44,4                 | 13,3              | 0,4                 | –                   | 4,2                   | 4,1                   | 15,0                        | 3,9                 | 0,5                         | 3,2                               | 55,4   | 13,7                               | 30,9                                 | 0,71         |
| 28   | 1265,65   | 4,3  | 47,1                 | 14,5              | 0,8                 | 1,0                 | 5,2                   | 6,1                   | 10,5                        | 6,1                 | 1,5                         | 2,9                               | 51,4   | 16,3                               | 32,3                                 | 0,72         |
| 29   | 1304,20   | 7,2  | 53,9                 | 14,3              | 0,6                 | 0,9                 | 4,7                   | 2,8                   | 9,8                         | 2,8                 | –                           | 3,0                               | 61,1   | 15,8                               | 23,1                                 | 0,72         |

Tabela 27 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4    | 5    | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   | 11  | 12  | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|--|---------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 30   | 1309,00 | 0,7  | 53,6 | 18,4 | 0,7 | 1,1 | 5,9  | 4,1  | 13,2 | 0,9 | –   | 7,4  | 54,3 | 20,2 | 25,5 | 0,72 |
| 31   | 1326,85 | 3,0  | 65,2 | 9,3  | 0,4 | 1,3 | 7,2  | 2,1  | 5,5  | 3,8 | 0,5 | 1,7  | 68,2 | 11,0 | 20,8 | 0,72 |
| 32   | 1328,45 | 10,6 | 48,0 | 15,2 | 0,6 | 2,6 | 6,0  | 4,8  | 7,6  | 2,0 | –   | 2,6  | 58,6 | 18,4 | 23,0 | 0,72 |
| 33   | 1348,35 | 7,3  | 70,6 | 5,5  | 0,2 | –   | 4,7  | 1,9  | 5,5  | 3,0 | –   | 1,3  | 77,9 | 5,7  | 16,4 | 0,72 |
| 34   | 1363,15 | 6,0  | 70,6 | 8,4  | –   | 0,6 | 2,8  | 0,8  | 7,2  | 1,9 | –   | 1,7  | 76,6 | 9,0  | 14,4 | 0,75 |
| 35   | 1368,70 | 4,8  | 66,7 | 7,2  | 0,5 | 0,7 | 5,2  | 0,9  | 9,2  | 2,6 | –   | 2,2  | 71,5 | 8,4  | 20,1 | 0,74 |
| 36   | 1373,80 | 3,0  | 55,4 | 10,4 | 0,8 | 1,0 | 6,0  | 2,2  | 14,5 | 1,7 | –   | 5,0  | 58,4 | 12,2 | 29,4 | 0,73 |
| 37   | 1382,70 | 6,0  | 70,4 | 9,5  | –   | 0,4 | 2,2  | 1,1  | 6,2  | 1,8 | 1,1 | 1,3  | 76,4 | 9,9  | 13,7 | 0,75 |
| 38   | 1391,40 | 8,6  | 41,2 | 19,0 | 0,5 | 0,2 | 5,2  | 6,3  | 13,2 | 3,2 | –   | 2,6  | 49,8 | 19,7 | 30,5 | 0,75 |
| 39   | 1418,30 | 6,0  | 50,4 | 10,3 | –   | 0,6 | 7,8  | 2,8  | 15,0 | 3,6 | –   | 3,5  | 56,4 | 10,9 | 32,7 | 0,75 |
| 40   | 1424,80 | 3,6  | 51,9 | 11,2 | –   | –   | 6,2  | 6,5  | 11,2 | 0,8 | –   | 8,6  | 55,5 | 11,2 | 33,3 | 0,75 |
| Górnośląska seria piaskowcowa – warstwy rudzkie s.s. |         |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |
| 41   | 1455,30 | 1,1  | 61,4 | 11,0 | –   | –   | 5,6  | 1,3  | 11,2 | 5,1 | 1,1 | 2,2  | 62,5 | 11,0 | 26,5 | 0,76 |
| Seria paraliczna – warstwy grodzieckie               |         |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |
| 42   | 1494,45 | 5,0  | 67,7 | 8,5  | 1,3 | 1,7 | 3,5  | 0,5  | 6,8  | 2,6 | –   | 2,4  | 72,7 | 11,5 | 15,8 | 0,75 |
| 43   | 1498,45 | 5,2  | 75,6 | 6,2  | 2,0 | 1,3 | 1,3  | 0,4  | 4,3  | 2,4 | –   | 1,3  | 80,8 | 9,5  | 9,7  | 0,76 |
| 44   | 1546,40 | 2,6  | 78,8 | 11,2 | –   | 0,2 | 0,9  | 0,5  | 3,3  | 1,2 | –   | 1,3  | 81,4 | 11,4 | 7,2  | 0,65 |
| Seria paraliczna – warstwy florowskie                |         |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |
| 45   | 1640,60 | 4,9  | 29,5 | 20,7 | 1,2 | 0,6 | 6,4  | 19,2 | 9,6  | 2,6 | –   | 5,3  | 34,4 | 22,5 | 43,1 | 0,86 |
| 46   | 1672,90 | 6,3  | 39,9 | 10,9 | –   | 1,4 | 5,3  | 9,5  | 16,2 | 6,6 | 1,0 | 2,9  | 46,2 | 12,3 | 41,5 | 0,80 |
| 47   | 1681,80 | 2,1  | 49,2 | 27,3 | 1,2 | –   | 9,3  | –    | 4,9  | 1,6 | –   | 4,4  | 51,3 | 28,5 | 20,2 | 0,72 |
| 48   | 1687,60 | –    | 27,8 | 32,9 | 1,9 | 0,7 | 10,7 | 3,9  | 8,4  | 1,7 | 0,8 | 11,2 | 27,8 | 35,5 | 36,7 | 0,73 |
| 49   | 1690,90 | 1,9  | 54,8 | 16,3 | 2,2 | 0,6 | 6,0  | 0,9  | 10,8 | 5,3 | –   | 1,2  | 56,7 | 19,1 | 24,2 | 0,86 |
| 50   | 1694,90 | 1,5  | 56,7 | 16,1 | 1,9 | –   | 7,6  | 1,3  | 10,4 | 4,5 | –   | –    | 58,2 | 18,0 | 23,8 | 0,85 |
| 51   | 1739,00 | 4,3  | 47,6 | 13,6 | 1,5 | 0,9 | 7,0  | 1,3  | 20,2 | 1,9 | –   | 1,7  | 51,9 | 16,3 | 31,8 | 0,84 |
| 52   | 1754,25 | 3,0  | 51,7 | 13,0 | 1,9 | 1,1 | 8,1  | 1,7  | 11,8 | 5,6 | –   | 2,1  | 54,7 | 16,0 | 29,3 | 0,80 |
| 53   | 1769,15 | 1,2  | 68,2 | 11,3 | 0,5 | –   | 4,2  | 0,6  | 9,6  | 3,2 | –   | 1,2  | 69,4 | 11,8 | 18,8 | 0,85 |
| 54   | 1780,80 | 1,9  | 65,4 | 10,2 | 3,0 | 0,2 | 4,7  | 0,8  | 10,0 | 1,6 | 0,6 | 1,6  | 67,3 | 13,4 | 19,3 | 0,85 |
| 55   | 1782,85 | 2,2  | 59,6 | 8,8  | 0,6 | –   | 5,9  | 1,9  | 13,5 | 6,4 | –   | 1,1  | 61,8 | 9,4  | 28,8 | 0,84 |
| 56   | 1788,50 | 2,6  | 56,5 | 14,7 | 0,9 | 1,6 | 6,6  | 1,4  | 9,2  | 4,8 | 0,4 | 1,3  | 59,1 | 17,2 | 23,7 | 0,81 |
| 57   | 1866,70 | 1,5  | 50,6 | 14,3 | 0,7 | 0,6 | 6,3  | 2,7  | 18,0 | 4,1 | –   | 1,2  | 52,1 | 15,6 | 32,3 | 0,85 |
| 58   | 1895,95 | 4,3  | 50,6 | 19,6 | 0,6 | –   | 7,3  | 3,6  | 9,1  | 0,9 | 0,4 | 3,6  | 54,9 | 20,2 | 24,9 | 0,82 |
| 59   | 1905,60 | 5,7  | 50,1 | 7,8  | 1,9 | 0,5 | 5,4  | 2,2  | 10,8 | 4,5 | –   | 1,1  | 65,8 | 10,2 | 24,0 | 0,84 |
| 60   | 1915,95 | 0,7  | 42,6 | 28,3 | 0,3 | 0,7 | 8,6  | 2,8  | 7,3  | 4,5 | 0,7 | 3,5  | 43,3 | 29,3 | 27,4 | 0,83 |
| 61   | 1922,25 | 3,1  | 59,2 | 12,7 | 0,7 | 0,5 | 4,8  | 2,2  | 10,9 | 3,8 | 0,2 | 1,9  | 62,3 | 13,9 | 23,8 | 0,85 |
| 62   | 1929,35 | 3,2  | 55,5 | 18,6 | 1,5 | 0,4 | 6,2  | 1,3  | 9,6  | 1,2 | 0,4 | 2,1  | 58,7 | 20,5 | 20,8 | 0,86 |
| 63   | 1941,10 | 1,5  | 65,5 | 10,2 | 1,3 | 0,4 | 2,1  | 1,1  | 9,7  | 3,0 | 0,9 | 4,3  | 67,0 | 11,9 | 21,1 | 0,83 |
| 64   | 2003,50 | 0,7  | 53,9 | 15,4 | 0,7 | –   | 4,2  | 1,8  | 18,0 | 1,8 | –   | 3,5  | 54,6 | 16,1 | 29,3 | 0,86 |
| 65   | 2017,60 | 2,5  | 60,7 | 12,7 | –   | –   | 4,9  | 1,3  | 14,2 | 0,9 | –   | 2,8  | 63,2 | 12,7 | 24,1 | 0,82 |
| 66   | 2035,80 | 1,3  | 45,8 | 15,1 | 0,2 | –   | 12,9 | 5,9  | 14,6 | 0,5 | 0,2 | 3,5  | 47,1 | 15,3 | 37,6 | 0,84 |
| 67   | 2043,80 | 2,5  | 54,5 | 9,0  | 0,6 | 0,6 | 6,1  | 2,6  | 18,2 | 3,7 | –   | 2,2  | 57,0 | 10,2 | 32,8 | 0,83 |
| 68   | 2048,00 | 1,2  | 43,4 | 21,4 | –   | –   | 10,1 | 3,5  | 15,8 | 2,0 | 0,8 | 1,8  | 44,6 | 21,4 | 34,0 | 0,87 |
| 69   | 2068,55 | –    | 54,4 | 16,9 | –   | 0,5 | 6,3  | 2,2  | 14,0 | 2,2 | –   | 3,5  | 54,4 | 17,3 | 28,3 | 0,81 |
| Seria paraliczna – warstwy sarnowskie                |         |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |
| 70   | 2095,20 | –    | 40,8 | 27,7 | 0,5 | 0,7 | 8,2  | 2,0  | 16,1 | 0,5 | 0,2 | 3,3  | 40,8 | 28,9 | 30,3 | 0,82 |

Tabela 28

**Udział mikrolitotypów, karbominerytu i skaly płonnej**

Coal microlithotype, carbominerite and barren rocks

| Lp.   | Głęb.<br>Depth<br>[m] | Mikrolitotypy monomaceralne<br>Monomaceral microlithotype<br>[%] |                 |                           |                   |                         |                              | Mikrolitotypy bimaceralne<br>Bimaceral microlithotypes<br>[%] |                         |                  |                           |                                     |                           | Mikrolitotypy trimaceralne<br>Trimaceral microlithotypes<br>[%] |                             |                            |                                       | Karbomineryt<br>Carbominerite<br>[%] |                 |                     |                       | Materia mineralna<br>Mineral matter<br>[%] |    |    |    | Typy<br>mikrofacjalne<br>Microfacies types |
|---|-----------------------|--|-----------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|---|-------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|--|----|----|----|--|
|   |                       | wiryt<br>virite  | lipyt<br>lipite | semifuzyt<br>semifusinite | fuzyt<br>fusinite | skleryt<br>sclerotinite | interdetyt<br>interdetritite | klaryt<br>clarite   | wiryneryt<br>virinerite | durtyt<br>durite | duroklaryt<br>dureclarite | wirynertolipyt<br>virinerterolipite | klaroduryt<br>clarodurite | karbalgilit<br>carbalgillite                                    | karbankeryt<br>carbankerite | karbopryt<br>carboprillite | karbopoliminerit<br>carbopoliminerite | kwarc<br>quartz                      | pyryt<br>pyrite | węglan<br>carbonate | ilowiec<br>claystones | 19   | 20 | 21 | 22 |  |
| <b>1</b>  | <b>2</b>              | <b>3</b>   | <b>4</b>        | <b>5</b>                  | <b>6</b>          | <b>7</b>                | <b>8</b>                     | <b>9</b>  | <b>10</b>               | <b>11</b>        | <b>12</b>                 | <b>13</b>                           | <b>14</b>                 | <b>15</b>   | <b>16</b>                   | <b>17</b>                  | <b>18</b>                             | <b>19</b>                            | <b>20</b>       | <b>21</b>           | <b>22</b>             | <b>23</b>                                  |    |    |    |  |
| Krakowska seria piaskowcowa – warstwy liliąskie |                       |  |                 |                           |                   |                         |                              |   |                         |                  |                           |                                     |                           |   |                             |                            |                                       |                                      |                 |                     |                       |  |    |    |    |  |
| 1   | 226,55                | 54,2   | –               | 0,8                       | 2,4               | –                       | –                            | 10,2  | 3,0                     | –                | 7,2                       | –                                   | 1,2                       | 7,8   | –                           | 3,0                        | 1,2                                   | 4,0                                  | –               | 2,2                 | 2,8                   | WTY  |    |    |    |  |
| 2   | 289,15                | 43,8   | 0,7             | 5,4                       | 1,1               | 0,3                     | 0,5                          | 10,0  | 2,0                     | 1,2              | 11,8                      | –                                   | 4,7                       | 7,0   | –                           | 3,2                        | 2,7                                   | –                                    | –               | 5,6                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 3   | 291,35                | 33,0   | 0,9             | 6,6                       | 0,7               | –                       | –                            | 5,9   | 2,1                     | 4,3              | 15,6                      | –                                   | 12,6                      | 11,9  | –                           | 0,7                        | 0,4                                   | 1,3                                  | –               | 4,0                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 4   | 323,50                | 37,0   | 0,4             | 13,0                      | –                 | 1,2                     | –                            | 4,6   | 1,0                     | 4,4              | 10,8                      | 1,8                                 | 8,2                       | 4,8   | –                           | 5,2                        | 4,0                                   | 1,8                                  | –               | 1,8                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 5   | 348,00                | 32,6   | 0,8             | 6,7                       | –                 | –                       | –                            | 3,8   | 4,2                     | 1,1              | 18,5                      | 10,2                                | 6,0                       | 5,0   | –                           | 3,7                        | 0,8                                   | 2,4                                  | 0,4             | 3,8                 | –                     | WTY-TRY                                    |    |    |    |  |
| 6   | 371,05                | 41,8   | 0,6             | 5,8                       | 0,8               | –                       | –                            | 5,4   | 3,6                     | 1,8              | 6,8                       | 0,8                                 | 6,8                       | 16,6  | –                           | 2,2                        | –                                     | 3,8                                  | –               | 3,2                 | –                     | WTY  |    |    |    |  |
| 7   | 393,25                | 32,7   | 1,2             | 8,9                       | 0,6               | –                       | –                            | 6,6   | 3,8                     | 3,6              | 13,1                      | 1,7                                 | 3,6                       | 4,9   | 0,6                         | 9,8                        | 2,7                                   | 1,3                                  | 0,5             | 3,5                 | 0,9                   | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| Krakowska seria piaskowcowa – warstwy łaziskie  |                       |  |                 |                           |                   |                         |                              |   |                         |                  |                           |                                     |                           |   |                             |                            |                                       |                                      |                 |                     |                       |  |    |    |    |  |
| 8   | 454,75                | 27,9   | –               | 6,1                       | 1,5               | –                       | –                            | 2,6   | 6,3                     | 1,9              | 14,0                      | 0,4                                 | 12,9                      | 9,7   | –                           | 4,7                        | –                                     | 6,0                                  | 0,9             | 3,7                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 9   | 456,40                | 46,2   | –               | 4,6                       | –                 | –                       | –                            | 6,6   | 1,6                     | –                | 10,4                      | –                                   | 7,2                       | 9,2   | –                           | 7,0                        | –                                     | 3,6                                  | 0,6             | 3,0                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 10  | 539,70                | 50,4   | –               | 2,4                       | –                 | –                       | –                            | 7,0   | –                       | –                | 9,2                       | –                                   | 1,0                       | 2,0   | –                           | 20,6                       | 3,2                                   | 1,6                                  | –               | 2,6                 | –                     | TRY-WTY-INY                                |    |    |    |  |
| 11  | 562,60                | 26,6   | 1,4             | 16,6                      | 0,6               | –                       | –                            | 5,2   | 5,6                     | 4,4              | 17,0                      | 1,4                                 | 13,2                      | 5,8   | –                           | 1,8                        | –                                     | 1,2                                  | –               | 1,2                 | –                     | INY-WTY-TRY                                |    |    |    |  |
| 12  | 799,70                | 26,5   | 0,2             | 14,9                      | 1,8               | 0,6                     | 2,4                          | 0,9   | 7,8                     | 1,9              | 8,9                       | 0,5                                 | 14,0                      | 5,7   | 0,7                         | 2,6                        | –                                     | 5,3                                  | 0,6             | 0,7                 | 1,4                   | INY-WTY-TRY                                |    |    |    |  |
| 13  | 906,17                | 34,2   | 1,3             | 9,4                       | 1,7               | –                       | –                            | 1,1   | 4,2                     | 6,0              | 15,9                      | 2,3                                 | 11,3                      | 6,7   | –                           | 1,2                        | –                                     | –                                    | –               | 0,6                 | –                     | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 14  | 932,10                | 34,4   | 0,4             | 4,4                       | 1,5               | –                       | –                            | 3,6   | 5,5                     | 4,4              | 3,6                       | 1,7                                 | 14,5                      | 12,0  | –                           | 0,8                        | 4,9                                   | 2,5                                  | –               | 0,2                 | 4,0                   | TRY-WTY+                                   |    |    |    |  |
| 15  | 973,30                | 35,4   | 1,0             | 3,6                       | 1,0               | –                       | –                            | 6,8   | 2,2                     | 0,8              | 9,0                       | 0,8                                 | 6,4                       | 15,0  | 0,4                         | 1,4                        | 1,0                                   | 9,2                                  | –               | 0,8                 | 1,2                   | TRY-WTY+                                   |    |    |    |  |
| 16  | 1031,30               | 34,0   | 0,6             | 3,5                       | 1,9               | 0,4                     | –                            | 9,4   | 2,7                     | 2,6              | 15,0                      | –                                   | 5,2                       | 10,6  | –                           | 1,5                        | 1,5                                   | 10,0                                 | 1,7             | 0,6                 | 0,6                   | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 17  | 1033,00               | 42,8   | –               | 1,6                       | 0,8               | –                       | –                            | 4,0   | 1,8                     | 6,4              | 12,0                      | –                                   | 7,8                       | 13,2  | 0,6                         | 1,2                        | 3,0                                   | 6,2                                  | 1,0             | 0,2                 | 1,2                   | TRY-WTY+                                   |    |    |    |  |
| 18  | 1056,30               | 42,0   | 1,4             | 2,8                       | 10,2              | –                       | 0,4                          | –   | 1,8                     | 2,4              | 18,2                      | 0,4                                 | 3,0                       | 12,8  | –                           | 0,6                        | 1,0                                   | –                                    | –               | 0,6                 | 1,4                   | TRY-WTY                                    |    |    |    |  |
| 19  | 1080,56               | 39,4   | –               | 9,6                       | 0,4               | –                       | –                            | 1,6   | 3,0                     | 2,0              | 10,4                      | –                                   | 6,4                       | 15,4  | –                           | 0,6                        | 1,2                                   | 9,0                                  | 0,4             | –                   | 0,6                   | TRY-WTY+                                   |    |    |    |  |

Tabela 28 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4   | 5    | 6   | 7   | 8   | 9    | 10  | 11   | 12   | 13  | 14   | 15   | 16  | 17   | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23       |
|--|---------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 20   | 1085,75 | 44,4 | 0,4 | 5,8  | 3,4 | -   | -   | 3,0  | 1,4 | 3,2  | 21,6 | 0,4 | 7,4  | 6,8  | -   | 0,2  | 0,6 | 1,2 | 0,2 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 21   | 1086,75 | 36,4 | 1,5 | 8,5  | 0,9 | -   | -   | 5,3  | 4,7 | 6,4  | 19,5 | 0,9 | 8,7  | 4,5  | -   | 1,1  | 0,7 | 0,9 | -   | 0,6 | 0,4 | TRY-WTY  |
| 22   | 1112,60 | 32,8 | 0,8 | 6,4  | 1,2 | -   | -   | 3,2  | 4,0 | 4,4  | 15,2 | 1,2 | 13,2 | 12,4 | 0,6 | -    | -   | -   | 4,6 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 23   | 1114,25 | 43,2 | -   | 5,6  | 2,0 | -   | -   | 3,4  | 2,0 | 1,6  | 11,2 | -   | 7,0  | 15,4 | -   | 0,2  | -   | 6,0 | 2,0 | 0,4 | -   | TRY-WTY+ |
| Seria mułowcowa – warstwy załeśkie + orzeskie s.s.   |         |      |     |      |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |     |     |     |     |     |          |
| 24   | 1152,05 | 38,6 | 1,2 | 8,8  | 1,6 | -   | 0,6 | 6,8  | 4,4 | 5,8  | 15,6 | 0,4 | 7,8  | 3,4  | 0,8 | 0,4  | -   | 2,0 | 1,4 | -   | 0,4 | TRY-WTY  |
| 25   | 1184,60 | 39,1 | 0,9 | 10,0 | 1,5 | -   | 0,5 | 1,3  | 6,6 | 7,6  | 15,2 | 0,7 | 5,2  | 6,3  | 1,3 | 0,7  | 0,6 | -   | 2,5 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 26   | 1194,10 | 28,0 | 0,6 | 13,2 | 0,6 | -   | -   | 4,0  | 5,4 | 4,8  | 17,4 | -   | 6,8  | 1,2  | 2,6 | 2,6  | 4,2 | 7,0 | 1,2 | 0,4 | -   | TRY-WTY  |
| 27   | 1205,65 | 24,9 | 2,1 | 8,6  | 1,9 | -   | -   | 6,3  | 4,4 | 8,8  | 20,9 | 0,4 | 10,0 | 6,7  | -   | -    | 0,6 | 4,0 | 0,4 | -   | -   | TY-TRY   |
| 28   | 1265,65 | 32,0 | 0,9 | 8,5  | 1,6 | -   | 1,2 | 6,6  | 4,2 | 8,6  | 20,0 | 1,2 | 9,2  | 4,9  | -   | -    | -   | -   | 1,1 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 29   | 1304,20 | 34,1 | 0,9 | 5,0  | 0,7 | -   | -   | 3,9  | 5,5 | 5,0  | 13,6 | -   | 8,0  | 6,0  | 2,5 | 3,0  | 0,3 | 5,2 | 5,6 | 0,7 | -   | TRY-WTY  |
| 30   | 1309,00 | 24,0 | 1,2 | 8,0  | -   | -   | -   | 4,0  | 3,4 | 5,4  | 25,6 | 1,2 | 11,8 | 8,0  | 0,4 | 1,0  | 1,6 | 2,6 | 1,8 | -   | -   | WTY-TRY  |
| 31   | 1326,85 | 44,0 | 0,4 | 5,0  | 1,4 | 0,4 | -   | 5,4  | 2,0 | 1,8  | 25,4 | -   | 7,0  | 5,4  | 0,8 | 0,2  | -   | -   | 0,8 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 32   | 1328,45 | 26,0 | 1,4 | 7,2  | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 5,8  | 5,0 | 8,0  | 20,0 | 1,4 | 8,6  | 10,0 | 0,6 | 1,2  | 1,4 | -   | 0,8 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 33   | 1348,35 | 54,0 | -   | 2,4  | 2,4 | -   | -   | 8,6  | 1,7 | 3,5  | 11,5 | -   | 1,9  | 6,9  | -   | 1,3  | -   | 1,7 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | WTY      |
| 34   | 1363,15 | 48,0 | 1,2 | 4,0  | -   | -   | -   | 9,4  | 1,8 | 0,6  | 13,8 | 0,2 | 3,6  | 8,4  | 0,6 | 1,2  | 1,0 | 3,2 | 0,8 | 1,0 | -   | TRY-WTY  |
| 35   | 1368,70 | 50,0 | 0,6 | 5,2  | 1,6 | -   | -   | 6,6  | 2,2 | 2,8  | 13,2 | -   | 6,6  | 1,4  | -   | 0,6  | 0,6 | 8,6 | -   | -   | -   | TRY-WTY  |
| 36   | 1373,80 | 31,2 | -   | 7,0  | 1,7 | -   | 1,1 | 5,0  | 5,2 | 3,0  | 24,7 | 1,1 | 12,9 | 4,0  | 2,0 | 0,5  | -   | 1,8 | -   | -   | -   | WTY-TRY  |
| 37   | 1382,70 | 54,1 | 1,8 | 2,7  | 0,7 | 0,5 | -   | 4,9  | 0,9 | 5,2  | 11,0 | 0,9 | 4,1  | 9,6  | -   | 1,3  | 1,4 | 0,5 | 0,4 | -   | -   | TRY-WTY  |
| 38   | 1391,40 | 19,8 | 1,0 | 14,4 | 1,0 | -   | -   | 1,8  | 3,2 | 11,4 | 21,4 | 3,8 | 9,6  | 9,6  | -   | -    | -   | 1,6 | 1,4 | -   | -   | WTY-TRY  |
| 39   | 1418,30 | 34,1 | 0,7 | 10,4 | -   | -   | 1,1 | 5,4  | 5,2 | 4,2  | 22,6 | -   | 8,9  | 3,5  | 0,4 | 1,5  | -   | 1,8 | -   | -   | -   | TRY-WTY  |
| 40   | 1424,80 | 15,6 | 0,2 | 9,9  | -   | -   | 2,0 | 0,8  | 6,7 | 10,0 | 7,8  | 1,0 | 12,3 | 29,7 | -   | 0,2  | 0,6 | 3,0 | 0,2 | -   | -   | WTY-TRY+ |
| Górnoślaska seria piaskowcowa – warstwy rudzkie s.s. |         |      |     |      |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |     |     |     |     |     |          |
| 41   | 1455,30 | 40,6 | -   | 8,8  | -   | -   | -   | 6,8  | 1,9 | 0,8  | 23,5 | 0,9 | 4,3  | 1,4  | 0,7 | 6,8  | 0,9 | -   | 2,6 | -   | -   | TRY-WTY  |
| Seria paraliczna – warstwy górzeckie                 |         |      |     |      |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |     |      |     |     |     |     |     |          |
| 42   | 1494,45 | 49,9 | 1,3 | 5,6  | 0,9 | -   | -   | 9,2  | 1,9 | 1,7  | 8,3  | 1,2 | 0,7  | 7,2  | -   | 4,3  | 1,5 | 4,5 | 1,2 | 0,6 | -   | WTY      |
| 43   | 1498,45 | 50,0 | 0,6 | 4,0  | 1,8 | -   | 0,2 | 17,0 | 1,8 | -    | 11,0 | -   | 1,2  | 11,0 | 0,4 | 2,6  | 1,4 | 0,8 | 1,2 | -   | -   | KLY-WTY  |
| 44   | 1546,40 | 50,4 | -   | 2,4  | -   | -   | -   | 7,0  | -   | -    | 9,2  | -   | 1,0  | 2,0  | -   | 20,6 | 3,2 | 1,6 | -   | 2,6 | -   | WTY+     |

Tabela 28 cd.

| 1                                     | 2       | 3    | 4   | 5    | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16  | 17   | 18   | 19   | 20  | 21  | 22  | 23          |         |
|---------------------------------------|---------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-------------|---------|
| Seria paraliczna – warstwy florowskie |         |      |     |      |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |     |     |             |         |
| 45                                    | 1640,60 | 13,0 | 1,2 | 4,2  | -   | -   | 1,8 | 1,0  | 10,6 | 38,0 | 9,6  | 0,6  | 16,4 | 1,2  | 1,0 | -    | 0,4  | -    | 1,0 | -   | -   | -           | TRY-DRY |
| 46                                    | 1672,90 | 24,0 | 0,4 | 12,0 | 4,2 | -   | 0,6 | 2,6  | 6,6  | 15,4 | 12,6 | 0,6  | 12,4 | 4,6  | -   | -    | 2,4  | 1,0  | -   | -   | 0,6 | INY-WTY-TRY |         |
| 47                                    | 1681,80 | 4,0  | -   | 0,6  | 0,2 | -   | -   | 0,2  | -    | -    | 3,4  | -    | 0,6  | 36,2 | -   | 0,6  | 19,4 | 12,8 | 0,4 | -   | 1,6 | SAPR        |         |
| 48                                    | 1687,60 | 1,6  | -   | 0,4  | -   | -   | 0,6 | -    | 0,2  | 1,0  | -    | -    | 1,4  | 26,8 | -   | 0,8  | 8,8  | 6,0  | -   | -   | 1,2 | SAPR        |         |
| 49                                    | 1690,90 | 23,6 | -   | 5,9  | 2,5 | -   | -   | 5,1  | 1,2  | 3,4  | 41,8 | -    | 8,9  | 1,9  | -   | -    | -    | 1,7  | -   | -   | 0,6 | WTY-TRY     |         |
| 50                                    | 1694,90 | 29,2 | -   | 8,0  | 3,2 | -   | -   | 9,4  | 2,4  | 2,2  | 34,8 | -    | 3,4  | 3,2  | -   | -    | 0,8  | 2,8  | -   | -   | 0,6 | WTY-TRY     |         |
| 51                                    | 1739,00 | 21,8 | -   | 9,4  | 0,6 | -   | -   | 7,0  | 2,0  | 1,6  | 24,0 | 10,4 | 11,0 | -    | -   | -    | 7,8  | 4,4  | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 52                                    | 1754,25 | 31,1 | 0,7 | 6,2  | 1,7 | -   | -   | 3,5  | 2,5  | 1,2  | 37,7 | 1,3  | 7,5  | 2,9  | -   | -    | -    | -    | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 53                                    | 1769,15 | 47,4 | 0,2 | 6,4  | 0,6 | -   | -   | 16,4 | 2,2  | 1,0  | 20,0 | -    | 3,0  | 2,4  | -   | -    | -    | 0,4  | -   | -   | -   | KLY-TRY-WTY |         |
| 54                                    | 1780,80 | 30,0 | 0,6 | 13,4 | -   | -   | -   | 10,8 | 3,2  | 2,2  | 30,2 | 0,2  | 8,6  | -    | -   | -    | -    | -    | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 55                                    | 1782,85 | 43,2 | -   | 11,6 | 0,6 | -   | -   | 3,4  | 4,0  | 2,6  | 14,0 | -    | 5,4  | 2,8  | -   | 7,0  | -    | -    | -   | 1,0 | 0,2 | TRY-WRY     |         |
| 56                                    | 1788,50 | 25,6 | -   | 5,0  | 1,2 | 0,4 | -   | 7,4  | 2,4  | 0,4  | 37,8 | 0,8  | 6,2  | 3,8  | -   | 3,0  | 2,0  | 2,0  | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 57                                    | 1866,70 | 18,4 | -   | 9,4  | -   | -   | -   | 4,2  | 2,4  | 3,8  | 32,0 | 0,8  | 9,0  | 1,2  | -   | 5,2  | -    | -    | -   | 0,4 | -   | WTY-TRY     |         |
| 58                                    | 1895,95 | 23,2 | -   | 3,9  | 0,2 | -   | -   | 1,7  | 2,9  | 7,8  | 29,0 | 1,3  | 17,5 | 5,2  | 0,7 | 0,2  | 1,6  | 0,6  | 0,6 | -   | 0,4 | WTY-TRY     |         |
| 59                                    | 1905,60 | 29,8 | -   | 9,6  | 2,4 | -   | -   | 4,6  | 1,8  | 0,4  | 37,4 | -    | 6,2  | 4,8  | -   | 0,8  | -    | 0,4  | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 60                                    | 1915,95 | 8,8  | -   | 0,2  | 0,4 | -   | -   | 3,0  | 1,4  | 3,2  | 5,0  | -    | 6,2  | 6,8  | -   | 1,0  | 2,6  | 1,8  | -   | -   | -   | SAPR        |         |
| 61                                    | 1922,25 | 34,4 | -   | 5,4  | 0,2 | -   | -   | 8,0  | 2,6  | 2,0  | 20,2 | 1,0  | 9,4  | 6,8  | 0,6 | -    | 1,0  | 2,4  | -   | -   | -   | TRY-WTY     |         |
| 62                                    | 1929,35 | 23,4 | 0,2 | 4,4  | 1,0 | -   | -   | 10,0 | 3,6  | 2,4  | 36,0 | 5,0  | 6,6  | 3,0  | -   | 0,6  | -    | 3,8  | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 63                                    | 1941,10 | 28,0 | 1,4 | 6,6  | 0,6 | 0,4 | -   | 15,2 | 0,6  | 0,8  | 36,0 | 0,8  | 7,0  | 2,6  | -   | -    | -    | -    | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 64                                    | 2003,50 | 20,0 | 0,8 | 10,0 | -   | -   | -   | 8,0  | 3,4  | 3,0  | 33,0 | 1,2  | 5,6  | 15,0 | -   | -    | -    | -    | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 65                                    | 2017,60 | 28,4 | -   | 12,2 | 0,6 | -   | -   | 7,8  | 1,2  | 0,6  | 27,2 | 1,8  | 4,6  | 3,8  | -   | 5,4  | 4,6  | -    | -   | 1,8 | -   | WTY-TRY     |         |
| 66                                    | 2035,80 | 14,2 | 0,6 | 6,2  | 0,4 | -   | -   | 7,4  | 8,2  | 4,6  | 37,6 | 1,0  | 8,0  | 0,4  | -   | 10,0 | -    | -    | -   | 6,4 | -   | TRY         |         |
| 67                                    | 2043,80 | 30,2 | -   | 10,4 | 0,6 | -   | -   | 0,8  | 4,6  | 3,4  | 22,0 | 1,2  | 12,4 | 3,6  | -   | 5,8  | 0,8  | -    | 3,0 | 1,2 | -   | WTY-TRY     |         |
| 68                                    | 2048,00 | 15,2 | 1,0 | 8,8  | 1,6 | 0,8 | -   | 4,2  | 2,2  | 2,8  | 40,0 | 4,0  | 15,8 | 2,8  | -   | 0,4  | -    | -    | -   | -   | -   | WTY-TRY     |         |
| 69                                    | 2068,55 | 21,6 | 0,2 | 6,8  | -   | -   | -   | 1,0  | 1,4  | 1,6  | 37,4 | -    | 13,2 | 3,2  | -   | 6,6  | 2,6  | -    | -   | 1,0 | -   | WTY-TRY     |         |
| Seria paraliczna – warstwy sarnowskie |         |      |     |      |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |     |     |     |             |         |
| 70                                    | 2095,20 | 9,6  | -   | 5,4  | -   | -   | -   | 4,8  | 1,8  | 5,4  | 26,0 | 6,4  | 15,4 | -    | -   | 9,4  | -    | -    | -   | 0,8 | -   | TRY         |         |

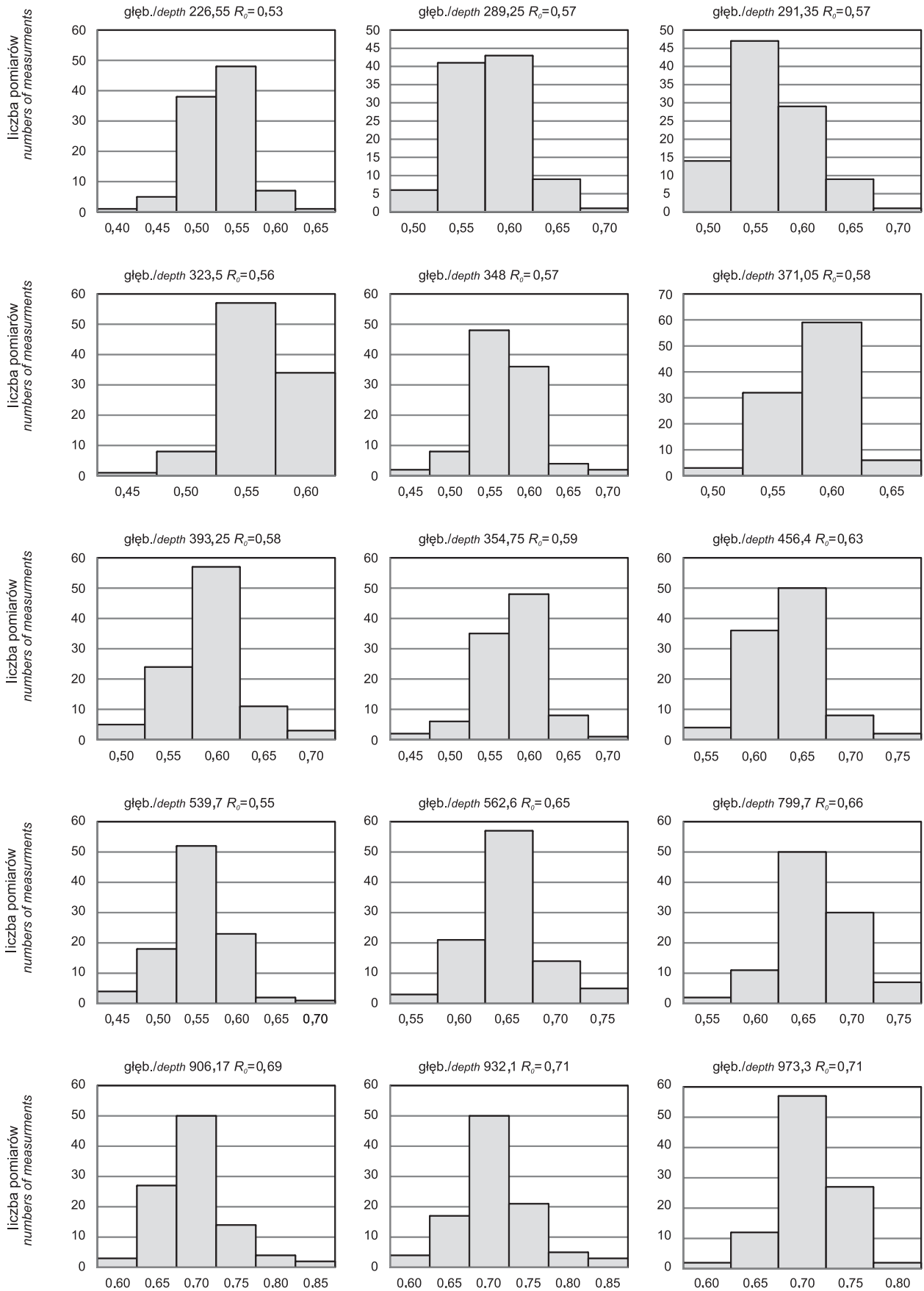
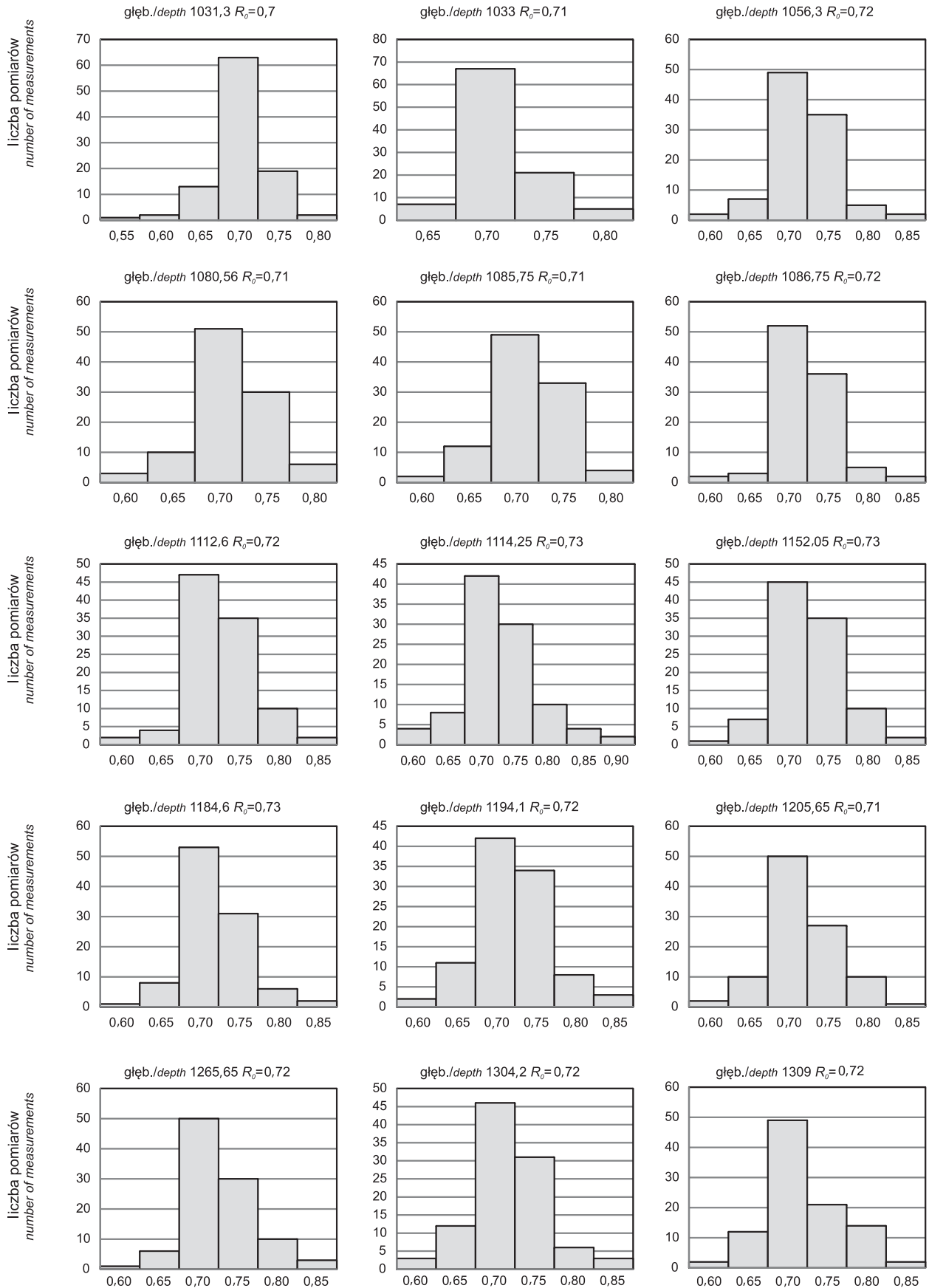


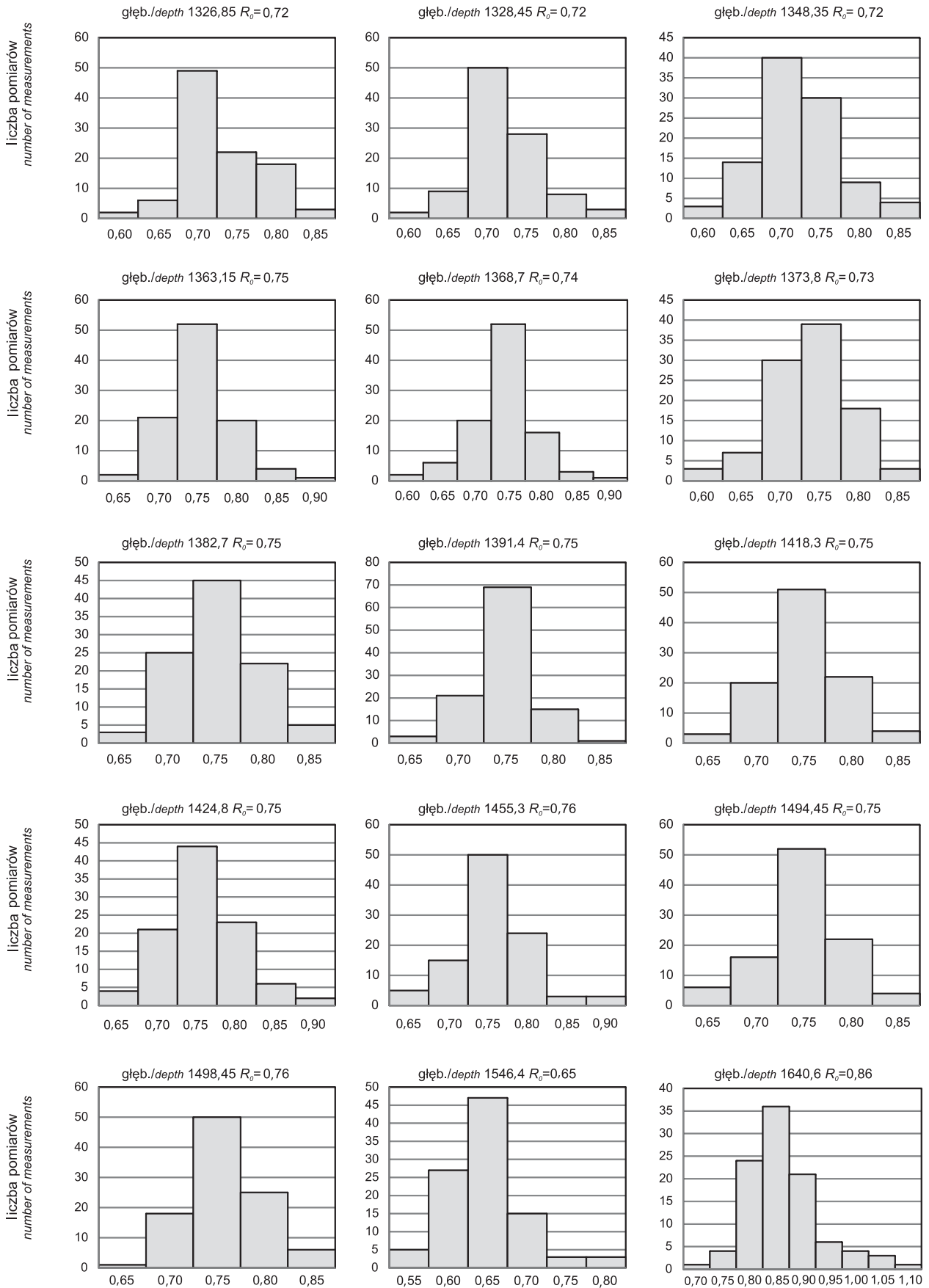
Fig. 13 A. Reflektogramy pokładów i warstw węgla w otworze Chelmek IG 1

Reflectogramme of coal beds in the Chelmek IG 1 borehole



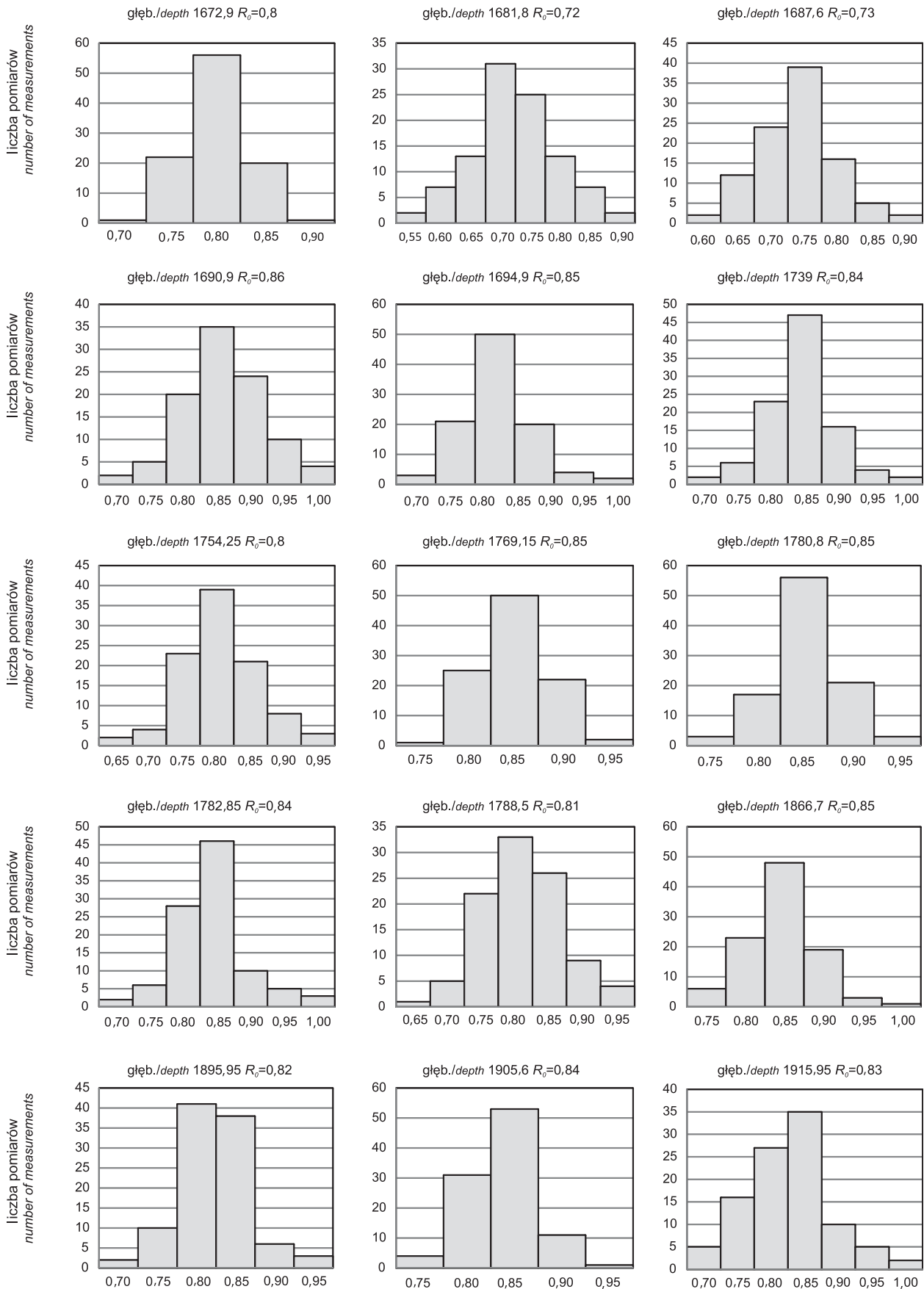
**Fig. 13 B. Reflektogramy pokładów i warstw węgla w otworze Chelmek IG 1**

Reflectogram of coal beds in the Chelmek IG 1 borehole



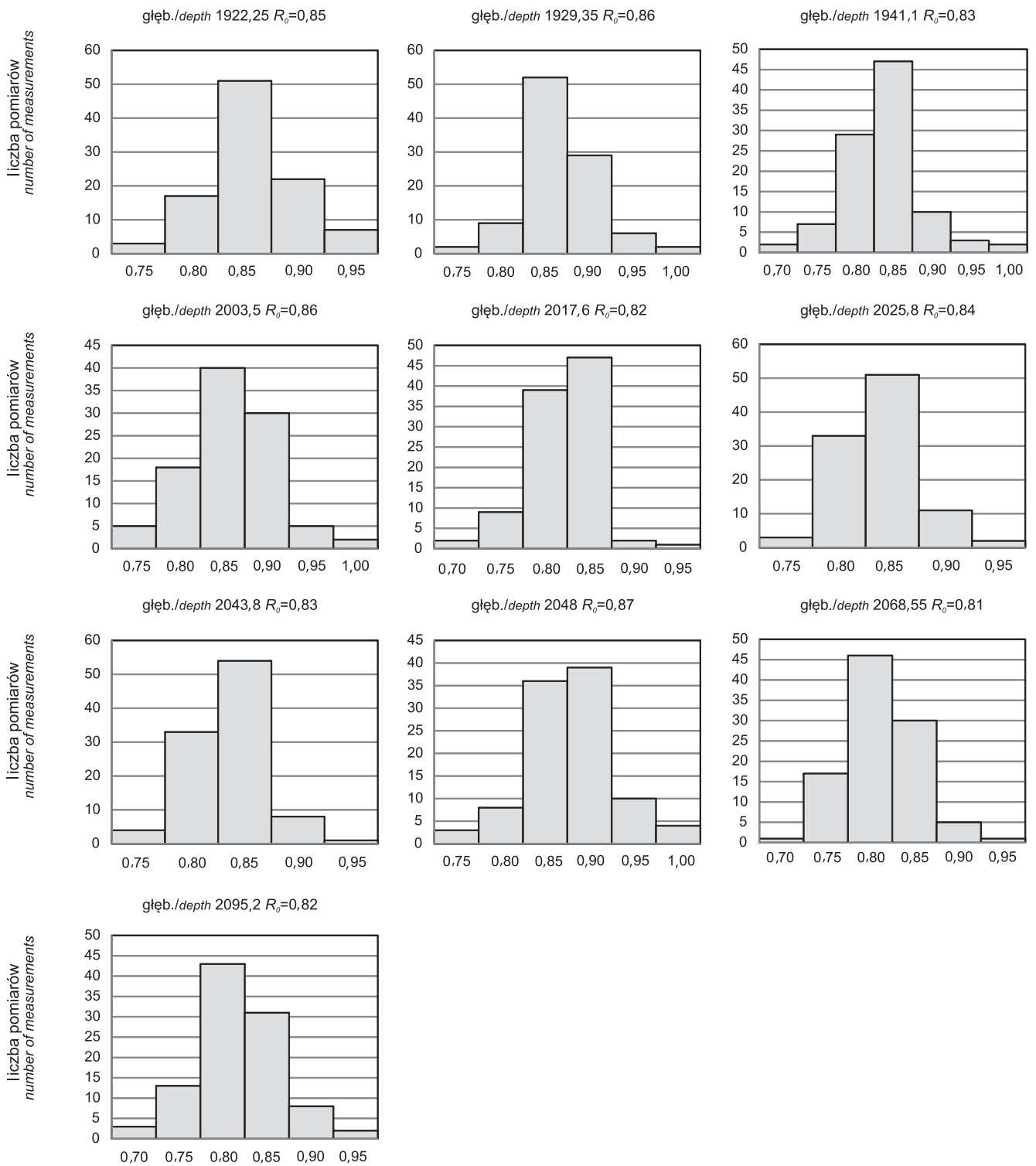
**Fig. 13 C. Reflektogramy pokładów i warstw węgla w otworze Chelmek IG 1**

Reflectogramme of coal beds in the Chelmek IG 1 borehole



**Fig. 13 D. Reflektogramy pokładów i warstw węgla w otworze Chelmek IG 1**

Reflectogram of coal beds in the Chelmek IG 1 borehole



**Fig. 13 E. Reflektogramy pokładów i warstw węgla w otworze Chelmek IG 1**

Reflectogramme of coal beds in the Chelmek IG 1 borehole

nit, na których stwierdzono owalne soczewki mikrynit. Barwa kolinitu zmienia się od ciemno- i beżowo-szarej w górnej części profilu do szarej i jasnoszarej w dolnym odcinku.

#### Grupa liptynit

Grupa liptynit jest reprezentowana przez: sporynit, kutynit i rezynit. Zawartość macerałów z grupy liptynit wynosi w skrajnych przypadkach od 1,4 do 35,5% (tab. 27).

Sporynit jest reprezentowany przez mikrospory o barwie brunatnej i wyraźnym reliefie. Procentowa zawartość sporynit waha się od 0,0 do 16,2. Macerał ten jest najczęściej występującym macerałem omawianej grupy. W węglach krakowskiej serii piaskowcowej zawartość sporynit waha się od 0,9 do 17,0%, a przeważnie nie przekracza 10,0%. Węgle serii mułowcowej zawierają od ok. 5,0 do 19,0% sporynit. W jedynym pokładzie węgla z górnośląskiej serii piaskowcowej zarejestrowano 11,0% tego macerału. W węglach serii paralicznej zawartość sporynit wyraźnie wzrasta, na ogół wynosi ok. 15,0%, dochodząc maksymalnie do 33,0%. Sporynit jest reprezentowany głównie przez mikrospory, rzadziej przez megaspory. W węglach z omawianego otworu do głęb. ok. 1700,0 m, sporynit jest bardzo dobrze zachowany. Jego barwa jest brunatna i czarnobrunatna z pomarańczowymi refleksami wewnętrznymi. Sporomorfy są grube, o ostro zaznaczonych konturach, podkreślone czarnymi obwódkami. Megaspory zachowały wyraźną strukturę. Poniżej 1700,0 m (seria paraliczna) obserwuje się sporynit charakteryzujący się jaśniejszą barwą i niższym reliefem.

Kutynit jest macerałem akcesorycznym. Jego procentowa zawartość w pokładach węgla waha się od 0,0 do 3,0%, a przeważnie poniżej 1,0%. Kutynit posiada cechy optyczne podobne do sporynit. Wykształcony jest w postaci ciemnoszarych wydłużonych wstążeczek o postrzępionych jednostronnie ząbkowanych krawędziach oraz w formie czarnych cienkich nitek ułożonych równolegle do warstwowania. Niekiedy spotyka się fragmenty kutikul o grubości 10–15  $\mu\text{m}$  bezładnie rozrzuconych w masie kolinitowej.

Rezynit zbudowany z żywicy i wosków roślin karbońskich został stwierdzony w większości badanych pokładów węgla, w ilości dochodzącej do 2,6%. Wykazuje on barwę brązową i ciemnoszarą, z charakterystycznymi karminowymi refleksami. Przeważnie obserwuje się go w światłach komórek telinitu, rzadziej tworzy nieregularne skupienia lub występuje w postaci owalnych ciałek o średnicy do 40  $\mu\text{m}$ , o wyraźnie zarysowanych brzegach i ostrym reliefie. Spotykany jest w klarycie i duroklarycie.

W niektórych pokładach węgla serii paralicznej spotykano alginit, jego zawartość nie przekraczała 1,0% (nie został ujęty w tabelach). Alginit występuje przeważnie we fragmentach, niekiedy w postaci dobrze zachowanej, o kształcie kulistym i radialnej strukturze. Posiada barwę ciemniejszą od barwy sporynit.

#### Grupa inertynitu

W grupie inertynitu wyróżniono macerały o budowie jednorodnej lub ziarnistej – mikrynit oraz o budowie tkankowej – semifuzynit, fuzynit i sklerotynit. Oznaczono również inertodetrynit, w skład którego wchodzi okruchy różnych macerałów z grupy inertynitu. Macerały omawianej grupy w węglach z otworu Chelmek IG 1 występują bardzo często, ich procentowa zawartość waha się od 7,8 do 43,1% (tab. 27).

Fuzynit występuje w ilości od 0,5 do 6,6%, a przeważnie jego zawartość wynosi ok. 4,0%. Został stwierdzony we wszystkich badanych pokładach węgla. Fuzynit cechuje się urozmaiconą morfologią, która jest ściśle związana z rodzajem tkanki roślinnej, z jakiej ten macerał powstał, oraz najjaśniejszą barwą i refleksyjnością wśród wszystkich składników. Najczęściej występuje fuzynit, który posiada budowę cienkościenną. Komórki są przeważnie puste, sporadycznie impregnowane rezynitem, kolinitem, węglanami lub pirytem. Często struktura komórkowa jest zaburzona, ścianki komórek są pogniecione i porozrywane. Fuzynit występuje zazwyczaj jako drobne fragmenty rozproszone wśród innych macerałów, wyjątkowo tworzy większe soczewki spotykane w pokładach węgla krakowskiej serii piaskowcowej.

Semifuzynit jest głównym składnikiem badanych węgli pod względem ilości występowania wśród macerałów grupy inertynitu. Jego procentowa zawartość waha się od 2,7 do 20,2, na ogół utrzymuje się na poziomie 15,0%. Jego morfologia jest urozmaiconą, struktura komórkowa jest najczęściej zaburzona. Komórki są przeważnie puste lub częściowo wypełnione rezynitem, rzadziej kolinitem, pirytem lub węglanami. Spotykany jest również semifuzynit o budowie łukowej i masywnej, ze słabo rozwiniętą strukturą tkankową. Ścianki komórek są grube, a światła komórek w różnym stopniu wypełnione materią organiczną lub nieorganiczną. Barwa semifuzynitu zmienia się od szarej, zbliżonej do barwy współwystępującego z nim kolinitu, do jasno- i białoszarej, podobnej do fuzynitu. Semifuzynit występuje głównie w postaci samodzielnych ziaren lub okruchów zaliczanych do semifuzynitu, a także często stanowi masywne spoiwo w durycie. Drobne okruchy (poniżej 50  $\mu\text{m}$ ) spotykano w klarodurycie, rzadziej w duroklarycie i wityrnytycie.

Mikrynit odgrywa podrzędną rolę w budowie pokładów węgla. Na ogół jest on rozproszony wśród innych macerałów. Wykształcony jest w postaci drobnych ziarenek (ok. 1  $\mu\text{m}$ ) przeważnie rozproszonych w masie kolinitowej, tworzy również laminy, owalne soczewki lub nieregularne ziarna o gładkiej powierzchni, wyraźnym reliefie, masywnej teksturze i jasnożółtej barwie. Tworzy też skupienia w formie soczewek i lamin, często impregnuje światła komórek telinitu. Niekiedy mikrynit obserwowano w makrosporach, gdzie jest zgromadzony w znaku zrostowym, jego zawartość waha się od 0,9 do 12,9%. Głównie występuje w węglach serii paralicznej w warstwach florowskich, gdzie jego ilość często dochodzi do 6,0 lub 8,0%.

Makrynit występuje nielicznie, jego zawartość waha się od 0,0 do 19,2%. Głównie występuje w węglach serii paralicznej, poniżej głęb. 1640,6 m (warstwy florowskie). Makrynit tworzy często masywne spoiwo w durycie. Rzadziej tworzy ziarna o średnicy 30–50  $\mu\text{m}$ . Makrynit cechuje się masywną budową i barwą zbliżoną do barwy semifuzynitu.

Sklerotynit jest składnikiem akcesorycznym w badanych pokładach węgla, jego zawartość waha się od 0,0 do 1,5%, a przeważnie wynosi ok. 0,5%. Jest macerałem bardzo łatwo wyróżnialnym przez wysoki relief i prawie białą barwę. Najczęściej występują pojedyncze sklerocje owalne o grubych ściankach komórek i średnicy 20–40  $\mu\text{m}$ . Sklerotynit występuje najczęściej w trimacerycie i wityrnytycie.

Inertodetryt jest reprezentowany przez drobne fragmenty o barwie macerałów z grupy inertynitu (<30  $\mu\text{m}$ ), których na podstawie morfologii nie można zaliczyć do żadnego z nich. Występuje we wszystkich badanych pokładach węgla, jego zawartość waha się od 0,0 do 11,2%. Częściej spotykany jest w węglach z serii paralicznej. Jest on składnikiem trimacerytu i wityrnytytu, rzadziej durytu.

### Charakterystyka petrograficzna mikrolitotypów

Mikrolitotypy to warstewki i soczewki węgla o grubości >50  $\mu\text{m}$ , które dzielą się na trzy grupy: monomaceralne, bimaceralne i trimaceralne (tab. 28).

#### Mikrolitotypy monomaceralne

W grupie mikrolitotypów monomaceralnych wydzielono: wityrnyty, liptyt, semifuzyt, fuzyt, sklerotyt i inertodetryt.

Wityrnyty jest jednym z najliczniej występujących mikrolitotypów przebadanych węgli z otworu Chełmek IG 1, występuje we wszystkich badanych pokładach węgla. Jego procentowa zawartość waha się od 1,6 do 54,2. Wityrnyty zbudowany jest głównie z kolinitu (telokolinitu i desmokolinitu), nieraz z telinitu impregnowanego żelokolinitem lub pustokomórkowego. Obserwuje się w nim często wtrącenia minerałów ilastych, drobne ziarenka syngenetycznego piryty i mikrynyty oraz pojedyncze mikrospory. Wityrnyty tworzy szereg przejść do klaryty, semifuzytu i wityrnytytu.

Lipytyt jest mikrolitotypem akcesorycznym jego udział waha się od 0,0 do 2,1%. Najczęściej spotyka się go w górnej części profilu w węglach krakowskiej serii piaskowcowej i serii mułowcowej. Są to duże okazy megaspor, o barwie brunatnej i wyraźnym reliefie, rzadziej skupienia mikrosporynyty lub ciała rezynitu, którym towarzyszą drobne ziarenka mikrynyty.

Semifuzyt występuje we wszystkich badanych pokładach i wkładkach węgla, jego zawartość waha się od 0,8 do 16,6%. Zbudowany jest soczewek i nieregularnych okruchów pustokomórkowego semifuzynitu. Niekiedy tworzy przejścia do wityrnyty i durytu.

Fuzyt jest wykształcony w postaci pasemek, soczewek oraz większych okruchów pustokomórkowego fuzytytu, jego zawartość waha się od 0,0 do 10,2%. Częściej występuje w górnej części profilu karbonu otworu Chełmek IG 1, w serii paralicznej na ogół nie przekracza 0,5%.

Sklerotyt występuje głównie w górnym odcinku profilu karbonu, w kilku badanych pokładach węgla jego zawartość wynosi przeważnie 0,5%. Są to sklerocje o budowie masywnej lub komórkowej.

Inertodetryt stwierdzono tylko w niektórych pokładach węgla w ilości nie przekraczającej 2,0%. Tworzą go skupienia okruchów inertodetrytytu, wśród których często występuje mikrynyty i drobne fragmenty wityrnytytu.

#### Mikrolitotypy bimaceralne

W grupie tej wydzielono: klaryt, duryt i wityrnyty.

Klaryt występuje w ilości od 0,0 do 17,2%. W większych ilościach, ok. 10,0%, koncentruje się w węglach serii paralicznej. Klaryt jest zbudowany zwykle z obfitego spoiwa wityrnytyowego i macerałów z grupy liptynyty reprezentowanego głównie przez mikrospory, rzadziej fragmenty makrospor lub kutikul. Składniki te występują w zmiennych proporcjach, ale na ogół przeważa wityrnyty. Do klaryty zaliczono telinit impregnowany rezynitem. Klaryt często tworzy przejścia do duroklaryty lub wityrnytytu.

Duryt jest spotykany w zmiennych ilościach od 0,0 do 38,0%, a przeważnie jego zawartość oscyluje w granicach 5–10%. Duryt badanych węgli jest zbudowany zazwyczaj z macerałów grupy inertynitu, przede wszystkim z semifuzynitu lub makrynyty, tworzących masywne spoiwo, w którym występuje zmienna ilość macerałów z grupy liptynyty. Przeważnie mikrosporynyty, niekiedy kutynitu.

Wityrnyty to mikrolitotyp zbudowany z macerałów grupy wityrnytytu (najczęściej kolinitu) i inertynitu (semifuzynitu, fuzytytu i drobnoziarnistego mikrynytytu). Do wityrnytytu zaliczono również telinit, którego komórki impregnuje mikrynyty. Wityrnytyt występuje we wszystkich badanych pokładach i wkładkach węgla w omawianym otworze, a jego procentowa zawartość waha się od 0,0 do 10,6%.

#### Mikrolitotypy trimaceralne

Grupa ta reprezentowana jest przez: duroklaryt, klaryt i wityrnytolipytyt.

Duroklaryt jest jednym z głównych spośród wszystkich mikrolitotypów, jego zawartość zmienia się w szerokim zakresie od 0,0 do 40,4%. W węglach krakowskiej serii piaskowcowej zawartość duroklarytytu jest najniższa i wynosi średnio 13,0%, następnie wzrasta w węglach serii mułowcowej do 17,6% i w węglach górnośląskiej serii piaskowcowej osiąga 23,5%. Najwięcej duroklarytytu jest w węglach serii paralicznej, średnio 24,6%, a często ponad 30,0%. Duroklaryt jest zbudowany na ogół z obfitego spoiwa wi-

trynitowego, zmiennej ilości liptynitu (mikrosporynit, rzadziej kutynit i sporadycznie rezynit) i niewielkiej ilości inertynitu (okruchy semifuzynitu, inertynitu i mikrynit). Zawartość liptynitu w duroklarycie wyraźnie wzrasta w węglach serii paralicznej.

Klaroduryt jest rozmieszczony dość równomiernie w całym profilu karbonu. Jego zawartość waha się od 0,7 do 17,5%, przy czym najczęściej osiąga od 5 do 8%. Zbudowany jest w głównej mierze z macerałów grupy inertynitu (duże fragmenty semifuzynitu i ziarna masywnego mikrynitu), zmiennej ilości liptynitu (mikrospory i kutynit) oraz wityrynitu (kolinit). Klaroduryt często przechodzi w duroklaryt lub w duryt.

Witrynertolityt występuje w badanych pokładach węgla w ilości od 0,0 do 10,2%, najczęściej jednak nie przekracza 1,0%. Jest on zbudowany z trzech macerałów, najczęściej z dużych okazów makrospor, którym towarzyszą fragmenty wityrynitu i ziarenka mikrynitu. Rzadziej wityrynertolityt tworzą skupienia mikrosporynitu z dodatkiem mikrynitu i wityrynitu.

#### Węgiel sapropelowy

Węgiel sapropelowy występuje w jednym pokładzie serii mułowcowej na głęb. 1348,35 m i w czternastu pokładach serii paralicznej. Węgiel sapropelowy tworzy na ogół domieszkę kilku, rzadziej kilkunastu, i w dwóch przypadkach ponad 50% w węglu humusowym. Podstawowym składnikiem węgla sapropelowego jest drobnoziarnista masa kolinitowo-mikrynitowa zawierająca niekiedy znaczną domieszkę minerałów ilastych. W masie tej występują liczne mikrospory, makrospory i kutikule obserwowane tylko w okruchach. W niewielkiej ilości spotykano algi wykazujące różny stopień zachowania. Skład uzupełniają macerały inertynitowe w postaci drobnych okruchów semifuzynitu i inertodetrynitu. Semifuzynit cechami optycznymi jest bardziej zbliżony do wityrynitu niż do fuzynitu. Składniki okruchowe są ułożone horyzontalnie w masie skalnej. Węgiel sapropelowy tworzy przejścia do łupku sapropelowego, a także do klarytu i duroklarytu.

### Charakterystyka petrograficzna karbominerytu i materii mineralnej

#### Karbomineryt

W badanych węglach wyróżniono cztery odmiany karbominerytu: karbargilit, karbankeryt, karbopiryty i karbopolimineryt (tab. 28).

Karbargilit jest dominującym składnikiem karbominerytu, występuje w ilości od 0,0 do 36,2%, a najczęściej spotyka się go w ilości poniżej 10,0%. Zbudowany jest przeważnie z wityrytu i trimacerytu, w których minerały ilaste tworzą laminy i nieregularne skupienia. Niekiedy wykształcony jest w postaci telinitu impregnowanego ilem.

Karbankeryt występuje głównie w pokładach serii mułowcowej gdzie jego zawartość dochodzi do 2,6%. W pozostałych pokładach węgla jego zawartość nie przekracza 1,0%. Karbankeryt tworzą ziarna semifuzynitu impregnowanego węglanami, w którym węglany wypełniają szczeliny spękań lub występują w nieregularnych skupieniach.

Karbopiryty występuje na ogół w ilości od 0,0 do 3,0%, w niektórych tylko pokładach węgla koncentruje się w większej ilości ok. 10,0%, a nawet w jednym przypadku na głęb. 1546,40 m osiąga maksymalnie 20,6%. Karbopiryty jest utworzony z różnych mikrolitotypów węgla, w których piryty gromadzi się w formie kongrecji lub drobnych kryształków.

Karbopolimineryt jest rzadko spotykany w węglach krakowskiej serii piaskowcowej i w serii mułowcowej, gdzie zarejestrowano go w ilości nie przekraczającej 5,0%. W większej ilości, maksymalnie 19,4% koncentruje się w pokładach węgla serii paralicznej. Karbopolimineryt składa się z różnych mikrolitotypów węgla, w których tworzy laminy i nieregularne skupienia. Towarzyszą im rozproszone ziarna kwarcu, kongrecje i drobne ziarna piryty, rzadziej ziarna węglanów.

#### Materia mineralna

W badanych pokładach węgla zanieczyszczenie węgla materią mineralną jest zmienne i waha się od 3,0 do 38,0%. Na sumę materii mineralnej składają się: minerały ilaste, węglany piryty i kwarc.

Minerały ilaste występują w ilości 0,6–22,4%, w głównej mierze są one ściśle związane z węglem w karbominerycie. Wykształcone są w postaci illitu i kaolinitu. Tworzą drobne smużki, soczewki i laminy, a także nieregularne skupienia o barwie brunatno-szarej lub żółcisto-brunatnej, a także samodzielne ziarna ilowca zaliczane do skały płonnej.

Piryty przeważnie towarzyszy węglom krakowskiej serii piaskowcowej, gdzie jego zawartość często wynosi od 4,0 do 5,0%. Na ogół piryty występują w formie drobnych kryształków rozproszonych w masie węglowej lub w postaci kongrecji o zróżnicowanej wielkości od 5 do 40  $\mu\text{m}$ . Rzadziej obserwowano żyłki i nieregularne skupienia lub impregnacje piryty w melinicie i semifuzynicie. Piryty posiada wysoką refleksyjność, bardzo widoczny relief i żółcisto-białą barwę.

Węglany stwierdzono w większości badanych pokładów węgla. Ich zawartość wynosi od 0,0 do 29,2%, a przeważnie 1–2%. Wykształcone są najczęściej w postaci kalcytu, rzadziej dolomitu i syderytu. Tworzą impregnacje, żyłki lub nieregularne skupienia wśród składników węglowych. W niektórych pokładach węgla występują jako odrębne ziarna zaliczane do skały płonnej. W tej postaci spotykano je najczęściej w węglach krakowskiej serii piaskowcowej i serii mułowcowej. Kalcyt i dolomit charakteryzują się barwą szarą, często z perłowym połyskiem i wyraźną anizotropią. Występują one najczęściej w szczelinach spękań macerałów węgla.

Kwarc występuje najczęściej w węglach krakowskiej serii piaskowcowej i w serii mułowcowej, jego zawartość wynosi ok. 1,0%, a wyjątkowo 5,0–8,0%. Kwarc występuje w po-

staci drobnych ziaren o wielkości 5–10  $\mu\text{m}$ , rozproszonych wśród komponentów węgla i minerałów ilastych. Rzadziej spotykano go jako duże ziarna o średnicy dochodzącej nawet do 500  $\mu\text{m}$ , wówczas zaliczanych do skały płonnej.

### Typy mikrofacjalne

Mikrolitotypy utworzone przez naturalne asocjacje macerałów stanowią podstawę klasyfikacji mikrofacjalnej. Biorąc pod uwagę zawartość mikrolitotypów lub grup mikrolitotypów przekraczającą 15% wydziela się typy mikrofacjalne i ich odmiany. W celu zobrazowania cech mikrofacjalnych w profilu głębokościowym omawianego otworu skonstruowano diagram, gdzie średnie zawartości odpowiednich mikrolitotypów charakteryzują poszczególne facje węglowe. W analizowanych pokładach węgla głównym typem mikrofacjalnym jest typ trimacerytowo-witrytowy. Poza tym występują typy jedno lub trzy członowe (tab. 27, fig. 14). Na tej podstawie można się pokusić o stwierdzenie, że węgle z badanego otworu należą do strefy leśnej, zazębiającej się ze strefą szuwarową paleotorfowiska karbońskiego.

### Zmiany stopnia uwęglenia węgla na podstawie współczynnika zdolności odbicia światła $R_o$

Za najbardziej jednoznaczny i uniwersalny wskaźnik stopnia uwęglenia uznaje się zdolność odbicia światła wityrynytu  $R_o$ , gdyż węgle kamienne w całej skali uwęglenia wykazują bardzo charakterystyczną liniową zmianę zdolności odbicia światła. Refleksyjność, czyli współczynnik odbicia światła  $R_o$  od wypolerowanej powierzchni węgla, to stosunek ilości światła odbitego od tej powierzchni do ilości światła padającego prostopadłe na tę powierzchnię.

Pomiary współczynnika zdolności odbicia światła na kolinicie w pokładach węgla z otworu Chełmek IG 1 wykazały słabą tendencję rosnącą od stropu do spągu analizowanego otworu. Skrajna średnia wartość refleksyjności waha się od 0,53% w stropowej części karbonu (na głęb. 226,55 m) do 0,87% w spągu otworu (na głęb. 2048,00 m), wartość modalna obejmuje przedział 0,55–0,90% (tab. 28).

W krakowskiej serii piaskowcowej zdolność odbicia światła wityrynytu dość wyraźnie wzrasta na odcinku od stropu serii do głęb. 532,10 m. Na odcinku tym wartość skrajna rośnie od 0,40 do 0,85%, a wartość średniej  $R_o$  wzrasta od 0,53 do 0,71%. W dolnej części krakowskiej serii piaskowcowej zmiany refleksyjności wityrynytu są bardzo niewielkie. Wartość średniej  $R_o$  wzrasta od 0,70 do 0,72% (fig. 14). W odcinku profilu należącym do serii mułowcowej przyrost wartości współczynnika  $R_o$  jest znaczny, a średnia waha się od 0,71 do 0,75%. W jedynym pokładzie węgla należącym do górnośląskiej serii piaskowcowej wartość  $R_o$  wynosi 0,76%. W węglach serii paralicznej zdolność odbicia światła wityrynytu wykazuje znaczne wahania (na odcinku 1494,45–1687,60 m), wskazując na przemian tendencję wzrastającą

i malejącą, przy wartościach skrajnych od 0,65 do 0,87%. W dalszej części serii paralicznej, aż do głęb. 2095,20 m (spągowa część otworu) wartość  $R_o$  ulega niewielkim zmianom. Średnia wartość waha się w przedziale 0,81–0,86%.

W profilu otworu Chełmek IG 1 wydzielono trzy strefy, które różnią się od siebie wyraźnie gradientem (fig. 14):

- I – do głęb. 875 m – gradient wzrostu na 100 mb wynosi 0,02%;
- II – na głęb. 875–1515 m – gradient wzrostu na 100 mb wynosi 0,01%;
- III – na głęb. 1515–2145,80 m – gradient wzrostu na 100 mb wynosi 0,06%.

Szerokość pasa zmienności wynosi w strefie I i III po 0,07%, a w strefie II – 0,05%.

Reflektogramy obrazujące rozkład zdolności odbicia światła na wityrynicie w poszczególnych pokładach węgla są zróżnicowane (fig. 13A–E). Większość z nich jest zbliżona do rozkładu normalnego, ale tylko kilka z nich cechuje się pełną symetrią, są smukłe o wąskiej podstawie i ostro zaznaczonym maksimum. Wskazuje to na dużą jednorodność węgla. Wyjątek stanowią reflektogramy węgla z pokładów należących do serii paralicznej (z głęb. 1640,60; 1681,80; 1690,90; 1788,50 i 1915,95 m), które są stosunkowo niewysokie, o szerokiej podstawie. Często reflektogramy są asymetryczne w kierunku wartości większych od wartości modalnej, a nierzadko są wyraźnie spłaszczone. Niektóre reflektogramy mają nieregularne kształty i posiadają dwa lub trzy niewyraźne piki. Kształty reflektogramów wskazują na znaczną niejednorodność węgla w pokładzie, zwiększającą się w miarę wzrostu zmetamorfizowania węgla.

### Zmiany podstawowych właściwości technologicznych węgla

Badaniami technologiczno-chemicznymi zostało objętych w otworze Chełmek IG 1 siedemdziesiąt pokładów i wkładek węgla o miąższości 0,10–5,80 m (tab. 29). Do podstawowych właściwości technologicznych, czułych na zmiany stopnia metamorfizmu substancji organicznej, należy zawartość: wilgoci w stanie analitycznym ( $W^a$ ), popiołu w stanie suchym ( $A^d$ ), części lotnych w stanie suchym i bezpopiołowym ( $V^{daf}$ ), ciepła spalania w stanie suchym i bezpopiołowym i wartości opałowej w stanie suchym i bezpopiołowym. W celu określenia właściwości koksowniczych i wytлевnych oznaczono: spiekalność metodą Rogi (RI), kontrakcję (a) i dylatację (b), wydajność półkoku i prasmoły, wody rozkładowej i gazu. Oznaczono również typ węgla, podatność przemiałową, gęstość pozorną i zawartość siarki (całkowitej, popiołowej, palnej i pirytovej). Kolejno wykonano analizę elementarną, gdzie zostały oznaczone zawartości następujących pierwiastków: węgla, wodoru, tlenu i azotu. Wyniki badań analitycznych zestawiono w tabeli 29. Pionowe zmiany jakości węgla w profilu otworu, obejmujące podstawowe parametry techniczne oraz właściwości koksownicze i chemiczne, prezentują figury 15, 16 i 17. Zmiany tych paramet-



Tabela 29

Zestawienie wyników badań jakości węgla

Summary of coal quality research results

|                             | 1 | 2       | 3       | 4                                     | 5  | 6                                | 7                                   | 8   | 9  | 10  | 11   | 12                                     | 13                             | 14                         | 15                         | 16  | 17  | 18  | 19   | 20   | 21  | 22   | 23   | 24   | 25                                | 26                                    | 27   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|---|---------|---------|---------------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|--|--|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|---|---|---|--|--|---|--|--|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Grębokość spągu pokładu [m] |   | 2       | 3       | 4                                     | 5  | 6                                | 7                                   | 8   | 9  | 10  | 11   | 12                                     | 13                             | 14                         | 15                         | 16  | 17  | 18  | 19   | 20   | 21  | 22   | 23   | 24   | 25                                | 26                                    | 27   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Miaższosć pokładu [m]       |   |         |         | Wilgoć [Moisture W <sub>a</sub> ] [%] | Wilgoć [Moisture W <sub>a</sub> wzb] [%] | Popiół [Ash A <sub>3</sub> ] [%] | Popiół [Ash A <sub>3</sub> wzb] [%] | Części lotne [Volatile portion V <sub>a</sub> ] [%] | Ciepłota spalania [Heat of combustion Q <sub>3</sub> ] [MJ/kg] | Wartość opałowa [Calorific value Q <sub>3</sub> ] [MJ/kg] | Wolne wydymanie [Swelling Index S <sub>1</sub> ] [%] | Spiekalność wg Rogi R <sub>1</sub> [%] | Kontrakcja [Contraction a] [%] | Dylatacja [Dilation b] [%] | Typ węgla wg PN-68/G-97002 | Gęstość pozorną [Apparent density D <sub>a</sub> ] [g/cm <sup>3</sup> ] | Wydajność półkoksu [Semi-coke yield (SK <sub>3</sub> )] [%] | Wydajność smoty [Pitch yield T <sub>3</sub> SK] [%] | Wydajność wody rozkładowej [Destructive water yield W <sub>3</sub> SK] [%] | Wydajność gazu + straty [Gas yield + loss G <sub>3</sub> SK] [%] | Siarka całkowita [Total sulfur S <sub>T</sub> ] [%] | Siarka palna [Combustible sulfur S <sub>3</sub> C] [%] | Siarka popiołowa [Sulfur ash S <sub>3</sub> A] [%] | Siarka pirytowa [Pyritic sulphur S <sub>3</sub> P] [%] | Węgiel [Coal C <sub>3</sub> ] [%] | Wodór [Hydrogen H <sub>3</sub> T] [%] | Tlen + azot [Oxygen + nitrogen O + N <sub>3</sub> D] [%] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 226,55  | 289,15  | 291,35                                | 323,50                                   | 348,00                           | 371,05                              | 393,25  | 454,75   | 456,40  | 539,70   | 562,60                                 | 799,70                         | 906,17                     | 932,10                     | 973,30  | 1031,30   | 0,35  | 8,64   | 7,35   | 12,69   | 15,40  | 10,16  | 12,54  | 12,69                             | 5,39                                  | 31,99  | 23,4  | 22,39 | 0,0   | 0     | 12    | brak  | 31,1  | 1,40  | 68,52 | 10,92 | 5,95  | 5,96  | 3,58  | 3,50  | 0,08  | 3,79  | 56,10 | 3,66  | 15,41 |
|                             |   | 289,15  | 291,35  | 323,50                                | 348,00                                   | 371,05                           | 393,25                              | 454,75  | 456,40   | 539,70  | 562,60   | 799,70                                 | 906,17                         | 932,10                     | 973,30                     | 1031,30   | 0,35  | 8,64  | 7,35   | 12,69  | 15,40   | 10,16  | 12,54  | 12,69  | 5,39                              | 31,99                                 | 23,4   | 22,39 | 0,0   | 0     | 17    | brak  | 31,1  | 1,40  | 68,86 | 11,15 | 6,30  | 5,83  | 5,42  | 5,29  | 0,13  | 5,46  | 57,31 | 3,31  | 13,70 |       |
|                             |   | 291,35  | 323,50  | 348,00                                | 371,05                                   | 393,25                           | 454,75                              | 456,40  | 539,70   | 562,60  | 799,70   | 906,17                                 | 932,10                         | 973,30                     | 1031,30                    | 0,35  | 8,64  | 7,35  | 12,69  | 15,40  | 10,16   | 12,54  | 12,69  | 5,39   | 31,99                             | 23,4                                  | 22,39  | 0,0   | 0     | 17    | brak  | 31,2  | 1,41  | 68,28 | 12,46 | 5,20  | 5,98  | 2,32  | 2,11  | 0,21  | 1,82  | 78,78 | 3,56  | 13,85 |       |       |
|                             |   | 323,50  | 348,00  | 371,05                                | 393,25                                   | 454,75                           | 456,40                              | 539,70  | 562,60   | 799,70  | 906,17   | 932,10                                 | 973,30                         | 1031,30                    | 0,35                       | 8,64  | 7,35  | 12,69   | 15,40  | 10,16  | 12,54   | 12,69  | 5,39   | 31,99  | 23,4                              | 22,39                                 | 0,0  | 0     | 14    | brak  | 31,1  | 1,38  | 70,16 | 10,94 | 5,97  | 5,97  | 3,55  | 3,34  | 0,21  | 3,61  | 61,03 | 3,60  | 14,92 |       |       |       |
|                             |   | 348,00  | 371,05  | 393,25                                | 454,75                                   | 456,40                           | 539,70                              | 562,60  | 799,70   | 906,17  | 932,10   | 973,30                                 | 1031,30                        | 0,35                       | 8,64                       | 7,35  | 12,69   | 15,40   | 10,16  | 12,54  | 12,69   | 5,39   | 31,99  | 23,4   | 22,39                             | 0,0                                   | 0  | 12    | brak  | 31,1  | 1,36  | 70,85 | 11,05 | 6,53  | 6,04  | 3,44  | 3,17  | 0,27  | 3,22  | 60,06 | 3,53  | 15,20 |       |       |       |       |
|                             |   | 371,05  | 393,25  | 454,75                                | 456,40                                   | 539,70                           | 562,60                              | 799,70  | 906,17   | 932,10  | 973,30   | 1031,30                                | 0,35                           | 8,64                       | 7,35                       | 12,69   | 15,40   | 10,16   | 12,54  | 12,69  | 5,39  | 31,99  | 23,4   | 22,39  | 0,0                               | 0                                     | 12   | brak  | 31,2  | 1,40  | 70,14 | 10,86 | 5,92  | 5,93  | 2,28  | 2,17  | 0,11  | 2,04  | 61,70 | 3,64  | 15,10 |       |       |       |       |       |
|                             |   | 393,25  | 454,75  | 456,40                                | 539,70                                   | 562,60                           | 799,70                              | 906,17  | 932,10   | 973,30  | 1031,30  | 0,35                                   | 8,64                           | 7,35                       | 12,69                      | 15,40   | 10,16   | 12,54   | 12,69  | 5,39   | 31,99   | 23,4   | 22,39  | 0,0  | 0                                 | 18                                    | brak   | 31,2  | 1,43  | 71,12 | 11,02 | 6,01  | 6,02  | 3,52  | 3,44  | 0,08  | 3,39  | 61,27 | 4,17  | 12,96 |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 454,75  | 456,40  | 539,70                                | 562,60                                   | 799,70                           | 906,17                              | 932,10  | 973,30   | 1031,30   | 0,35   | 8,64                                   | 7,35                           | 12,69                      | 15,40                      | 10,16   | 12,54   | 12,69   | 5,39   | 31,99  | 23,4  | 22,39  | 0,0  | 0  | 14                                | brak                                  | 31,2   | 1,48  | 71,83 | 9,34  | 5,90  | 5,42  | 3,87  | 3,74  | 0,13  | 3,67  | 56,19 | 3,31  | 13,39 |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 456,40  | 539,70  | 562,60                                | 799,70                                   | 906,17                           | 932,10                              | 973,30  | 1031,30  | 0,35  | 8,64   | 7,35                                   | 12,69                          | 15,40                      | 10,16                      | 12,54   | 12,69   | 5,39  | 31,99  | 23,4   | 22,39   | 0,0  | 0  | 16   | brak                              | 31,2                                  | 1,37   | 69,77 | 10,96 | 6,47  | 5,99  | 4,16  | 3,95  | 0,21  | 3,82  | 60,37 | 3,80  | 14,01 |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 539,70  | 562,60  | 799,70                                | 906,17                                   | 932,10                           | 973,30                              | 1031,30   | 0,35   | 8,64  | 7,35   | 12,69                                  | 15,40                          | 10,16                      | 12,54                      | 12,69   | 5,39  | 31,99   | 23,4   | 22,39  | 0,0   | 0  | 19   | –  | 31,2                              | 1,50                                  | 75,32  | 9,04  | 5,02  | 4,02  | 2,38  | 2,14  | 0,24  | –     | 59,43 | 3,36  | 13,02 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 562,60  | 799,70  | 906,17                                | 932,10                                   | 973,30                           | 1031,30                             | 0,35  | 8,64   | 7,35  | 12,69  | 15,40                                  | 10,16                          | 12,54                      | 12,69                      | 5,39  | 31,99   | 23,4  | 22,39  | 0,0  | 0   | 11   | brak   | 31,2   | 1,43                              | 73,81                                 | 9,60   | 6,06  | 5,56  | 2,66  | 2,58  | 0,06  | 2,54  | 62,60 | 3,71  | 14,31 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 799,70  | 906,17  | 932,10                                | 973,30                                   | 1031,30                          | 0,35                                | 8,64  | 7,35   | 12,69   | 15,40  | 10,16                                  | 12,54                          | 12,69                      | 5,39                       | 31,99   | 23,4  | 22,39   | 0,0  | 0  | 10  | brak   | 31,2   | 1,45   | 73,95                             | 9,42                                  | 5,96   | 5,97  | 0,99  | 0,75  | 0,24  | 0,73  | 55,33 | 3,30  | 13,43 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 906,17  | 932,10  | 973,30                                | 1031,30                                  | 0,35                             | 8,64                                | 7,35  | 12,69  | 15,40   | 10,16  | 12,54                                  | 12,69                          | 13                         | brak                       | 31,2  | 1,33  | 69,45   | 12,40  | 6,94   | 5,95  | 1,17   | 0,85   | 0,32   | 0,60                              | 65,58                                 | 4,08   | 14,03 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 932,10  | 973,30  | 1031,30                               | 0,35                                     | 8,64                             | 7,35                                | 12,69   | 15,40  | 10,16   | 12,54  | 12,69                                  | 16                             | brak                       | 31,2                       | 1,41  | 68,51   | 13,40   | 7,44   | 5,97   | 0,99  | 0,91   | 0,85   | 0,32   | 0,60                              | 59,80                                 | 3,86   | 13,89 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 973,30  | 1031,30 | 0,35                                  | 8,64                                     | 7,35                             | 12,69                               | 15,40   | 10,16  | 12,54   | 12,69  | 16                                     | brak                           | 31,2                       | 1,47                       | 73,52   | 10,43   | 5,96  | 5,96   | 0,57   | 0,56  | 0,52   | 0,56   | 0,52   | 0,52                              | 57,88                                 | 3,89   | 14,46 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                             |   | 1031,30 | 0,35    | 8,64                                  | 7,35                                     | 12,69                            | 15,40                               | 10,16   | 12,54  | 12,69   | 15,40  | 10,16                                  | 23                             | –                          | 31,2                       | 1,45  | 71,37   | 10,74   | 6,35   | 5,86   | 1,16  | 1,05   | 1,05   | 0,11   | 0,61                              | 54,46                                 | 3,70   | 14,39 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Krakowska seria piaskowcowa – warstwy łbiągskie

Krakowska seria piaskowcowa – warstwy łaziskie

Tabela 29 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    | 11  | 12 | 13 | 14  | 15   | 16   | 17    | 18    | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25    | 26   | 27    |  |
|--|---------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-----|----|----|-----|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|--|
| 17   | 1033,00 | 1,30 | 4,57 | 5,21 | 24,70 | 5,46 | 31,81 | 22,26 | 21,37 | 0,5 | 0  | 18 | -   | 31,2 | 1,49 | 74,66 | 9,39  | 5,93 | 5,44 | 0,99 | 0,75 | 0,24 | 0,65 | 53,03 | 3,60 | 13,35 |  |
| 18   | 1056,30 | 1,20 | 6,51 | -    | 9,92  | -    | 30,48 | 26,66 | 25,62 | 0,5 | 0  | 12 | -   | 31,2 | 1,36 | 68,68 | 12,17 | 6,81 | 5,84 | 1,20 | 1,09 | 0,11 | 0,48 | 63,07 | 4,05 | 15,36 |  |
| 19   | 1080,56 | 1,20 | 4,71 | 7,60 | 23,20 | 4,88 | 31,08 | 22,73 | 21,80 | 0,5 | 0  | 18 | -   | 31,2 | 1,47 | 74,16 | 9,33  | 5,89 | 5,91 | 0,83 | 0,70 | 0,13 | 0,30 | 54,66 | 3,71 | 13,02 |  |
| 20   | 1085,75 | 0,90 | 4,68 | 7,41 | 14,31 | 5,22 | 32,67 | 25,98 | 24,97 | 0,5 | 0  | 18 | -   | 31,2 | 1,39 | 70,99 | 11,91 | 6,45 | 5,96 | 0,80 | 0,61 | 0,19 | 0,16 | 62,25 | 4,10 | 14,05 |  |
| 21   | 1086,75 | 1,10 | 4,96 | -    | 9,27  | -    | 31,73 | 27,85 | 26,82 | 0,5 | 0  | 19 | -   | 31,2 | 1,34 | 69,92 | 12,31 | 6,89 | 5,92 | 0,5  | 0,64 | 0,53 | 0,27 | 66,87 | 4,19 | 14,18 |  |
| 22   | 1112,60 | 3,10 | 4,95 | 7,42 | 13,38 | 5,95 | 32,62 | 26,22 | 25,22 | 0,5 | 0  | 18 | -   | 31,2 | 1,35 | 73,26 | 8,89  | 5,94 | 5,96 | 0,61 | 0,51 | 0,10 | 0,24 | 62,78 | 4,02 | 14,36 |  |
| 23   | 1114,25 | 1,00 | 4,32 | 7,11 | 25,30 | 5,28 | 31,73 | 22,15 | 21,25 | 0,5 | 0  | 22 | -   | 31,2 | 1,50 | 72,43 | 7,89  | 4,93 | 5,67 | 0,80 | 0,67 | 0,13 | 0,40 | 53,26 | 3,62 | 12,83 |  |
| Seria mulowcowa – warstwy załaskie + orzeskie s.s.   |         |      |      |      |       |      |       |       |       |     |    |    |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |  |
| 24   | 1152,05 | 1,20 | 4,95 | -    | 9,00  | -    | 31,90 | 28,47 | 27,42 | 0,5 | 0  | 17 | -   | 31,2 | 1,33 | 71,29 | 11,38 | 6,43 | 5,94 | 0,47 | 0,35 | 0,12 | 0,80 | 66,50 | 4,22 | 14,98 |  |
| 25   | 1184,60 | 3,00 | 4,98 | -    | 8,61  | -    | 30,27 | 28,94 | 27,94 | 0,5 | 0  | 14 | -   | 31,2 | 1,34 | 71,99 | 10,77 | 6,36 | 5,88 | 0,46 | 0,35 | 0,11 | 0,16 | 68,48 | 4,03 | 13,55 |  |
| 26   | 1194,10 | 0,55 | 4,22 | 6,48 | 12,16 | 3,28 | 30,31 | 26,95 | 26,03 | 0,5 | 0  | 15 | -   | 31,2 | 1,37 | 75,92 | 8,92  | 5,46 | 5,47 | 0,76 | 0,61 | 0,15 | 0,59 | 66,00 | 3,76 | 13,25 |  |
| 27   | 1205,65 | 0,55 | 4,57 | 6,52 | 10,62 | 5,30 | 30,81 | 28,28 | 27,30 | 0,5 | 0  | 20 | -   | 31,2 | 1,36 | 73,06 | 10,44 | 5,96 | 5,96 | 1,04 | 0,88 | 0,16 | 1,01 | 66,98 | 3,98 | 12,97 |  |
| 28   | 1265,65 | 1,65 | 2,58 | -    | 7,89  | -    | 32,08 | 29,38 | 28,34 | 0,5 | 0  | 23 | -   | 31,2 | 1,34 | 74,00 | 11,15 | 6,09 | 6,10 | 0,52 | 0,39 | 0,13 | 0,11 | 71,75 | 4,55 | 12,84 |  |
| 29   | 1304,20 | 2,45 | 2,42 | 4,48 | 12,18 | 3,52 | 32,45 | 27,87 | 26,86 | 1,0 | 9  | 38 | -   | 32,1 | 1,39 | 76,84 | 9,09  | 6,06 | 5,58 | 0,59 | 0,37 | 0,22 | 0,16 | 67,94 | 4,34 | 12,75 |  |
| 30   | 1309,00 | 0,75 | 2,38 | 4,50 | 11,40 | 4,70 | 31,47 | 28,43 | 27,40 | 1,0 | 11 | 38 | -   | 32,1 | 1,36 | 78,29 | 8,13  | 5,58 | 5,61 | 0,57 | 0,46 | 0,11 | 0,11 | 69,17 | 4,48 | 12,11 |  |
| 31   | 1326,85 | 0,30 | 2,23 | -    | 5,18  | -    | 34,08 | 30,26 | 29,15 | 1,0 | 12 | 40 | -   | 32,1 | 1,27 | 73,95 | 11,13 | 6,58 | 6,10 | 0,68 | 0,56 | 0,12 | 0,10 | 74,00 | 4,86 | 13,17 |  |
| 32   | 1328,45 | 0,90 | 2,14 | -    | 7,92  | -    | 32,39 | 29,90 | 28,86 | 1,0 | 16 | 36 | -   | 32,1 | 1,33 | 76,45 | 9,68  | 6,11 | 5,62 | 0,59 | 0,48 | 0,11 | 0,12 | 72,18 | 4,56 | 12,72 |  |
| 33   | 1348,35 | 1,20 | 2,10 | -    | 8,35  | -    | 32,84 | 29,58 | 28,50 | 1,0 | 16 | 35 | -   | 32,1 | 1,32 | 71,29 | 13,05 | 7,53 | 6,03 | 0,87 | 0,75 | 0,12 | 0,25 | 71,06 | 4,72 | 13,02 |  |
| 34   | 1363,15 | 1,50 | 1,85 | -    | 8,60  | -    | 33,45 | 29,85 | 28,75 | 1,0 | 16 | 36 | -   | 32,1 | 1,34 | 73,48 | 12,07 | 6,53 | 6,05 | 0,77 | 0,66 | 0,11 | 0,14 | 71,58 | 4,82 | 12,49 |  |
| 35   | 1368,70 | 0,50 | 2,65 | 3,95 | 14,27 | 2,30 | 32,02 | 27,64 | 26,67 | 1,5 | 15 | 37 | -   | 32,1 | 1,39 | 75,26 | 10,03 | 6,01 | 6,04 | 0,51 | 0,41 | 0,10 | 0,04 | 67,04 | 4,20 | 11,43 |  |
| 36   | 1373,80 | 0,85 | 1,98 | 3,85 | 11,32 | 4,85 | 30,19 | 28,77 | 27,79 | 0,5 | 15 | 29 | -   | 32,1 | 1,38 | 78,81 | 8,51  | 5,56 | 5,57 | 0,45 | 0,29 | 0,16 | 0,06 | 70,11 | 4,27 | 12,03 |  |
| 37   | 1382,70 | 0,65 | 1,88 | 3,72 | 12,00 | 4,28 | 33,29 | 28,42 | 27,37 | 2,5 | 15 | 44 | -   | 32,1 | 1,35 | 74,34 | 11,72 | 6,57 | 6,07 | 0,76 | 0,66 | 0,10 | 0,25 | 69,2  | 4,61 | 11,65 |  |
| 38   | 1391,40 | 0,70 | 1,65 | -    | 7,25  | -    | 32,40 | 30,89 | 29,81 | 1,0 | 18 | 33 | -   | 32,1 | 1,34 | 75,53 | 10,64 | 6,08 | 6,10 | 0,60 | 0,49 | 0,11 | 0,15 | 73,82 | 4,73 | 12,06 |  |
| 39   | 1418,30 | 2,50 | 2,07 | -    | 8,07  | -    | 30,36 | 30,20 | 29,16 | 1,0 | 16 | 36 | -   | 32,1 | 1,29 | 75,60 | 10,14 | 6,09 | 6,09 | 0,70 | 0,60 | 0,10 | 0,23 | 73,85 | 4,57 | 11,84 |  |
| 40   | 1424,80 | 0,45 | 1,85 | 4,25 | 22,34 | 7,82 | 28,90 | 24,18 | 23,28 | 1,0 | 15 | 36 | -   | 32,1 | 1,48 | 81,96 | 6,07  | 5,05 | 5,05 | 0,64 | 0,53 | 0,11 | 0,15 | 60,35 | 3,92 | 11,01 |  |
| Górnoślaska seria piaskowcowa – warstwy rudzkie s.s. |         |      |      |      |       |      |       |       |       |     |    |    |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |  |
| 41   | 1455,30 | 5,80 | 1,67 | -    | 10,01 | -    | 28,45 | 30,02 | 29,00 | 1,0 | 16 | 33 | -   | 32,1 | 1,30 | 78,56 | 8,61  | 5,57 | 5,57 | 0,39 | 0,27 | 0,12 | 0,07 | 72,05 | 4,52 | 11,48 |  |
| Seria paraliczna – warstwy grodzieckie               |         |      |      |      |       |      |       |       |       |     |    |    |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |  |
| 42   | 1494,45 | 0,30 | 1,71 | -    | 10,18 | -    | 30,94 | 30,01 | 28,98 | 2,5 | 20 | 25 | 5   | 32,1 | 1,35 | 79,13 | 8,07  | 5,54 | 5,54 | 1,36 | 1,26 | 0,10 | 0,6  | 70,92 | 4,53 | 11,40 |  |
| 43   | 1498,45 | 0,60 | 2,40 | 3,60 | 11,42 | 4,60 | 31,48 | 29,13 | 28,08 | 3,0 | 19 | 26 | 5   | 32,1 | 1,35 | 75,46 | 10,06 | 6,04 | 6,03 | 1,12 | 1,01 | 0,11 | 0,41 | 69,70 | 4,54 | 10,93 |  |
| 44   | 1546,40 | 0,10 | 1,77 | -    | 8,19  | -    | 38,81 | 30,84 | 29,74 | 3,0 | 80 | 30 | 100 | 34,2 | 1,38 | -     | -     | -    | -    | 3,39 | 3,27 | 0,12 | -    | 69,31 | 4,85 | 12,61 |  |

Tabela 29 cd.

| 1                                     | 2       | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    | 11  | 12 | 13 | 14  | 15   | 16   | 17    | 18    | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25    | 26   | 27    |  |
|---------------------------------------|---------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-----|----|----|-----|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|--|
| Seria paraliczna – warstwy florowskie |         |      |      |      |       |      |       |       |       |     |    |    |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |  |
| 45                                    | 1640,60 | 1,10 | 1,86 | -    | 4,40  | -    | 34,43 | 33,45 | 32,34 | 4,5 | 62 | 35 | 30  | 34,2 | 1,26 | 72,36 | 12,88 | 6,94 | 5,96 | 1,84 | 1,57 | 0,27 | 0,93 | 76,54 | 4,90 | 10,73 |  |
| 46                                    | 1672,90 | 0,15 | 0,75 | -    | 37,28 | -    | 36,33 | 23,31 | 22,31 | -   | -  | -  | -   | -    | 1,38 | 66,50 | 17,86 | 8,93 | 5,95 | 0,61 | 0,50 | 0,11 | 0,21 | 48,58 | 4,50 | 8,39  |  |
| 47                                    | 1681,80 | 0,35 | 1,16 | -    | 33,10 | -    | -     | 22,50 | 21,62 | -   | -  | -  | -   | -    | 1,48 | 77,69 | 9,88  | 5,93 | 9,93 | 0,57 | 0,5  | 0,07 | 0,18 | 52,32 | 3,92 | 8,97  |  |
| 48                                    | 1687,60 | 0,25 | 1,52 | -    | 9,95  | -    | 33,16 | 31,67 | 30,58 | 3,5 | 41 | 25 | 6   | 33,0 | 1,32 | 71,75 | 13,56 | 7,42 | 5,94 | 0,64 | 0,56 | 0,08 | 0,21 | 71,44 | 4,80 | 11,73 |  |
| 49                                    | 1690,90 | 0,15 | 1,51 | -    | 7,38  | -    | 33,33 | 32,16 | 31,09 | 5,5 | 57 | 29 | 30  | 34,2 | 1,27 | 72,26 | 12,86 | 7,43 | 5,94 | 0,61 | 0,53 | 0,08 | 0,04 | 73,42 | 4,75 | 12,41 |  |
| 50                                    | 1694,90 | 0,20 | 1,14 | 2,12 | 19,49 | 5,88 | 34,99 | 28,19 | 27,17 | 4,5 | 64 | 30 | 0   | 34,2 | 1,32 | 73,03 | 12,91 | 6,95 | 5,97 | 0,56 | 0,48 | 0,08 | 0,09 | 63,66 | 4,52 | 10,75 |  |
| 51                                    | 1739,00 | 0,30 | 1,87 | 1,80 | 18,40 | 4,03 | 34,07 | 28,56 | 27,57 | 6,0 | 63 | 35 | 10  | 34,2 | 1,31 | 74,34 | 11,87 | 6,44 | 5,96 | 0,45 | 0,37 | 0,08 | 0,04 | 65,01 | 4,39 | 10,46 |  |
| 52                                    | 1754,25 | 0,30 | 1,32 | -    | 4,67  | -    | 35,39 | 32,99 | 31,88 | 5,5 | 73 | 33 | 120 | 34,2 | 1,22 | 70,76 | 12,93 | 6,98 | 5,99 | 0,64 | 0,56 | 0,08 | 0,06 | 76,36 | 4,96 | 12,13 |  |
| 53                                    | 1769,15 | 0,30 | 1,44 | -    | 3,55  | -    | 34,55 | 34,37 | 33,26 | 6,5 | 76 | 32 | 110 | 34,2 | 1,23 | 71,67 | 13,44 | 7,46 | 5,98 | 0,56 | 0,48 | 0,08 | 0,07 | 77,26 | 4,95 | 12,32 |  |
| 54                                    | 1780,80 | 0,20 | 1,13 | -    | 2,23  | -    | 36,77 | 34,70 | 34,54 | 6,0 | 77 | 30 | 115 | 34,2 | 1,20 | 71,90 | 13,48 | 7,48 | 6,00 | 0,64 | 0,56 | 0,08 | 0,03 | 79,03 | 5,19 | 11,86 |  |
| 55                                    | 1782,85 | 0,30 | 1,05 | -    | 5,24  | -    | 35,76 | 33,65 | 32,52 | 6,0 | 69 | 31 | 130 | 34,2 | 1,24 | 71,60 | 13,92 | 7,46 | 5,97 | 2,04 | 1,92 | 0,12 | 1,44 | 76,04 | 5,06 | 10,69 |  |
| 56                                    | 1788,50 | 0,20 | 1,16 | -    | 6,65  | -    | 36,88 | 33,02 | 31,88 | 6,0 | 75 | 29 | 225 | 34,2 | 1,23 | 71,01 | 14,40 | 7,45 | 5,93 | 0,93 | 0,83 | 0,10 | 0,39 | 75,09 | 5,09 | 11,16 |  |
| 57                                    | 1866,70 | 0,30 | 1,10 | -    | 5,95  | -    | 34,25 | 33,38 | 32,33 | 5,0 | 80 | 28 | 165 | 34,2 | 1,25 | 70,71 | 14,83 | 7,42 | 5,93 | 0,63 | 0,43 | 0,20 | 0,17 | 75,00 | 4,70 | 12,82 |  |
| 58                                    | 1895,95 | 0,40 | 1,02 | 1,19 | 12,32 | 3,18 | 35,95 | 30,81 | 29,78 | 4,0 | 75 | 29 | 130 | 34,2 | 1,32 | 72,75 | 12,87 | 7,42 | 5,94 | 0,67 | 0,54 | 0,13 | 0,13 | 70,43 | 4,63 | 11,06 |  |
| 59                                    | 1905,60 | 0,30 | 1,05 | -    | 4,05  | -    | 35,60 | 34,31 | 32,23 | 4,5 | 84 | 31 | 250 | 34,2 | 1,29 | 69,26 | 15,83 | 7,92 | 5,94 | 0,74 | 0,62 | 0,12 | 0,36 | 77,42 | 4,91 | 11,95 |  |
| 60                                    | 1915,95 | 0,25 | 0,82 | 1,01 | 12,08 | 8,73 | 40,76 | 32,56 | 31,38 | 3,0 | 64 | 34 | 150 | 34,2 | 1,22 | 62,98 | 18,35 | 9,92 | 7,93 | 0,67 | 0,56 | 0,11 | 0,30 | 70,16 | 5,28 | 11,10 |  |
| 61                                    | 1922,25 | 0,55 | 0,97 | -    | 7,75  | -    | 32,67 | 33,12 | 32,07 | 5,5 | 77 | 35 | 120 | 34,2 | 1,26 | 72,29 | 13,37 | 7,43 | 5,94 | 0,52 | 0,4  | 0,12 | 0,05 | 74,54 | 4,68 | 11,66 |  |
| 62                                    | 1929,35 | 0,35 | 0,93 | -    | 10,15 | -    | 35,33 | 32,12 | 31,08 | 5,0 | 76 | 31 | 235 | 34,2 | 1,32 | 69,35 | 15,35 | 8,42 | 5,94 | 0,69 | 0,58 | 0,11 | 0,10 | 72,17 | 4,91 | 11,26 |  |
| 63                                    | 1941,10 | 0,20 | 1,00 | -    | 3,01  | -    | 36,48 | 34,99 | 33,78 | 6,0 | 83 | 32 | 250 | 34,2 | 1,24 | 69,79 | 14,85 | 7,92 | 6,43 | 0,67 | 0,54 | 0,13 | 0,03 | 77,71 | 4,99 | 12,75 |  |
| 64                                    | 1948,20 | 0,40 | 0,81 | -    | 5,68  | -    | 34,90 | 33,95 | 32,86 | 5,0 | 80 | 30 | 210 | 34,2 | 1,24 | 72,41 | 13,39 | 7,44 | 5,95 | 0,51 | 0,40 | 0,11 | 0,05 | 77,04 | 4,90 | 11,17 |  |
| 65                                    | 1973,05 | 0,50 | 0,90 | -    | 8,85  | -    | 32,23 | 31,70 | 30,69 | 6,0 | 73 | 30 | 130 | 34,2 | 1,29 | 74,32 | 11,89 | 6,94 | 5,95 | 0,56 | 0,45 | 0,11 | 0,05 | 73,45 | 4,50 | 11,85 |  |
| 66                                    | 2003,50 | 0,20 | 0,86 | -    | 9,52  | -    | 30,62 | 32,16 | 31,13 | 5,0 | 60 | 32 | 120 | 34,2 | 1,27 | 74,85 | 11,90 | 6,44 | 5,96 | 0,59 | 0,40 | 0,19 | 0,06 | 73,43 | 4,62 | 11,97 |  |
| 67                                    | 2017,60 | 0,35 | 0,76 | -    | 7,03  | -    | 33,92 | 33,20 | 32,16 | 5,5 | 78 | 30 | 280 | 34,2 | 1,26 | 69,47 | 15,38 | 8,43 | 5,95 | 2,09 | 2,98 | 0,11 | 1,42 | 74,21 | 4,69 | 11,33 |  |
| 68                                    | 2035,80 | 0,40 | 0,59 | -    | 8,15  | -    | 32,93 | 32,78 | 31,76 | 5,5 | 75 | 28 | 280 | 34,2 | 1,30 | 69,58 | 15,41 | 8,45 | 5,96 | 4,54 | 4,41 | 0,13 | 4,30 | 74,31 | 4,59 | 7,95  |  |
| 69                                    | 2043,80 | 0,40 | 0,70 | -    | 7,70  | -    | 31,58 | 32,12 | 31,14 | 5,0 | 75 | 34 | 175 | 34,2 | 1,30 | 71,50 | 14,15 | 7,69 | 5,96 | 2,11 | 1,98 | 0,13 | 1,35 | 74,63 | 4,42 | 10,57 |  |
| 70                                    | 2048,00 | 0,20 | 0,74 | -    | 4,31  | -    | 31,54 | 34,62 | 33,52 | 4,5 | 77 | 30 | 230 | 34,2 | 1,23 | 69,97 | 15,38 | 7,94 | 5,95 | 0,53 | 0,42 | 0,11 | 0,02 | 78,57 | 4,94 | 11,02 |  |
| 71                                    | 2068,55 | 0,15 | 1,06 | -    | 7,85  | -    | 39,52 | 32,58 | 31,51 | 4,0 | 78 | 29 | 355 | 34,2 | 1,39 | 76,18 | 14,84 | 3,96 | 3,96 | 2,11 | 2,03 | 0,08 | -    | 75,88 | 4,76 | 8,42  |  |
| Seria paraliczna – warstwy samowskie  |         |      |      |      |       |      |       |       |       |     |    |    |     |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |       |      |       |  |
| 72                                    | 2095,20 | 0,10 | 0,90 | -    | 5,43  | -    | 34,40 | 34,40 | 33,27 | 3,0 | 71 | 29 | 400 | 34,2 | 1,33 | 79,68 | 11,95 | 3,49 | 3,98 | 1,55 | 1,35 | 0,20 | 0,00 | 78,39 | 4,09 | 8,84  |  |
| 73                                    | 2270,35 | 0,05 | 0,80 | -    | 6,18  | -    | 36,74 | 34,13 | 33,09 | 4,0 | 81 | -  | -   | 34,0 | 1,32 | -     | -     | -    | -    | 0,75 | 0,65 | 0,13 | -    | 79,62 | 4,71 | 8,07  |  |

trów w profilu głębokościowym karbonu otworu Chełmek IG 1 reprezentują tylko wycinek ogólnych krzywych zmian uwęglenia charakterystycznych dla GZW.

Wykres zawartości wilgoci w otworze Chełmek IG 1 wskazuje na duży rozrzut wartości, który waha się od 0,70 do 8,64% (fig. 15). Wykres składa się z dwóch części. W górnej do głęb. 1255,00 m, która obejmuje warstwy libiąskie, łaziskie i część nierozdzielonego kompleksu serii mułowcowej (warstwy orzeskie s.s. + załęskie), wartości wilgoci są wysokie i wynoszą od 4,12 do 8,64%. W części drugiej wykresu, która sięga do spągu karbonu produktywnego (czyli do głęb. 2145,80 m) rozrzut wartości wilgoci jest znacznie mniejszy i waha się od 0,70 do 2,65%. Wyinterpretowana graficznie średnia wartość  $W^a$ , równa 1%, występuje na głęb. 1848,00 m.

Zawartość części lotnych  $V^{daf}$  w węglach z omawianego otworu waha się od 31,42 do 45,16%. Średnia  $V^{daf}$  przedstawiona graficznie (fig. 15) do głęb. ok. 1250,00 m ma przebieg prawie pionowy. Skok wartości na granicy górnośląskiej serii piaskowcowej i serii paralicznej wynosi 5%. Szerokość pasa zmienności od stropu warstw libiąskich do spągu warstw rudzkich s.s. wynosi ok. 4%, a w serii paralicznej ok. 6,5%.

Ciepło spalania  $Q_s^{daf}$  to parametr wyznaczający granicę pomiędzy typem węgla płomiennych i gazowo-płomiennych. Wartością graniczną jest 31,00 MJ/kg, to znaczy, że węgle z badanego otworu w większości klasyfikują się powyżej tej wartości. Wartości graniczne  $Q_s^{daf}$  w węglach z otworu Chełmek IG 1 wahają się od 30,51 do 37,38 MJ/kg i obserwuje się ich wyraźny wzrost z głębokością.

Przedstawiona na wykresie zawartość popiołu w węglach w stanie suchym ( $A^d$ ) charakteryzuje się dużym rozrzutem od 2,25 do 37,56%. Sugeruje to, że węgle z otworu Chełmek IG 1 są znacznie zanieczyszczone materią organiczną.

### Zmiany podstawowych właściwości koksowniczych węgla

W celu prześledzenia parametrów charakteryzujących właściwości koksownicze węgla z otworu Chełmek IG 1 sporządzono diagramy: zdolności spiekania według Rogi (RI), wolnego wydymania (SI) oraz kontrakcji (a) i dylatacji (b) (fig. 16).

Zdolność spiekania RI w profilu waha się od 0 do 84. Od stropowej części profilu karbonu aż do głęb. 1309,00 m występują węgle o zerowej wartości spiekania RI. Na granicy górnośląskiej serii piaskowcowej i serii paralicznej wartość RI wzrasta o 20 i dalej rośnie, aż do osiągnięcia wartości 84 na głęb. 1905,60 m.

Wartości wolnego wydymania SI w węglach omawianego otworu są bardzo zróżnicowane i mieszczą się w przedziale od 0 do 6. Wykres wartości wolnego wydymania SI dokładnie naśladuje wykres zdolności spiekania RI (fig. 16). Bardzo duży rozrzut wartości wolnego wydymania obserwuje się w węglach serii paralicznej.

Kontrakcja węgli w profilu karbonu waha się od 10 do 40%, wyinterpolowana krzywa do głęb. 1250,00 m ma przebieg pionowy. Niżej w profilu głębokościowym nastę-

puje przesunięcie poziomie i już do końca profilu karbonu produktywnego wartości oscylują ok. 40%.

Wartości dylatacji w otworze Chełmek IG 1 wahają się od 6% do 400%. Parametr ten w węglach serii paralicznej na wykresie układa się w charakterystycznym szerokim pasie (fig. 16). Natomiast w górnym odcinku profilu, od stropu karbonu do granicy pomiędzy węglami górnośląskiej serii piaskowcowej a serii paralicznej, węgle nie wykazują dylatacji.

### Zmiany podstawowych właściwości chemicznych węgla

Zmiany właściwości chemicznych węgli z otworu Chełmek IG 1 prześledzono na podstawie zawartości pierwiastka węgla  $C_t^{daf}$  i wodoru  $H_t^{daf}$  (fig. 17). Zawartość pierwiastka węgla  $C_t^{daf}$  waha się w omawianym profilu w granicach 71,31–85,59%. Na wykresie widać wyraźną tendencję do wzrostu zawartości węgla  $C_t^{daf}$  wraz z głębokością. Ma ona przebieg skokowy podzielony na trzy odcinki. Pierwszy od stropu karbonu do głęb. ok. 1000 m, drugi – do 1300 m i trzeci do spągu karbonu produktywnego. Potwierdza to regułę o wzroście uwęglenia wraz z głębokością zalegania pokładów węgla w profilu stratygraficznym karbonu.

Zawartość wodoru  $H_t^{daf}$  w badanym otworze mieści się w granicach 4,16–7,86%. Od głęb. ok. 1000 m wartości wodoru przekraczają 5,0%. Na przestrzeni całego odcinka profilu układają się w dużym pasie zmienności.

Wydajność prasmoły ( $T_{sk}^{daf}$ ) w omawianym otworze waha się od 6,96 do 15,54%. W górnej części profilu, od stropu karbonu do spągu warstw rudzkich s.s., wykreślona graficznie krzywa ma prawie pionowy przebieg. W węglach serii paralicznej wydajność prasmoły wzrasta we wszystkich pokładach węgla do ok. 15,0%.

### Charakterystyka typów węgla

Typ węgla określony został na podstawie naturalnych wyróżniających go cech, to znaczy stopnia uwęglenia oraz struktury chemicznej węgla.

W profilu otworu wiertniczego Chełmek IG 1 występują, zdefiniowane zgodnie z polską normą PN/82/-97002, różne typy węgla. Najdłuższy odcinek profilu karbonu zajmują typy: 31,1 (w czterech pokładach w stropie profilu) i 31,2 na głęb. 371,05–1265,65 m. Są to węgle płomienne, do celów energetycznych, do wszystkich typów palenisk. Od głęb. 1304,20 do 1498,45 m występuje węgiel typu 32,1 (gazowo-płomienny, do wylewania i do czadnic). Ostatni dłuższy odcinek profilu na głęb. 1546,40–2095,20 m zajmuje węgiel typu 34,2 (gazowo-koksowy, do produkcji koksu). W jednym przypadku na głęb. 1687,60 m stwierdzono węgiel typu 33 (gazowy, do pieców przemysłowych), a na głęb. 2270,35 m (jest to ostatni pokład w profilu otworu) występuje węgiel typu 34 (gazowo koksowy).

W celu określenia typów węgla prześledzono szczegółowo następujące parametry klasyfikacyjne: zawartość części

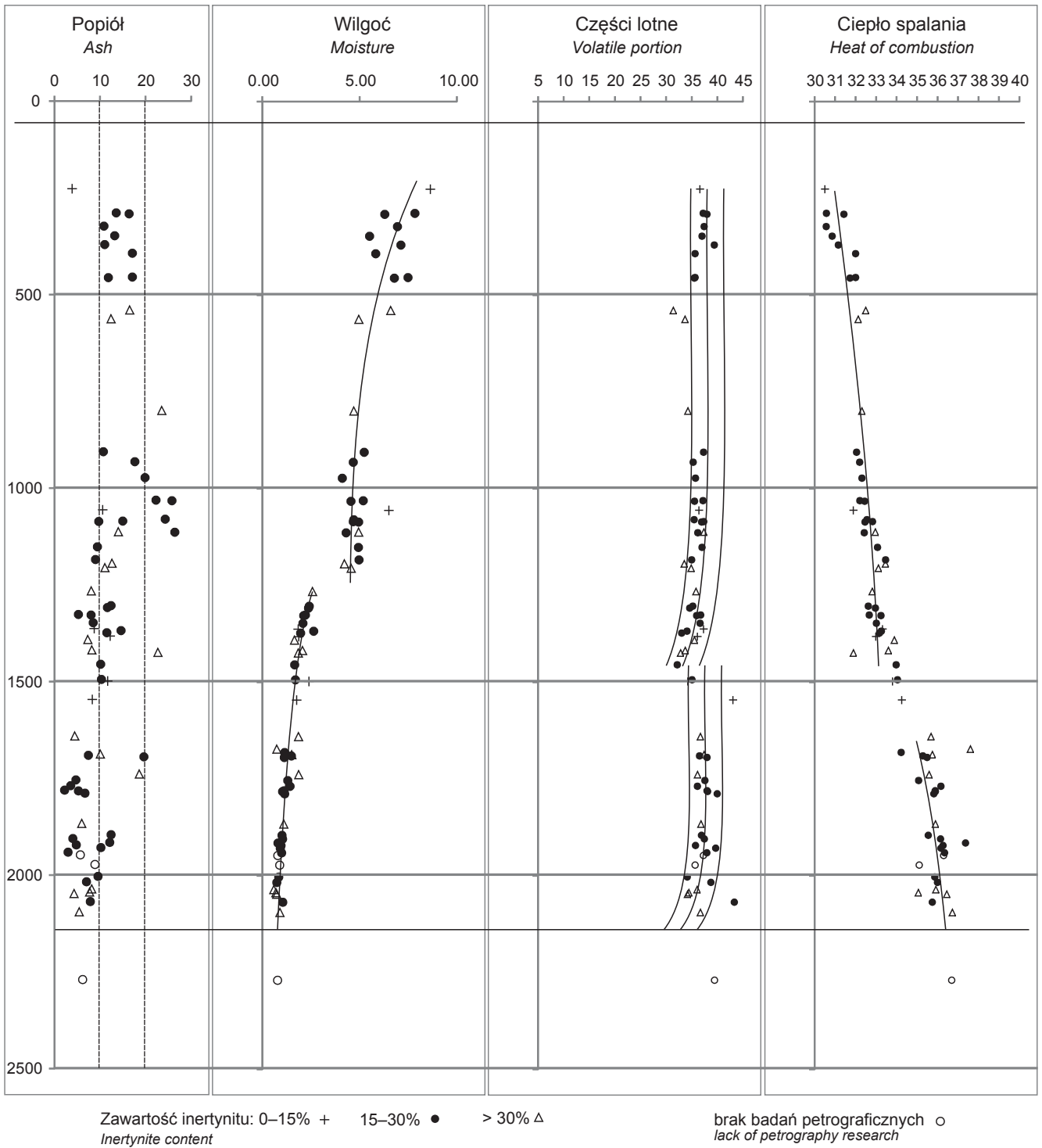
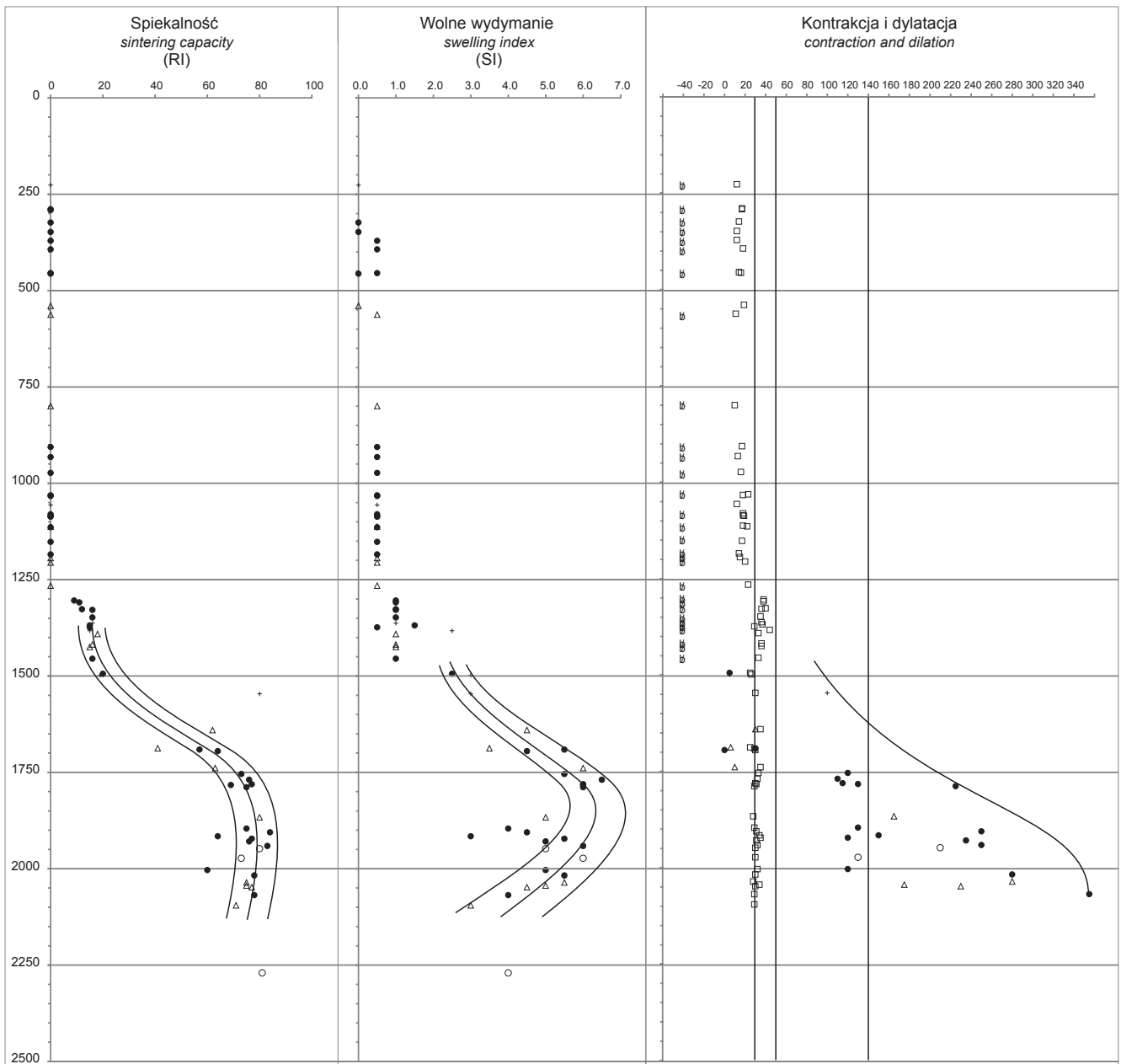


Fig. 15. Zmiany jakości węgla w profilu otworu wiertniczego Chelmek IG 1 – parametry techniczne

Changes of coal quality in the Chelmek IG 1 borehole – technical parameters

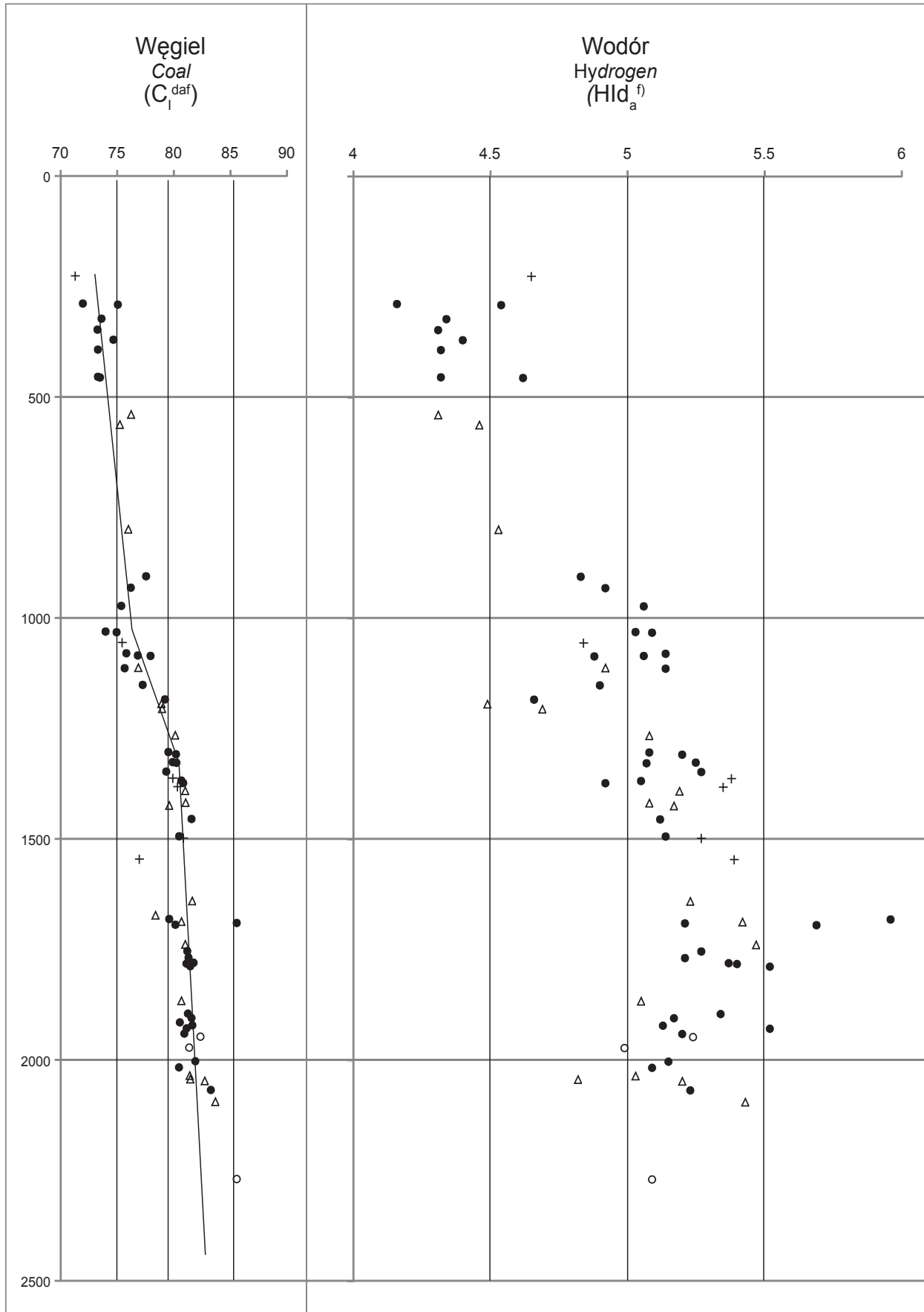


**Fig. 16. Zmiany jakości węgla w profilu otworu wiertniczego Chelmek IG 1 – właściwości koksownicze**

Changes of coal quality in the Chelmek IG 1 borehole – coking properties

**Fig. 17. Zmiany jakości węgla w profilu otworu wiertniczego Chelmek IG 1 – właściwości chemiczne**

Changes of coal quality in the Chelmek IG 1 borehole – chemical properties



zawartość inertynitu: 0–15% + 15–30% ● >30% Δ brak badań petrograficznych ○  
*Inertinite content lack of petrography research*

lotnych, zdolność spiekania według Rogi, dylatację, wskaźnik wolnego wydymania oraz ciepło spalania. Brano również pod uwagę zawartość procentową macerałów z grupy inertynitu w pokładzie węgla.

Na podstawie wyżej wymienionych parametrów w profilu głębokościowym otworu Chełmek IG 1 wydzielono kilka stref występowania typów węgla:

- I strefa do 348,00 m – typ węgla 31,1;
- II strefa na głęb. 371,05–1265,65 m – typ węgla 31,2;
- III strefa na głęb. 1304,20–1498,45 m – typ węgla 32,1;
- IV strefa na głęb. 1546,40–2270,35 m – typ węgla 34,2 (w tej strefie znalazły się dwa pokłady węgla zakwalifikowane jako typ 33 i 34).

### Podsumowanie

Głównym składnikiem w budowie petrograficznej węgla w profilu otworu Chełmek IG 1 są macerały z grupy wityrynit, a w niej kolinit zdecydowanie przeważa nad telinitem. Jego zawartość waha się od 27,6 do 70,00%. Macerały z grupy liptynit są akcesoryczne, a wśród nich dominuje sporynit, średnio od 0,80 do 19,40%. Macerały z grupy inertynitu występują bardzo często, a w grupie tej dominuje semifuzyt przy wartościach skrajnych 4,90–19,00%.

Najwyższe procentowe zawartości spośród mikrolitotopów zajmuje wityryt (13,00–54,00%), a następnie durokla-

ryt (8,90–24,70%). Przeważającym typem mikrofacjalnym jest typ trimacerytowo-wityrytowy. Spośród oznaczanych czterech odmian karbominerytu, najliczniej występuje karbargilit (1,20–15,40%). Spośród czterech składników substancji mineralnej dominuje ilowiec, którego wartości wahają się od 0,00 do 9,20%.

Stopień metamorfizmu węgla określony na podstawie wartości współczynnika zdolności odbicia światła wityrynit ( $R_o$ ) oraz wykształcenia macerałów z grupy wityrynit i liptynit, można przypuszczać że jest stosunkowo niski w całym analizowanym profilu. Wykazuje on słabą tendencję rosnącą wraz z głębokością zalegania pokładów węgla. Węgla z otworu występujące w górnej części krakowskiej serii piaskowcowej na głęb. 226,55–539,70 m, w których wartość współczynnika  $R_o$  wynosi od 0,53 do 0,63%, można uznać za ogniwo przejściowe od twardych węgla brunatnych do węgla kamiennych. W spągowym odcinku profilu karbonu węgle są umiejscowione w fazie II skoku uwęglenia substancji organicznej.

W profilu otworu występują następujące typy węgla: 31,1 i 31,2 (węgiel płomienny), 32,1 (gazowo płomienny), 33 (gazowy), 34 i 34,2 (węgiel gazowo-koksowy).

Zmiany podstawowych parametrów technologicznych, koksowniczych i chemicznych, wrażliwych na zmiany stopnia metamorfizmu substancji organicznej, prześledzone w otworze Chełmek IG, reprezentują wycinek ogólnych zmian uwęglenia, powszechnie znanych we wschodniej części GZW.

**Barbara PTAK**

### GEOCHEMIA WĘGLA

W rozdziale przedstawiono wyniki badań geochemicznych węgla z otworu Chełmek IG 1, wykonanych dla ilościowego udokumentowania zawartości w węglu pierwiastków podrzędnych i śladowych (Rózkowska i in., 1988). Obecność szeregu spośród oznaczonych pierwiastków (takich jak: As, Be, F, Cr, Pb i inne) stanowi potencjalne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Pierwiastki takie jak P czy Cl powodują trudności przy przetwórstwie węgla. Niektóre spośród oznaczonych pierwiastków mogą stanowić potencjalne źródło surowcowe. Celem tego rozdziału jest również przedstawienie korelacji geochemicznych, wskazujących na sposób powiązania pierwiastków w węglu, oraz określenie zmienności geochemicznych węgla w profilu otworu.

#### Zakres i metodyka badań

Zakres badań geochemicznych węgla obejmuje pełną analizę popiołów węglowych tj. oznaczenie w nich zawartości pierwiastków głównych, podrzędnych i śladowych oraz oznaczenie bezpośrednio w węglu zawartości siarki, fosforu, chloru i fluoru.

Analiza chemiczna popiołów (uzyskanych w temp. 815°C), obejmująca 68 próbek węgla w zakresie zawartości pierwiastków głównych (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K i S oznaczonych jako tlenki), została wykonana w Laboratorium Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego w Katowicach metodami klasycznymi (mokrymi). W laboratorium tym oznaczono również zawartość w węglu siarki ( $S_p$ ,  $S_c$ ,  $S_A$ ,  $S_p$ ) oraz chloru i fluoru.

W Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego w Sosnowcu oznaczono w popiołach węglowych niskotemperaturowych (uzyskanych w 525°C dla uniknięcia strat łatwo lotnych pierwiastków) z 65 próbek węgla zawartość następujących pierwiastków: As, Ba, Br, Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, Ti, U, V, Y, Zn i Zr (oznaczenia zawartości Mo i Ni należy traktować jako ilościowe wobec istnienia efektów instrumentalnych utrudniających oznaczenie), a bezpośrednio w węglu oznaczono zawartość fosforu. Wymienione oznaczenia wykonano metodą fluorescencji rentgenowskiej, na sekwencyjnym spektrometrze rentgenowskim (japońskim) typu KGX przy użyciu lampy rodowej i zastosowaniu następujących warunków pomiarowych: napięcie prądu lampy rentgenowskiej 50 kV,

natężenie prądu 20 mA, kryształ analizujący LiF 200 sprzężony z licznikiem scyntylacyjnym – jedynie dla oznaczenia zawartości fosforu stosowano kryształ Ge sprzężony z licznikiem proporcjonalnym przepływowym, czas zliczania intensywności linii analitycznych oraz tła: 3x20 s. Analizę wykonywano na podstawie linii analitycznych  $K\alpha$ . Jedynie dla oznaczenia zawartości arsenu stosowano linię  $K\beta$ , zaś dla oznaczenia zawartości toru i uranu stosowano linie  $L\alpha$ , ołowiu  $L\beta$ . Wykonywano korektę wzajemnych interferencji dla następujących pierwiastków: Ti/V, V/Cr, Sr/Zr. Dla oznaczanych pierwiastków (za wyjątkiem Ti, V, Cr, Mn i P, których linie analityczne są dłuższe niż krawędź absorpcji żelaza) stosowano korektę: intensywność linii analitycznej/intensywność tła ( $I_A/I_T$ ). Jako wzorce do oznaczeń zawartości pierwiastków podrzędnych i śladowych stosowano wzorce syntetyczne przygotowane na bazie popiołów i węgla naturalnego. W Oddziale Górnośląskim PIG wykonano również oznaczenie zawartości w węglu wilgoci (metodą suszarkową) i popiołu (przez wielogodzinne spopielenie w temp. 525°C), dla umożliwienia wykonania przeliczeń zawartości pierwiastków oznaczonych w popiele niskotemperaturowym na ich zawartość w węglu.

Oznaczenie zawartości berylu w popiele węglowym wykonano w Laboratorium PIG w Warszawie metodą spektroskopii emisyjnej.

Wyniki analiz geochemicznych węgla z otworu wiertniczego Chelmek IG 1 przedstawiono w siedmiu tabelach i na dwóch figurach (tab. 30–36, fig. 18A–18B, 19).

Tabela 30 zawiera wyniki analizy chemicznej 68 popiołów węgla w zakresie zawartości składników głównych. Tabela 31 zawiera wyniki oznaczeń zawartości pierwiastków podrzędnych i śladowych w 65 popiołach węgla. W tabeli 32 zamieszczono charakterystykę geochemiczną węgla tj. wyniki przedstawione uprzednio w tabelach 30 i 31 w przeliczeniu na zawartość w węglu (składniki podane w tabeli 30 w formie tlenkowej przeliczono na zawartość w węglu w formie pierwiastkowej np.  $SiO_2$  na Si, pominięto zawartość  $SO_3$  obciążoną wynikiem reakcji wtórnych zachodzących w czasie spopielenia). Przeliczenie zawartości poszczególnych pierwiastków w popiele na ich zawartość w węglu umożliwia wykonanie bilansu tych pierwiastków w złożu, porównanie zawartości pierwiastków oznaczonych w węglu i skałach niewęglowych oraz służy do analizy wzajemnych powiązań oznaczonych pierwiastków w węglu. Tabela 32 zawiera również wyniki oznaczonych bezpośrednio w węglu zawartości siarki, fosforu, chloru oraz fluoru (w przeliczeniu na zawartość w węglu suchym). W tabelach 33–35 przedstawiono dane z tabel 30–32 w odniesieniu do ogniw litostratygraficznych karbonu z podaniem zakresów oraz średnich arytmetycznych zawartości poszczególnych

Tabela 30

## Analiza popiołów z węgla

## Analysis of coal ash

| Lp. | Głębokość spągu pokładu<br>Depth of base of coal bed [m] | Miąższość pokładu<br>Coal bed thickness [m] | SiO <sub>2</sub> [%] | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%] | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%] | CaO [%] | MgO [%] | Na <sub>2</sub> O [%] | K <sub>2</sub> O [%] | SO <sub>3</sub> [%] | Wilgoć<br>Moisture W <sup>a</sup> [%] | Popiół<br>Ash (analytical condition)<br>A <sup>a</sup> [%] |
|-----|--|---|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|--|
| 1   | 2  | 3   | 4                    | 5                                  | 6                                  | 7       | 8       | 9                     | 10                   | 11                  | 12                                    | 13   |
| 1   | 226,55   | 0,35  | 22,03                | 16,30                              | 41,05                              | 7,07    | 2,37    | 0,36                  | 1,13                 | 9,11                | 8,64                                  | 12,69  |
| 2   | 289,25   | 1,65  | 15,40                | 16,08                              | 53,92                              | 4,93    | 1,83    | 0,52                  | 0,76                 | 6,53                | 7,85                                  | 12,54  |
| 3   | 291,35   | 1,65  | 34,08                | 30,53                              | 13,62                              | 5,17    | 1,68    | 0,67                  | 1,58                 | 6,86                | 6,30                                  | 15,40  |
| 4   | 323,50   | 1,70  | 15,18                | 17,10                              | 46,40                              | 5,56    | 1,68    | 2,12                  | 2,78                 | 9,11                | 6,85                                  | 10,16  |
| 5   | 348,00   | 4,15  | 25,14                | 24,43                              | 33,92                              | 4,61    | 2,00    | 2,24                  | 1,78                 | 5,85                | 5,52                                  | 12,52  |
| 6   | 371,05   | 0,75  | 30,04                | 27,36                              | 26,14                              | 4,61    | 1,77    | 2,78                  | 1,84                 | 4,32                | 7,13                                  | 10,26  |
| 7   | 393,25   | 1,70  | 25,07                | 21,65                              | 38,10                              | 4,58    | 1,70    | 2,52                  | 1,18                 | 4,51                | 6,84                                  | 12,32  |
| 8   | 454,75   | 0,55  | 33,02                | 26,28                              | 30,62                              | 2,51    | 1,39    | 1,85                  | 1,98                 | 1,94                | 7,50                                  | 15,87  |
| 9   | 456,40   | 1,35  | 22,70                | 22,20                              | 43,30                              | 3,64    | 1,50    | 2,47                  | 1,32                 | 3,17                | 6,90                                  | 11,07  |
| 10  | 562,60   | 1,60  | 35,50                | 23,20                              | 20,25                              | 2,51    | 1,61    | 3,41                  | 1,81                 | 2,52                | 4,00                                  | 11,84  |
| 11  | 799,70   | 5,00  | 49,00                | 23,92                              | 8,63                               | 5,69    | 2,60    | 2,24                  | 2,25                 | 4,53                | 4,70                                  | 22,49  |
| 12  | 906,50   | 2,40  | 35,00                | 28,07                              | 12,93                              | 4,05    | 4,66    | 5,66                  | 1,58                 | 7,13                | 5,25                                  | 10,21  |
| 13  | 932,10   | 0,45  | 40,85                | 30,78                              | 0,47                               | 1,40    | 1,86    | 3,34                  | 2,16                 | 1,10                | 4,68                                  | 16,86  |
| 14  | 973,30   | 1,35  | 47,30                | 37,17                              | 6,23                               | 2,27    | 1,81    | 2,38                  | 0,76                 | 2,28                | 4,12                                  | 10,09  |
| 15  | 1031,30  | 0,50  | 40,37                | 31,44                              | 6,61                               | 2,53    | 2,66    | 2,67                  | 2,47                 | 2,45                | 5,28                                  | 22,12  |
| 16  | 1033,00  | 1,30  | 62,80                | 27,40                              | 6,71                               | 3,20    | 3,22    | 1,47                  | 2,10                 | 6,47                | 4,57                                  | 24,70  |
| 17  | 1056,30  | 1,20  | 39,00                | 28,11                              | 10,10                              | 4,64    | 3,72    | 5,88                  | 2,10                 | 6,47                | 6,51                                  | 9,93   |
| 18  | 1080,65  | 1,20  | 48,68                | 36,08                              | 4,37                               | 2,48    | 2,47    | 1,96                  | 1,81                 | 2,35                | 4,71                                  | 23,20  |

Tabela 30 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9    | 10   | 11    | 12   | 13    |
|----|---------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|
| 19 | 1085,35 | 0,90 | 44,03 | 32,27 | 4,83  | 5,25  | 3,43 | 3,60 | 2,06 | 4,54  | 4,68 | 14,31 |
| 20 | 1086,75 | 1,10 | 32,07 | 28,51 | 8,74  | 7,69  | 0,14 | 6,32 | 1,23 | 9,09  | 4,96 | 9,27  |
| 21 | 1112,60 | 3,10 | 37,27 | 33,74 | 6,16  | 6,49  | 4,50 | 4,00 | 2,03 | 5,92  | 4,95 | 13,38 |
| 22 | 1144,25 | 1,00 | 49,10 | 35,22 | 4,53  | 2,72  | 2,24 | 1,54 | 2,16 | 2,54  | 4,33 | 25,30 |
| 23 | 1152,05 | 1,20 | 27,29 | 32,04 | 5,03  | 16,01 | 5,00 | 4,00 | 1,08 | 8,54  | 4,03 | 9,00  |
| 24 | 1184,60 | 3,00 | 31,07 | 28,39 | 7,41  | 10,62 | 5,74 | 5,72 | 1,33 | 9,07  | 4,96 | 8,61  |
| 25 | 1194,10 | 0,55 | 36,08 | 24,93 | 11,42 | 8,97  | 4,77 | 3,00 | 1,84 | 8,95  | 4,22 | 12,16 |
| 26 | 1205,65 | 0,55 | 44,26 | 35,36 | 9,39  | 1,41  | 1,59 | 5,40 | 1,66 | 0,75  | 4,57 | 10,62 |
| 27 | 1265,65 | 1,65 | 28,60 | 37,37 | 5,93  | 12,89 | 3,49 | 4,56 | 1,03 | 5,87  | 2,58 | 7,89  |
| 28 | 1304,20 | 2,45 | 40,72 | 24,46 | 7,94  | 9,61  | 6,03 | 2,04 | 1,41 | 7,68  | 2,42 | 12,18 |
| 29 | 1309,00 | 0,75 | 45,74 | 37,12 | 4,38  | 3,40  | 2,42 | 2,38 | 1,54 | 2,83  | 2,28 | 11,40 |
| 30 | 1326,85 | 0,30 | 29,85 | 20,20 | 8,91  | 10,81 | 6,29 | 2,94 | 1,08 | 10,89 | 2,23 | 5,18  |
| 31 | 1328,75 | 0,90 | 37,33 | 33,12 | 6,13  | 8,78  | 4,33 | 2,47 | 0,76 | 7,10  | 2,14 | 7,92  |
| 32 | 1348,35 | 1,20 | 32,63 | 31,01 | 7,59  | 3,73  | 4,64 | 1,81 | 1,41 | 9,24  | 2,10 | 8,35  |
| 33 | 1363,15 | 1,50 | 38,62 | 37,80 | 5,55  | 5,30  | 3,35 | 2,00 | 3,10 | 4,78  | 1,85 | 8,60  |
| 34 | 1368,70 | 0,50 | 51,96 | 34,50 | 3,50  | 1,84  | 2,25 | 2,00 | 2,10 | 1,72  | 2,65 | 14,27 |
| 35 | 1373,80 | 0,85 | 36,32 | 35,45 | 5,25  | 12,65 | 2,76 | 2,34 | 0,93 | 4,20  | 1,98 | 11,32 |
| 36 | 1382,70 | 0,65 | 45,18 | 35,63 | 6,42  | 3,36  | 2,41 | 1,35 | 2,47 | 3,00  | 1,88 | 12,00 |
| 37 | 1391,40 | 0,70 | 38,34 | 34,94 | 6,71  | 7,05  | 3,55 | 1,74 | 1,28 | 6,40  | 1,65 | 7,25  |
| 38 | 1418,40 | 2,50 | 42,73 | 34,21 | 7,69  | 4,29  | 2,53 | 2,67 | 1,74 | 3,72  | 2,07 | 8,07  |
| 39 | 1425,25 | 0,45 | 49,02 | 42,34 | 3,11  | 1,36  | 0,93 | 0,95 | 1,58 | 0,82  | 1,85 | 22,34 |
| 40 | 1455,30 | 5,80 | 44,32 | 38,04 | 4,86  | 3,28  | 2,04 | 2,94 | 1,45 | 2,74  | 1,67 | 10,01 |
| 41 | 1494,45 | 0,30 | 42,95 | 35,04 | 10,31 | 2,88  | 2,33 | 1,81 | 2,39 | 2,49  | 1,71 | 10,18 |
| 42 | 1498,45 | 0,60 | 50,42 | 31,78 | 8,37  | 2,05  | 2,04 | 1,47 | 2,75 | 1,37  | 2,40 | 11,42 |
| 43 | 1640,60 | 1,10 | 13,64 | 14,10 | 27,80 | 15,26 | 6,94 | 2,07 | 0,64 | 19,16 | 1,86 | 4,40  |
| 44 | 1672,90 | 0,15 | 65,71 | 26,39 | 3,46  | 0,72  | 1,07 | 0,28 | 1,98 | 0,22  | 0,75 | 37,28 |
| 45 | 1681,80 | 0,35 | 60,00 | 33,34 | 3,26  | 0,56  | 0,88 | 0,28 | 1,58 | 0,21  | 1,16 | 33,13 |
| 46 | 1687,60 | 0,35 | 55,10 | 31,50 | 6,00  | 1,84  | 1,18 | 0,67 | 1,78 | 1,95  | 1,52 | 9,95  |
| 47 | 1690,90 | 0,15 | 51,66 | 30,29 | 8,96  | 2,45  | 1,80 | 1,27 | 1,94 | 1,34  | 1,51 | 7,35  |
| 48 | 1694,90 | 0,20 | 55,68 | 34,34 | 4,36  | 1,25  | 1,38 | 0,56 | 1,88 | 0,39  | 1,14 | 19,45 |
| 49 | 1739,00 | 0,30 | 63,51 | 27,70 | 2,80  | 1,2   | 0,99 | 0,49 | 2,75 | 0,46  | 1,37 | 18,40 |
| 50 | 1754,25 | 0,30 | 47,45 | 38,95 | 5,10  | 3,25  | 1,08 | 1,00 | 0,7  | 2,06  | 1,32 | 4,67  |
| 51 | 1760,15 | 0,30 | 51,75 | 30,75 | 7,60  | 3,28  | 1,40 | 1,35 | 1,41 | 2,35  | 1,44 | 3,55  |
| 52 | 1780,80 | 0,20 | 40,14 | 36,80 | 9,30  | 5,04  | 1,84 | 1,27 | 1,18 | 4,56  | 1,13 | 2,23  |
| 53 | 1782,85 | 0,30 | 28,72 | 25,90 | 38,10 | 2,85  | 0,89 | 0,32 | 0,5  | 2,56  | 1,05 | 5,24  |
| 54 | 1788,50 | 0,20 | 47,78 | 29,15 | 14,00 | 3,09  | 1,76 | 0,63 | 1,74 | 1,56  | 1,18 | 6,65  |
| 55 | 1866,70 | 0,30 | 49,28 | 30,55 | 8,60  | 3,69  | 1,65 | 1,08 | 2,73 | 2,18  | 1,10 | 5,95  |
| 56 | 1895,95 | 0,40 | 39,36 | 26,59 | 27,06 | 2,5   | 1,91 | 0,46 | 1,32 | 0,72  | 1,02 | 12,32 |
| 57 | 1905,60 | 0,30 | 44,80 | 29,79 | 16,36 | 4,16  | 0,91 | 0,31 | 0,43 | 3,33  | 1,05 | 4,05  |
| 58 | 1915,95 | 0,25 | 48,20 | 33,60 | 9,80  | 2,69  | 1,42 | 0,70 | 1,84 | 1,90  | 0,92 | 12,08 |
| 59 | 1922,25 | 0,55 | 46,40 | 34,00 | 9,50  | 4,12  | 1,51 | 0,78 | 1,84 | 1,51  | 0,97 | 7,75  |
| 60 | 1929,35 | 0,35 | 53,74 | 35,49 | 5,76  | 1,39  | 1,39 | 0,67 | 1,18 | 0,48  | 0,93 | 10,15 |
| 61 | 1941,10 | 0,20 | 49,75 | 36,49 | 5,76  | 2,38  | 1,25 | 0,70 | 1,62 | 1,61  | 1,00 | 3,01  |
| 62 | 1948,20 | 0,40 | 51,15 | 35,00 | 6,20  | 2,38  | 1,53 | 0,78 | 2,16 | 0,79  | 0,81 | 5,68  |
| 63 | 1973,05 | 0,25 | 31,90 | 19,05 | 38,60 | 3,17  | 2,56 | 0,52 | 1,62 | 2,40  | 0,90 | 8,85  |
| 64 | 2003,50 | 0,20 | 53,56 | 34,20 | 5,50  | 1,63  | 1,31 | 0,74 | 2,22 | 0,69  | 0,86 | 9,52  |
| 65 | 2017,60 | 0,35 | 32,18 | 30,55 | 29,40 | 3,96  | 0,86 | 0,36 | 1,03 | 1,60  | 0,76 | 7,03  |
| 66 | 2025,60 | 0,40 | 6,96  | 15,95 | 70,50 | 3,52  | 0,68 | 0,21 | 0,1  | 1,66  | 0,59 | 8,15  |
| 67 | 2043,80 | 0,40 | 16,69 | 18,50 | 53,90 | 4,72  | 1,73 | 0,21 | 0,5  | 3,74  | 0,70 | 7,70  |
| 68 | 2048,00 | 0,20 | 54,60 | 27,34 | 6,96  | 2,98  | 1,88 | 1,74 | 1,98 | 2,16  | 0,74 | 4,31  |

Tabela 31

## Analiza geochemiczna popiołów z węgla

Geochemical analysis of coal ash

| Lp.      | Głębokość spągu pokładu [m] | Miąższość pokładu [m] | W <sup>a</sup> [%] | A <sup>±</sup> <sub>325</sub> [%] | A <sup>d</sup> <sub>325</sub> [%] | Zawartość w popiele niskotemperaturowym<br>Low temperature coal ash content<br>(A <sub>325</sub> °C) [g/t] |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|----------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |                             |                       |                    |                                   |                                   | As   | Ba       | Be       | Br        | Co        | Cr        | Ga        | Ge        | Mn        | Mo        | Nb        | Ni        | Pb        | Rb        | Sr        | Th        | Ti        | U         | V         | Y         | Zn        | Zr        |
| <b>1</b> | <b>2</b>                    | <b>3</b>              | <b>4</b>           | <b>5</b>                          | <b>6</b>                          | <b>7</b>   | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> | <b>21</b> | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> |
| 1        | 226,55                      | 0,35                  | 10,21              | 10,58                             | 11,78                             | 210  | 1500     | 500      | 5         | 90        | 105       | 110       | 35        | 140       | 55        | 12        | 510       | 1290      | 60        | 270       | 20        | 2800      | 0         | 230       | 270       | 1900      | 90        |
| 2        | 289,25                      | 1,65                  | 8,84               | 13,35                             | 14,64                             | 80   | 6700     | 500      | 5         | 25        | 100       | 60        | 5         | 80        | 35        | 8         | 230       | 640       | 60        | 450       | 20        | 3000      | 0         | 230       | 90        | 1000      | 50        |
| 3        | 291,35                      | 1,65                  | 9,16               | 13,29                             | 14,62                             | 0  | 3650     | 110      | 5         | 45        | 60        | 60        | 0         | 1000      | 0         | 23        | 170       | 200       | 30        | 640       | 54        | 4600      | 0         | 80        | 90        | 320       | 270       |
| 4        | 323,50                      | 1,70                  | 9,03               | 9,87                              | 10,85                             | 40   | 4150     | 400      | 5         | 100       | 95        | 65        | 15        | 120       | 15        | 8         | 640       | 590       | 15        | 460       | 25        | 2000      | 15        | 280       | 170       | 3000      | 50        |
| 5        | 348,00                      | 4,15                  | 9,66               | 11,81                             | 13,07                             | 20   | 1300     | 30       | 5         | 65        | 100       | 70        | 5         | 320       | 10        | 14        | 200       | 400       | 160       | 410       | 33        | 5000      | 10        | 280       | 65        | 480       | 130       |
| 6        | 371,05                      | 0,75                  | 9,13               | 10,13                             | 11,23                             | 20   | 1000     | 500      | 5         | 60        | 100       | 105       | 45        | 120       | 15        | 15        | 350       | 580       | 155       | 400       | 93        | 7100      | 25        | 320       | 125       | 410       | 190       |
| 7        | 393,25                      | 1,70                  | 8,84               | 11,98                             | 13,14                             | 50   | 1350     | 50       | 5         | 40        | 160       | 50        | 0         | 360       | 15        | 11        | 210       | 750       | 70        | 570       | 28        | 6900      | 0         | 200       | 100       | 710       | 140       |
| 8        | 454,75                      | 0,55                  | 8,24               | 14,93                             | 16,27                             | 0  | 850      | 110      | 0         | 55        | 130       | 70        | 0         | 160       | 15        | 14        | 300       | 2040      | 185       | 420       | 34        | 5700      | 32        | 200       | 110       | 620       | 100       |
| 9        | 456,40                      | 1,35                  | 7,90               | 10,74                             | 11,66                             | 20   | 850      | 350      | 5         | 60        | 165       | 100       | 20        | 180       | 20        | 14        | 350       | 1150      | 85        | 270       | 32        | 5300      | 21        | 200       | 170       | 2300      | 80        |
| 10       | 562,60                      | 1,60                  | 8,82               | 10,37                             | 11,37                             | 90   | 700      | 100      | 5         | 65        | 150       | 50        | 0         | 120       | 15        | 15        | 260       | 930       | 135       | 220       | 32        | 5400      | 16        | 200       | 125       | 370       | 100       |
| 11       | 799,70                      | 5,00                  | 6,36               | 20,23                             | 21,60                             | 0  | 750      | 15       | 30        | 35        | 110       | 50        | 0         | 1160      | 0         | 24        | 100       | 150       | 135       | 140       | 36        | 7900      | 0         | 110       | 50        | 360       | 330       |
| 12       | 906,50                      | 2,40                  | 7,42               | 9,60                              | 10,37                             | 20   | 750      | 30       | 150       | 90        | 105       | 65        | 0         | 480       | 10        | 24        | 240       | 420       | 100       | 290       | 47        | 7600      | 12        | 170       | 85        | 740       | 310       |
| 13       | 932,10                      | 0,45                  | -                  | -                                 | -                                 | -  | -        | -        | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         |
| 14       | 973,30                      | 1,35                  | 6,62               | 18,84                             | 20,26                             | 0  | 550      | 53       | 52        | 100       | 60        | 85        | 0         | 300       | 0         | 36        | 180       | 1630      | 45        | 160       | 40        | 7300      | 21        | 130       | 70        | 1300      | 400       |
| 15       | 1031,30                     | 0,50                  | 5,81               | 19,17                             | 20,35                             | 0  | 600      | 70       | 34        | 150       | 135       | 80        | 15        | 240       | 0         | 22        | 210       | 1830      | 205       | 140       | 47        | 7900      | 15        | 260       | 65        | 2350      | 200       |
| 16       | 1033,00                     | 1,30                  | 3,58               | 26,90                             | 21,68                             | 0  | 600      | 70       | 50        | 120       | 70        | 65        | 15        | 580       | 0         | 24        | 160       | 590       | 80        | 90        | 42        | 6300      | 10        | 80        | 70        | 2550      | 390       |
| 17       | 1056,30                     | 1,20                  | 5,06               | 8,13                              | 8,56                              | 0  | 500      | 60       | 60        | 210       | 125       | 85        | 65        | 320       | 10        | 28        | 310       | 1890      | 145       | 200       | 47        | 6400      | 10        | 230       | 90        | 3050      | 260       |
| 18       | 1080,65                     | 1,20                  | 5,25               | 21,17                             | 22,34                             | 0  | 600      | 30       | 30        | 90        | 140       | 75        | 0         | 380       | 0         | 30        | 150       | 400       | 165       | 180       | 40        | 9800      | 0         | 250       | 65        | 480       | 320       |

Tabela 31 cd.

|    |         |      |      |       |       |     |      |     |     |     |     |     |     |      |    |    |     |      |     |       |     |       |    |      |     |      |     |
|----|---------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|-----|------|-----|-------|-----|-------|----|------|-----|------|-----|
| 1  | 2       | 3    | 4    | 5     | 6     | 7   | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15   | 16 | 17 | 18  | 19   | 20  | 21    | 22  | 23    | 24 | 25   | 26  | 27   | 28  |
| 19 | 1085,35 | 0,90 | 4,74 | 14,06 | 14,74 | 0   | 650  | 15  | 64  | 120 | 155 | 75  | 0   | 560  | 0  | 28 | 200 | 570  | 140 | 540   | 40  | 9000  | 0  | 290  | 100 | 600  | 230 |
| 20 | 1086,75 | 1,10 | 5,13 | 8,44  | 8,90  | 0   | 600  | 25  | 82  | 240 | 120 | 80  | 40  | 1040 | 0  | 23 | 340 | 600  | 60  | 600   | 46  | 8300  | 10 | 230  | 120 | 2450 | 300 |
| 21 | 1112,60 | 3,10 | 4,83 | 12,71 | 13,35 | 20  | 650  | 15  | 80  | 110 | 160 | 70  | 10  | 760  | 10 | 23 | 220 | 390  | 145 | 1850  | 50  | 9700  | 0  | 260  | 90  | 830  | 310 |
| 22 | 1144,25 | 1,00 | 4,34 | 24,35 | 25,45 | 0   | 850  | 40  | 36  | 155 | 180 | 75  | 10  | 380  | 0  | 23 | 170 | 350  | 230 | 330   | 46  | 9100  | 10 | 280  | 60  | 630  | 230 |
| 23 | 1152,05 | 1,20 | 4,24 | 8,77  | 9,15  | 0   | 600  | 20  | 238 | 240 | 155 | 60  | 0   | 740  | 10 | 14 | 320 | 410  | 55  | 5000  | 32  | 5100  | 0  | 200  | 105 | 420  | 180 |
| 24 | 1184,60 | 3,00 | 4,33 | 8,62  | 9,01  | 0   | 900  | 5   | 292 | 135 | 135 | 70  | 25  | 780  | 10 | 23 | 240 | 190  | 45  | 2000  | 45  | 9000  | 0  | 200  | 80  | 260  | 240 |
| 25 | 1194,10 | 0,55 | 4,08 | 11,73 | 12,23 | 20  | 1300 | 15  | 36  | 370 | 170 | 50  | 25  | 1700 | 10 | 11 | 350 | 380  | 105 | 137   | 25  | 4400  | 0  | 180  | 105 | 930  | 110 |
| 26 | 1205,65 | 0,55 | 4,90 | 9,03  | 9,50  | 120 | 1150 | 50  | 90  | 625 | 215 | 105 | 180 | 100  | 0  | 28 | 440 | 1310 | 95  | 480   | 65  | 10500 | 25 | 400  | 135 | 2850 | 330 |
| 27 | 1265,65 | 1,65 | 4,00 | 7,24  | 7,54  | 0   | 2950 | 15  | 372 | 275 | 90  | 60  | 25  | 540  | 10 | 5  | 400 | 210  | 35  | 10400 | 41  | 5600  | 0  | 150  | 90  | 250  | 200 |
| 28 | 1304,20 | 2,45 | 3,37 | 14,65 | 15,16 | 20  | 700  | 15  | 34  | 100 | 120 | 50  | 10  | 760  | 10 | 22 | 190 | 160  | 120 | 370   | 33  | 5600  | 0  | 150  | 70  | 165  | 180 |
| 29 | 1309,00 | 0,75 | 4,31 | 10,32 | 10,79 | 0   | 850  | 50  | 34  | 285 | 225 | 90  | 50  | 360  | 10 | 32 | 380 | 1560 | 105 | 340   | 61  | 10000 | 15 | 320  | 160 | 360  | 360 |
| 30 | 1326,85 | 0,30 | 3,66 | 4,59  | 4,76  | 20  | 1100 | 35  | 48  | 110 | 165 | 50  | 40  | 940  | 40 | 17 | 220 | 320  | 75  | 700   | 34  | 4400  | 0  | 230  | 225 | 700  | 120 |
| 31 | 1328,75 | 0,90 | 3,61 | 7,43  | 7,70  | 0   | 850  | 50  | 40  | 290 | 120 | 100 | 35  | 460  | 10 | 27 | 320 | 320  | 30  | 460   | 115 | 5600  | 27 | 150  | 185 | 560  | 440 |
| 32 | 1348,35 | 1,20 | 3,50 | 8,78  | 9,10  | 40  | 2300 | 15  | 62  | 115 | 195 | 70  | 15  | 400  | 10 | 22 | 280 | 470  | 80  | 1680  | 43  | 9000  | 0  | 200  | 100 | 530  | 210 |
| 33 | 1363,15 | 1,50 | 3,54 | 10,05 | 10,42 | 20  | 1000 | 20  | 30  | 270 | 215 | 75  | 15  | 480  | 10 | 22 | 400 | 280  | 150 | 2250  | 62  | 7500  | 0  | 300  | 110 | 360  | 220 |
| 34 | 1368,70 | 0,50 | 3,66 | 12,23 | 12,60 | 0   | 1200 | 30  | 22  | 555 | 230 | 70  | 35  | 340  | 10 | 25 | 420 | 640  | 235 | 330   | 38  | 8500  | 0  | 360  | 115 | 470  | 220 |
| 35 | 1373,80 | 0,85 | 2,32 | 12,63 | 12,93 | 0   | 4600 | 20  | 30  | 150 | 95  | 65  | 10  | 640  | 0  | 17 | 230 | 170  | 50  | 6250  | 48  | 6000  | 10 | 120  | 70  | 170  | 280 |
| 36 | 1382,70 | 0,65 | 2,63 | 8,45  | 8,68  | 20  | 1350 | 30  | 44  | 400 | 290 | 75  | 20  | 360  | 10 | 30 | 580 | 250  | 215 | 1200  | 60  | 11700 | 12 | 420  | 140 | 440  | 290 |
| 37 | 1391,40 | 0,70 | 2,32 | 7,76  | 7,94  | 0   | 2850 | 25  | 32  | 360 | 225 | 65  | 20  | 460  | 10 | 25 | 430 | 410  | 75  | 1240  | 63  | 7700  | 20 | 400  | 185 | 250  | 240 |
| 38 | 1418,40 | 2,50 | 2,60 | 7,34  | 7,53  | 0   | 600  | 25  | 30  | 135 | 200 | 85  | 60  | 700  | 10 | 25 | 340 | 430  | 70  | 510   | 58  | 9300  | 19 | 260  | 105 | 260  | 320 |
| 39 | 1425,25 | 0,45 | 2,25 | 25,43 | 20,01 | 0   | 1550 | 45  | 16  | 75  | 355 | 90  | 5   | 140  | 0  | 46 | 250 | 700  | 125 | 190   | 112 | 19800 | 40 | 650  | 160 | 120  | 580 |
| 40 | 1455,30 | 5,80 | 2,38 | 4,12  | 4,22  | 0   | 1800 | 15  | 46  | 255 | 135 | 60  | 45  | 580  | 0  | 22 | 360 | 460  | 30  | 640   | 42  | 8600  | 10 | 130  | 105 | 410  | 220 |
| 41 | 1494,45 | 0,30 | 2,10 | 10,27 | 10,40 | 70  | 3650 | 120 | 24  | 445 | 305 | 115 | 95  | 300  | 35 | 25 | 780 | 730  | 190 | 430   | 40  | 8500  | 51 | 1480 | 200 | 310  | 240 |
| 42 | 1498,45 | 0,60 | 2,07 | 4,56  | 4,65  | 160 | 1500 | 40  | 18  | 140 | 240 | 90  | 50  | 440  | 25 | 20 | 420 | 180  | 225 | 330   | 38  | 8600  | 34 | 920  | 200 | 210  | 240 |
| 43 | 1640,60 | 1,10 | 1,63 | 4,49  | 4,56  | 90  | 950  | 25  | 30  | 35  | 75  | 30  | 0   | 1920 | 10 | 4  | 150 | 130  | 15  | 1790  | 15  | 8200  | 0  | 200  | 100 | 190  | 60  |
| 44 | 1672,90 | 0,15 | 0,70 | 32,41 | 32,64 | 0   | 1000 | 70  | 8   | 295 | 185 | 65  | 15  | 160  | 0  | 22 | 280 | 100  | 145 | 200   | 28  | 10400 | 0  | 170  | 85  | 500  | 380 |

Tabela 31 cd.

|    |         |      |      |       |       |      |      |     |    |      |     |     |     |      |    |    |      |     |     |      |     |       |    |      |     |      |      |
|----|---------|------|------|-------|-------|------|------|-----|----|------|-----|-----|-----|------|----|----|------|-----|-----|------|-----|-------|----|------|-----|------|------|
| 1  | 2       | 3    | 4    | 5     | 6     | 7    | 8    | 9   | 10 | 11   | 12  | 13  | 14  | 15   | 16 | 17 | 18   | 19  | 20  | 21   | 22  | 23    | 24 | 25   | 26  | 27   | 28   |
| 45 | 1681,80 | 0,35 | 0,93 | 33,74 | 34,05 | 0    | 700  | 20  | 10 | 140  | 215 | 85  | 5   | 120  | 0  | 35 | 220  | 100 | 110 | 130  | 31  | 14600 | 10 | 150  | 70  | 220  | 470  |
| 46 | 1687,60 | 0,35 | 1,15 | 8,15  | 8,24  | 150  | 1400 | 230 | 10 | 485  | 340 | 155 | 65  | 220  | 0  | 47 | 450  | 220 | 110 | 760  | 60  | 13900 | 35 | 900  | 205 | 710  | 650  |
| 47 | 1690,90 | 0,15 | 1,34 | 5,21  | 5,28  | 0    | 1050 | 200 | 8  | 615  | 270 | 160 | 90  | 1360 | 0  | 44 | 460  | 180 | 115 | 920  | 28  | 8000  | 15 | 600  | 250 | 400  | 600  |
| 48 | 1694,90 | 0,20 | 1,22 | 18,37 | 18,60 | 0    | 1000 | 75  | 8  | 410  | 235 | 105 | 35  | 240  | 0  | 33 | 410  | 170 | 125 | 490  | 35  | 10700 | 21 | 400  | 140 | 500  | 410  |
| 49 | 1739,00 | 0,30 | 1,01 | 14,23 | 14,37 | 0    | 650  | 50  | 8  | 365  | 355 | 95  | 35  | 180  | 0  | 33 | 250  | 100 | 175 | 420  | 42  | 14900 | 19 | 290  | 140 | 130  | 540  |
| 50 | 1754,25 | 0,30 | 1,19 | 4,12  | 4,17  | 0    | 1000 | 350 | 8  | 665  | 155 | 235 | 95  | 400  | 0  | 47 | 690  | 300 | 35  | 1570 | 115 | 9000  | 37 | 260  | 325 | 85   | 630  |
| 51 | 1760,15 | 0,30 | 1,11 | 2,89  | 2,92  | 0    | 1600 | 360 | 26 | 1000 | 330 | 205 | 340 | 360  | 0  | 50 | 1230 | 270 | 65  | 1520 | 38  | 11000 | 43 | 850  | 415 | 300  | 1030 |
| 52 | 1780,80 | 0,20 | -    | -     | -     | -    | -    | -   | -  | -    | -   | -   | -   | -    | -  | -  | -    | -   | -   | -    | -   | -     | -  | -    | -   | -    | -    |
| 53 | 1782,85 | 0,30 | 1,13 | 4,65  | 4,70  | 200  | 2050 | 330 | 8  | 160  | 340 | 205 | 175 | 240  | 10 | 37 | 690  | 190 | 15  | 3350 | 40  | 11700 | 26 | 630  | 270 | 70   | 350  |
| 54 | 1788,50 | 0,20 | 1,11 | 6,08  | 6,15  | 60   | 1500 | 230 | 0  | 280  | 240 | 235 | 165 | 1020 | 0  | 57 | 600  | 110 | 120 | 1420 | 21  | 10500 | 28 | 310  | 225 | 140  | 470  |
| 55 | 1866,70 | 0,30 | 1,30 | 4,70  | 4,85  | 380  | 1550 | 200 | 14 | 265  | 190 | 200 | 340 | 340  | 0  | 57 | 450  | 210 | 150 | 1760 | 30  | 7600  | 18 | 490  | 200 | 260  | 650  |
| 56 | 1895,95 | 0,40 | 1,21 | 12,22 | 12,37 | 30   | 900  | 80  | 8  | 125  | 155 | 70  | 70  | 2740 | 0  | 20 | 340  | 120 | 65  | 320  | 13  | 7700  | 0  | 260  | 130 | 950  | 210  |
| 57 | 1905,60 | 0,30 | 1,14 | 3,53  | 3,57  | 40   | 1700 | 140 | 10 | 740  | 370 | 160 | 75  | 360  | 0  | 32 | 1200 | 280 | 15  | 3450 | 40  | 10700 | 13 | 760  | 405 | 330  | 780  |
| 58 | 1915,95 | 0,25 | 1,05 | 10,83 | 10,04 | 60   | 1750 | 55  | 16 | 365  | 230 | 110 | 115 | 380  | 0  | 30 | 440  | 250 | 100 | 1720 | 26  | 7300  | 18 | 500  | 260 | 1350 | 340  |
| 59 | 1922,25 | 0,55 | 1,11 | 8,01  | 8,10  | 20   | 2000 | 50  | 28 | 265  | 215 | 105 | 40  | 1300 | 0  | 23 | 420  | 170 | 105 | 4100 | 26  | 8400  | 10 | 420  | 235 | 410  | 270  |
| 60 | 1929,35 | 0,35 | 1,13 | 9,17  | 9,27  | 0    | 1150 | 90  | 6  | 260  | 210 | 110 | 100 | 280  | 0  | 28 | 340  | 180 | 55  | 2100 | 15  | 9800  | 10 | 250  | 140 | 120  | 560  |
| 61 | 1941,10 | 0,20 | 0,88 | 2,54  | 2,56  | 20   | 950  | 500 | 10 | 1000 | 270 | 725 | 925 | 300  | 0  | 35 | 1300 | 310 | 85  | 1300 | 38  | 8100  | 30 | 1010 | 670 | 610  | 380  |
| 62 | 1948,20 | 0,40 | 0,67 | 5,39  | 5,43  | 0    | 1350 | 100 | 6  | 1000 | 270 | 145 | 70  | 420  | 0  | 30 | 550  | 340 | 125 | 1550 | 37  | 11300 | 10 | 500  | 235 | 450  | 490  |
| 63 | 1973,05 | 0,25 | 0,59 | 7,58  | 7,62  | 0    | 950  | 180 | 8  | 225  | 190 | 100 | 100 | 4800 | 0  | 23 | 530  | 160 | 70  | 360  | 13  | 6700  | 0  | 500  | 145 | 530  | 430  |
| 64 | 2003,50 | 0,20 | -    | -     | -     | -    | -    | -   | -  | -    | -   | -   | -   | -    | -  | -  | -    | -   | -   | -    | -   | -     | -  | -    | -   | -    | -    |
| 65 | 2017,60 | 0,35 | 1,13 | 6,59  | 6,66  | 620  | 2500 | 100 | 10 | 25   | 160 | 175 | 230 | 260  | 10 | 25 | 100  | 140 | 45  | 7400 | 26  | 8900  | 16 | 600  | 155 | 100  | 100  |
| 66 | 2025,60 | 0,40 | 1,20 | 7,22  | 7,31  | 3280 | 1350 | 230 | 16 | 30   | 40  | 60  | 0   | 260  | 0  | 90 | 60   | 170 | 0   | 5900 | 15  | 2100  | 72 | 50   | 160 | 50   | 100  |
| 67 | 2043,80 | 0,40 | 1,26 | 6,34  | 6,42  | 130  | 1100 | 120 | 12 | 95   | 140 | 85  | 50  | 3220 | 10 | 18 | 300  | 140 | 22  | 660  | 18  | 6200  | 12 | 330  | 135 | 110  | 80   |
| 68 | 2048,00 | 0,20 | 1,16 | 3,88  | 3,92  | 0    | 1150 | 200 | 5  | 930  | 170 | 150 | 80  | 960  | 0  | 37 | 520  | 200 | 100 | 1160 | 40  | 9600  | 10 | 290  | 285 | 100  | 330  |

**Analiza geochemiczna węgla**  
Geochemical analysis of coal ash

| Lp. | Głęb. spągu pokładu<br>Depth of base of coal bed [m] | Miaższość<br>Thickness [m] | Si   | Al   | Fe   | Ca   | Mg   | Na   | K    | St   | Sc   | SA   | Sp   | P    | Cl    | F   | As | Ba  |
|-----|--|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|----|-----|
|     |  |                            | [%]  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |     |    |     |
| 1   | 2  | 3                          | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16    | 17  | 18 | 19  |
| 1   | 226,55   | 0,35                       | 1,47 | 1,20 | 3,99 | 0,70 | 0,20 | 0,04 | 0,13 | 3,92 | 3,83 | 0,09 | 4,15 | 17   | 140   | 0   | 25 | 177 |
| 2   | 289,25   | 1,65                       | 0,98 | 1,16 | 5,12 | 0,48 | 0,15 | 0,05 | 0,09 | 4,82 | 4,71 | 0,14 | 5,92 | 16   | 230   | 43  | 12 | 981 |
| 3   | 291,35   | 1,65                       | 2,68 | 2,68 | 2,14 | 0,61 | 0,17 | 0,08 | 0,22 | 2,47 | 2,25 | 0,22 | 1,04 | 33   | 290   | 0   | 0  | 534 |
| 4   | 323,50   | 1,70                       | 0,77 | 0,99 | 3,56 | 0,43 | 0,11 | 0,23 | 0,30 | 3,81 | 3,59 | 0,22 | 3,99 | 16   | 140   | 0   | 4  | 450 |
| 5   | 348,00   | 4,15                       | 1,56 | 1,71 | 3,14 | 0,44 | 0,16 | 0,22 | 0,20 | 3,64 | 3,35 | 0,29 | 3,41 | 22   | 170   | 64  | 0  | 170 |
| 6   | 371,05   | 0,75                       | 1,60 | 1,60 | 2,02 | 0,36 | 0,12 | 0,23 | 0,17 | 2,45 | 2,33 | 0,12 | 2,20 | 22   | 230   | 54  | 2  | 112 |
| 7   | 393,25   | 1,70                       | 1,57 | 1,50 | 3,49 | 0,43 | 0,13 | 0,24 | 0,13 | 3,74 | 3,65 | 0,09 | 3,60 | 153  | 260   | 53  | 6  | 177 |
| 8   | 454,75   | 0,55                       | 2,67 | 2,38 | 3,67 | 0,31 | 0,14 | 0,23 | 0,28 | 4,18 | 4,04 | 0,14 | 3,97 | 65   | 1290  | 54  | 0  | 138 |
| 9   | 456,40   | 1,35                       | 1,26 | 1,40 | 3,60 | 0,28 | 0,11 | 0,22 | 0,13 | 4,46 | 4,24 | 0,22 | 4,10 | 32   | 1350  | 0   | 0  | 99  |
| 10  | 562,60   | 1,60                       | 2,07 | 1,53 | 2,55 | 0,22 | 0,12 | 0,32 | 0,19 | 2,80 | 2,71 | 0,09 | 2,67 | 22   | 3880  | 42  | 10 | 80  |
| 11  | 799,70   | 5,00                       | 5,50 | 2,99 | 1,43 | 0,96 | 0,37 | 0,39 | 0,44 | 1,04 | 0,78 | 0,26 | 0,77 | 48   | 6950  | 73  | 0  | 162 |
| 12  | 906,50   | 2,40                       | 1,79 | 1,60 | 0,97 | 0,31 | 0,30 | 0,45 | 0,04 | 1,23 | 0,90 | 0,33 | 0,63 | 32   | 9540  | 42  | 2  | 78  |
| 13  | 932,10   | 0,45                       | 4,12 | 3,16 | 0,80 | 0,18 | 0,20 | 0,44 | 0,32 | 1,04 | 0,95 | 0,09 | 0,42 | –    | 8160  | –   | –  | –   |
| 14  | 973,30   | 1,35                       | 4,40 | 3,92 | 0,87 | 0,32 | 0,22 | 0,35 | 0,13 | 0,70 | 0,58 | 0,12 | 0,54 | 64   | 8330  | 63  | 0  | 111 |
| 15  | 1031,30  | 0,50                       | 5,14 | 3,71 | 1,03 | 0,40 | 0,36 | 0,44 | 0,46 | 1,22 | 1,11 | 0,11 | 0,64 | 42   | 8610  | 84  | 0  | 122 |
| 16  | 1033,00  | 1,30                       | 6,35 | 3,76 | 1,21 | 0,59 | 0,50 | 0,28 | 0,45 | 1,04 | 0,78 | 0,26 | 0,68 | 21   | 6060  | 63  | 0  | 130 |
| 17  | 1056,30  | 1,20                       | 1,93 | 1,58 | 0,76 | 0,35 | 0,24 | 0,46 | 0,18 | 1,28 | 1,17 | 0,11 | 0,51 | 21   | 9520  | 53  | 0  | 43  |
| 18  | 1080,65  | 1,20                       | 5,53 | 4,65 | 0,74 | 0,43 | 0,36 | 0,35 | 0,37 | 0,87 | 0,73 | 0,14 | 0,31 | 53   | 8670  | 105 | 0  | 134 |
| 19  | 1085,35  | 0,90                       | 3,00 | 2,56 | 0,51 | 0,58 | 0,31 | 0,40 | 0,26 | 0,84 | 0,64 | 0,20 | 0,17 | 304  | 8740  | 126 | 0  | 96  |
| 20  | 1086,75  | 1,10                       | 1,46 | 1,47 | 0,60 | 0,54 | 0,36 | 0,46 | 0,10 | 0,67 | 0,56 | 0,11 | 0,28 | 169  | 9220  | 63  | 0  | 44  |
| 21  | 1112,60  | 3,10                       | 2,45 | 2,51 | 0,61 | 0,65 | 0,38 | 0,42 | 0,24 | 0,64 | 0,53 | 0,11 | 0,25 | 499  | 9260  | 105 | 0  | 87  |
| 22  | 1144,25  | 1,00                       | 6,06 | 4,93 | 0,84 | 0,51 | 0,36 | 0,30 | 0,47 | 0,83 | 0,70 | 0,13 | 0,42 | 115  | 6810  | 126 | 0  | 216 |
| 23  | 1152,05  | 1,20                       | 1,21 | 1,65 | 0,34 | 1,08 | 0,29 | 0,28 | 0,09 | 0,49 | 0,37 | 0,12 | 0,08 | 1921 | 8080  | 199 | 0  | 55  |
| 24  | 1184,60  | 3,00                       | 1,35 | 1,36 | 0,47 | 0,69 | 0,31 | 0,38 | 0,10 | 0,48 | 0,37 | 0,11 | 0,17 | 617  | 9160  | 95  | 0  | 81  |
| 25  | 1194,10  | 0,55                       | 2,14 | 1,68 | 1,01 | 0,81 | 0,37 | 0,28 | 0,20 | 0,79 | 0,63 | 0,16 | 0,62 | 651  | 7370  | 158 | 0  | 159 |
| 26  | 1205,65  | 0,55                       | 2,30 | 2,08 | 0,73 | 0,11 | 0,11 | 0,45 | 0,15 | 1,09 | 0,92 | 0,17 | 1,06 | 58   | 10040 | 43  | 11 | 109 |
| 27  | 1265,65  | 1,65                       | 1,08 | 1,60 | 0,34 | 0,75 | 0,17 | 0,27 | 0,07 | 0,53 | 0,40 | 0,13 | 0,11 | 2292 | 6400  | 205 | 0  | 222 |
| 28  | 1304,20  | 2,45                       | 2,37 | 1,61 | 0,69 | 0,86 | 0,45 | 0,19 | 0,15 | 0,60 | 0,38 | 0,22 | 0,16 | 155  | 5900  | 73  | 0  | 106 |
| 29  | 1309,00  | 0,75                       | 2,50 | 2,29 | 0,36 | 0,29 | 0,17 | 0,21 | 0,15 | 0,58 | 0,47 | 0,11 | 0,11 | 73   | 6200  | 51  | 0  | 52  |
| 30  | 1326,85  | 0,30                       | 0,74 | 0,82 | 0,33 | 0,41 | 0,20 | 0,12 | 0,05 | 0,69 | 0,57 | 0,12 | 0,10 | 42   | 5220  | 0   | 0  | 52  |
| 31  | 1328,75  | 0,90                       | 1,41 | 1,42 | 0,35 | 0,51 | 0,21 | 0,15 | 0,05 | 0,60 | 0,49 | 0,11 | 0,12 | 52   | 5550  | 0   | 0  | 65  |
| 32  | 1348,35  | 1,20                       | 1,30 | 1,44 | 0,45 | 0,53 | 0,24 | 0,11 | 0,10 | 0,89 | 0,77 | 0,12 | 0,25 | 373  | 4630  | 72  | 4  | 209 |
| 33  | 1363,15  | 1,50                       | 1,58 | 1,75 | 0,34 | 0,34 | 0,18 | 0,13 | 0,15 | 0,78 | 0,67 | 0,11 | 0,14 | 492  | 4950  | 112 | 0  | 118 |
| 34  | 1368,70  | 0,50                       | 3,56 | 2,68 | 0,36 | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,26 | 0,52 | 0,42 | 0,10 | 0,04 | 83   | 4780  | 82  | 0  | 152 |
| 35  | 1373,80  | 0,85                       | 1,96 | 2,17 | 0,42 | 1,04 | 0,19 | 0,20 | 0,09 | 0,46 | 0,30 | 0,16 | 0,06 | 3685 | 6320  | 523 | 0  | 595 |
| 36  | 1382,70  | 0,65                       | 2,58 | 2,31 | 0,55 | 0,29 | 0,18 | 0,12 | 0,25 | 0,77 | 0,67 | 0,10 | 0,25 | 339  | 4300  | 92  | 0  | 117 |
| 37  | 1391,40  | 0,70                       | 1,32 | 1,36 | 0,35 | 0,37 | 0,16 | 0,10 | 0,08 | 0,61 | 0,50 | 0,11 | 0,15 | 281  | 3590  | 71  | 0  | 226 |
| 38  | 1418,40  | 2,50                       | 1,64 | 1,50 | 0,44 | 0,25 | 0,13 | 0,16 | 0,12 | 0,71 | 0,61 | 0,10 | 0,23 | 97   | 6020  | 0   | 0  | 45  |
| 39  | 1425,25  | 0,45                       | 5,21 | 5,10 | 0,50 | 0,22 | 0,13 | 0,16 | 0,30 | 0,65 | 0,54 | 0,11 | 0,15 | 77   | 4770  | 123 | 0  | 403 |

Tabela 32

(zawartość pierwiastków w węglu suchym)

(element content in dry coal)

| Be    | Br   | Co | Cr | Ga | Ge   | Mn  | Mo  | Nb   | Ni | Pb  | Rb | Sr  | Th   | Ti   | U    | V   | Y  | Zn  | Zr  |
|-------|------|----|----|----|------|-----|-----|------|----|-----|----|-----|------|------|------|-----|----|-----|-----|
| [g/t] |      |    |    |    |      |     |     |      |    |     |    |     |      |      |      |     |    |     |     |
| 20    | 21   | 22 | 23 | 24 | 25   | 26  | 27  | 28   | 29 | 30  | 31 | 32  | 33   | 34   | 35   | 36  | 37 | 38  | 39  |
| 59    | 0,0  | 11 | 12 | 13 | 4,0  | 16  | 6,0 | 1,5  | 60 | 152 | 7  | 32  | 2,5  | 330  | 0,0  | 27  | 32 | 224 | 11  |
| 73    | 0,0  | 4  | 15 | 9  | 0,0  | 12  | 5,0 | 1,0  | 34 | 94  | 9  | 66  | 3,0  | 439  | 0,0  | 34  | 13 | 234 | 7   |
| 16    | 0,0  | 6  | 9  | 9  | 0,0  | 146 | 0,0 | 3,0  | 25 | 42  | 3  | 93  | 8,0  | 622  | 0,0  | 12  | 13 | 47  | 39  |
| 43    | 0,0  | 11 | 10 | 7  | 1,5  | 13  | 1,5 | 0,5  | 69 | 64  | 2  | 50  | 2,5  | 217  | 1,5  | 30  | 18 | 651 | 5   |
| 4     | 0,0  | 8  | 25 | 9  | 0,5  | 42  | 1,5 | 2,0  | 26 | 52  | 21 | 53  | 4,0  | 771  | 0,0  | 36  | 8  | 63  | 17  |
| 56    | 0,0  | 7  | 21 | 12 | 5,0  | 13  | 1,5 | 1,5  | 28 | 65  | 17 | 45  | 1 0  | 797  | 3,0  | 36  | 14 | 46  | 21  |
| 7     | 0,0  | 5  | 21 | 6  | 0,0  | 47  | 2,0 | 1,5  | 27 | 98  | 9  | 75  | 4,0  | 775  | 0,0  | 26  | 13 | 93  | 18  |
| 18    | 0,0  | 9  | 21 | 11 | 0,0  | 26  | 2,5 | 2,5  | 49 | 332 | 30 | 68  | 5,0  | 927  | 3,5  | 32  | 18 | 101 | 16  |
| 41    | 0,0  | 7  | 19 | 12 | 2,5  | 21  | 2,5 | 1,5  | 41 | 134 | 10 | 31  | 4,0  | 618  | 2,5  | 34  | 20 | 326 | 9   |
| 11    | 0,0  | 7  | 17 | 6  | 0,0  | 14  | 1,5 | 1,5  | 30 | 106 | 15 | 25  | 4,0  | 614  | 1,5  | 23  | 14 | 42  | 11  |
| 3     | 8,0  | 8  | 24 | 11 | 0,0  | 25  | 0,0 | 5,0  | 22 | 32  | 29 | 30  | 8,0  | 1706 | 0,0  | 24  | 11 | 78  | 71  |
| 3     | 15,0 | 9  | 11 | 7  | 0,0  | 48  | 0,0 | 2,5  | 25 | 43  | 10 | 30  | 5,0  | 788  | 1,0  | 18  | 9  | 77  | 32  |
| -     | -    | -  | -  | -  | -    | -   | -   | -    | -  | -   | -  | -   | -    | -    | -    | -   | -  | -   | -   |
| 11    | 10,0 | 20 | 12 | 17 | 0,0  | 61  | 0,0 | 7,0  | 32 | 209 | 9  | 32  | 8,0  | 1479 | 4,0  | 26  | 14 | 263 | 81  |
| 14    | 7,0  | 30 | 27 | 16 | 3,0  | 49  | 0,0 | 4,0  | 43 | 372 | 42 | 28  | 10,0 | 1608 | 3,0  | 53  | 13 | 478 | 41  |
| 15    | 11,0 | 26 | 15 | 14 | 3,0  | 126 | 0,0 | 5,0  | 35 | 128 | 17 | 20  | 9,0  | 1366 | 0,0  | 17  | 15 | 553 | 84  |
| 4     | 5,0  | 18 | 11 | 7  | 6,0  | 27  | 0,0 | 2,5  | 26 | 162 | 12 | 17  | 4,0  | 548  | 1,5  | 20  | 8  | 261 | 22  |
| 7     | 8,0  | 20 | 31 | 17 | 0,0  | 85  | 0,0 | 7,0  | 33 | 89  | 37 | 40  | 11,0 | 2189 | 0,0  | 56  | 14 | 107 | 71  |
| 2     | 9,0  | 18 | 23 | 11 | 0,0  | 83  | 0,0 | 4,0  | 30 | 84  | 21 | 80  | 7,0  | 1328 | 0,0  | 43  | 15 | 88  | 41  |
| 2     | 7,0  | 21 | 11 | 7  | 3,5  | 92  | 0,0 | 2,0  | 30 | 53  | 5  | 53  | 4,0  | 739  | 0,0  | 20  | 11 | 218 | 27  |
| 2     | 11,0 | 15 | 21 | 9  | 1,5  | 101 | 0,0 | 3,0  | 29 | 52  | 19 | 140 | 7,0  | 1295 | 0,0  | 35  | 12 | 0   | 41  |
| 10    | 9,0  | 39 | 46 | 19 | 2,5  | 71  | 0,0 | 6,0  | 43 | 89  | 58 | 84  | 12,0 | 2316 | 0,0  | 71  | 15 | 160 | 58  |
| 2     | 22,0 | 22 | 14 | 5  | 0,0  | 68  | 0,0 | 1,0  | 29 | 38  | 5  | 458 | 3,0  | 467  | 0,0  | 18  | 10 | 38  | 16  |
| 1     | 26,0 | 12 | 12 | 6  | 2,0  | 70  | 0,0 | 2,0  | 22 | 17  | 6  | 180 | 4,0  | 811  | 0,0  | 18  | 7  | 23  | 22  |
| 2     | 4,0  | 45 | 21 | 6  | 3,0  | 209 | 1,0 | 1,5  | 43 | 46  | 13 | 167 | 3,0  | 538  | 0,0  | 22  | 13 | 114 | 13  |
| 5     | 8,0  | 59 | 20 | 10 | 17,0 | 10  | 0,0 | 2,5  | 42 | 124 | 9  | 46  | 6,0  | 997  | 2,5  | 38  | 13 | 271 | 31  |
| 1     | 28,0 | 21 | 7  | 4  | 2,0  | 41  | 0,0 | 0,5  | 30 | 16  | 2  | 784 | 3,0  | 422  | 0,0  | 11  | 7  | 19  | 15  |
| 2     | 5,0  | 15 | 18 | 8  | 1,5  | 115 | 1,5 | 3,5  | 29 | 24  | 18 | 51  | 5,0  | 849  | 0,0  | 23  | 11 | 25  | 27  |
| 5     | 4,0  | 31 | 24 | 10 | 5,0  | 39  | 0,0 | 3,5  | 41 | 168 | 11 | 37  | 7,0  | 1078 | 1,5  | 34  | 17 | 38  | 39  |
| 2     | 2,0  | 5  | 8  |    | 2,0  | 45  | 2,0 | 1,0  | 10 | 15  | 4  | 33  | 1,5  | 209  | 0,0  | 11  | 11 | 38  | 6   |
| 4     | 2,0  | 22 | 9  | 8  | 2,5  | 35  | 0,0 | 2,0  | 25 | 25  | 2  | 35  | 9,0  | 431  | 2,0  | 12  | 14 | 43  | 34  |
| 1     | 6,0  | 10 | 18 | 6  | 1,5  | 36  | 1,0 | 2,0  | 25 | 43  | 7  | 153 | 7,0  | 819  | 0,0  | 26  | 9  | 48  | 19  |
| 2     | 3,0  | 28 | 22 | 8  | 1,5  | 50  | 1,0 | 2,0  | 42 | 20  | 16 | 234 | 6,0  | 782  | 0,0  | 38  | 11 | 27  | 23  |
| 4     | 3,0  | 70 | 29 | 9  | 4,0  | 43  | 0,0 | 3,0  | 53 | 81  | 30 | 42  | 5,0  | 1079 | 0,0  | 46  | 14 | 60  | 28  |
| 3     | 4,0  | 19 | 12 | 8  | 1,0  | 83  | 0,0 | 2,0  | 30 | 22  | 6  | 808 | 6,0  | 776  | 0,0  | 15  | 9  | 22  | 36  |
| 3     | 4,0  | 35 | 25 | 6  | 1,5  | 31  | 1,0 | 2,5  | 50 | 22  | 19 | 104 | 5,0  | 1016 | 1,0  | 36  | 12 | 38  | 25  |
| 2     | 25,0 | 28 | 18 | 5  | 1,5  | 36  | 0,0 | 2,0  | 3  | 32  | 6  | 98  | 5,0  | 611  | 1,5  | 32  | 15 | 20  | 19  |
| 2     | 2,0  | 10 | 15 | 6  | 4,0  | 53  | 0,0 | 2,0  | 25 | 32  | 5  | 38  | 4,0  | 700  | 1,5  | 20  | 8  | 20  | 24  |
| 12    | 4,0  | 20 | 92 | 23 | 1,5  | 36  | 0,0 | 12,0 | 65 | 182 | 32 | 49  | 29,0 | 4912 | 10,0 | 169 | 42 | 31  | 151 |

| 1  | 2       | 3    | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15  | 16   | 17  | 18  | 19  |
|----|---------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 40 | 1455,30 | 5,80 | 2,11  | 2,05 | 0,35 | 0,24 | 0,13 | 0,22 | 0,12 | 0,40 | 0,28 | 0,12 | 0,07 | 20  | 6100 | 0   | 0   | 76  |
| 41 | 1494,45 | 0,30 | 2,08  | 1,92 | 0,75 | 0,21 | 0,15 | 0,14 | 0,21 | 1,38 | 1,28 | 0,10 | 0,61 | 56  | 4600 | 81  | 7   | 383 |
| 42 | 1498,45 | 0,60 | 2,76  | 1,97 | 0,68 | 0,17 | 0,14 | 0,13 | 0,27 | 1,15 | 1,03 | 0,12 | 0,42 | 36  | 4600 | 71  | 7   | 70  |
| 43 | 1640,60 | 1,10 | 0,29  | 0,33 | 0,87 | 0,49 | 0,19 | 0,07 | 0,02 | 1,87 | 1,60 | 0,27 | 0,95 | 25  | 2240 | 0   | 4   | 43  |
| 44 | 1672,90 | 0,15 | 11,53 | 5,24 | 0,91 | 0,19 | 0,24 | 0,08 | 0,62 | 0,61 | 0,50 | 0,11 | 0,21 | 40  | 800  | 122 | 0   | 620 |
| 45 | 1681,80 | 0,35 | 9,40  | 5,91 | 0,76 | 0,13 | 0,18 | 0,07 | 0,44 | 0,57 | 0,50 | 0,07 | 0,18 | 50  | 1220 | 131 | 0   | 238 |
| 46 | 1687,60 | 0,35 | 2,60  | 1,68 | 0,42 | 0,13 | 0,07 | 0,05 | 0,15 | 0,65 | 0,57 | 0,08 | 0,21 | 20  | 1980 | 51  | 12  | 115 |
| 47 | 1690,90 | 0,15 | 1,81  | 1,20 | 0,47 | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 0,62 | 0,54 | 0,08 | 0,04 | 25  | 2150 | 41  | 0   | 55  |
| 48 | 1694,90 | 0,20 | 5,12  | 3,57 | 0,60 | 0,18 | 0,16 | 0,08 | 0,31 | 0,57 | 0,49 | 0,08 | 0,09 | 116 | 1680 | 102 | 0   | 186 |
| 49 | 1739,00 | 0,30 | 5,53  | 2,73 | 0,37 | 0,16 | 0,11 | 0,07 | 0,43 | 0,46 | 0,38 | 0,08 | 0,04 | 15  | 1500 | 71  | 0   | 93  |
| 50 | 1754,25 | 0,30 | 1,05  | 0,97 | 0,17 | 0,11 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,65 | 0,57 | 0,08 | 0,06 | 20  | 1000 | 0   | 0   | 67  |
| 51 | 1760,15 | 0,30 | 0,87  | 0,59 | 0,19 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,57 | 0,49 | 0,08 | 0,07 | 10  | 1800 | 41  | 0   | 47  |
| 52 | 1780,80 | 0,20 | 0,42  | 0,44 | 0,15 | 0,08 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,65 | 0,57 | 0,08 | 0,03 | –   | 1010 | 41  | –   | –   |
| 53 | 1782,85 | 0,30 | 0,71  | 0,72 | 1,41 | 0,11 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 2,06 | 1,94 | 0,12 | 1,46 | 172 | 940  | 61  | 9   | 96  |
| 54 | 1788,50 | 0,20 | 1,50  | 1,04 | 0,66 | 0,15 | 0,07 | 0,03 | 0,10 | 0,94 | 0,84 | 0,10 | 0,39 | 30  | 730  | 71  | 4   | 92  |
| 55 | 1866,70 | 0,30 | 1,39  | 0,97 | 0,36 | 0,16 | 0,08 | 0,05 | 0,14 | 0,64 | 0,44 | 0,20 | 0,17 | 122 | 360  | 81  | 18  | 75  |
| 56 | 1895,95 | 0,40 | 2,20  | 1,75 | 2,36 | 0,22 | 0,14 | 0,04 | 0,14 | 0,68 | 0,55 | 0,13 | 0,13 | 91  | 390  | 61  | 0   | 111 |
| 57 | 1905,60 | 0,30 | 0,86  | 0,64 | 0,47 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,75 | 0,63 | 0,12 | 0,36 | 116 | 390  | 71  | 2   | 61  |
| 58 | 1915,95 | 0,25 | 2,74  | 2,17 | 0,83 | 0,23 | 0,10 | 0,06 | 0,19 | 0,67 | 0,56 | 0,11 | 0,30 | 84  | 420  | 81  | 6   | 191 |
| 59 | 1922,25 | 0,55 | 1,70  | 1,41 | 0,52 | 0,23 | 0,07 | 0,05 | 0,12 | 0,52 | 0,40 | 0,12 | 0,05 | 521 | 360  | 101 | 0   | 162 |
| 60 | 1929,35 | 0,35 | 2,57  | 1,92 | 0,41 | 0,10 | 0,09 | 0,05 | 0,10 | 0,69 | 0,58 | 0,11 | 0,10 | 202 | 420  | 71  | 0   | 107 |
| 61 | 1941,10 | 0,20 | 0,71  | 0,59 | 0,12 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,68 | 0,55 | 0,13 | 0,03 | 35  | 180  | 0   | 0   | 24  |
| 62 | 1948,20 | 0,40 | 1,37  | 1,06 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,03 | 0,10 | 0,51 | 0,40 | 0,11 | 0,05 | 96  | 240  | 0   | 0   | 68  |
| 63 | 1973,05 | 0,25 | 1,33  | 0,90 | 2,41 | 0,20 | 0,14 | 0,03 | 0,12 | 0,56 | 0,45 | 0,11 | 0,05 | 25  | 480  | 40  | 0   | 72  |
| 64 | 2003,50 | 0,20 | 2,40  | 1,74 | 0,37 | 0,11 | 0,08 | 0,05 | 0,18 | 0,59 | 0,40 | 0,39 | 0,06 | –   | 480  | 71  | –   | –   |
| 65 | 2017,60 | 0,35 | 1,06  | 1,14 | 1,47 | 0,20 | 0,04 | 0,02 | 0,06 | 2,11 | 1,99 | 0,12 | 1,43 | 784 | 240  | 131 | 41  | 166 |
| 66 | 2025,60 | 0,40 | 0,27  | 0,69 | 4,04 | 0,21 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 4,57 | 1,43 | 0,14 | 4,33 | 764 | 300  | 121 | 167 | 142 |
| 67 | 2043,80 | 0,40 | 0,60  | 0,76 | 2,92 | 0,26 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 2,12 | 1,99 | 0,13 | 1,36 | 46  | 450  | 40  | 9   | 71  |
| 68 | 2048,00 | 0,20 | 1,11  | 0,63 | 0,21 | 0,09 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,53 | 0,42 | 0,11 | 0,02 | 20  | 300  | 7   | 8   | 45  |

składników: w tabeli 33 – w węglu z pokładów bilansowych i jego popiołów, w tabeli 34 – w popiołach całego przeanalizowanego węgla, w tabeli 35 – w całym przeanalizowanym węglu. W tabeli 36 zestawiono wartości współczynników geochemicznych dotyczących substancji mineralnej węgla oraz obliczenia zawartości pirytu w węglu.

Na figurach 18A, B przedstawiono charakterystykę geochemiczną przeanalizowanego węgla, a na figurze 19 – wybrane zależności korelacyjne poszczególnych składników geochemicznych węgla.

### Charakterystyka geochemiczna węgla

W profilu otworu wiertniczego Chełmek IG 1 utwory karbonu węglonośnego występują na głęb. 50,00–2145,80 m, w tym do:

- 393,25 m – warstwy libiąskie (krakowska seria piaskowcowa), z których przeanalizowano 7 próbek węgla;
- 1143,25 m – warstwy łąziskie (krakowska seria piaskowcowa) – 14 próbek węgla;
- 1431,35 m – warstwy orzeskie s.s.+ załęskie (seria mułowcowa) – 18 próbek węgla;
- 1455,30 m – warstwy rudzkie s.s. (górnoląska seria piaskowcowa) – 1 próbka węgla;
- 1573,20 m – warstwy grodzieckie (seria paraliczna) – 2 próbki węgla;
- 2070,20 m – warstwy florowskie (seria paraliczna) – 26 próbek węgla;
- 2145,80 m – warstwy sarnowskie (seria paraliczna) – nie analizowano geochemicznie żadnych próbek węgla (w 2 próbkach oznaczono zawartość siarki).

Tabela 32 cd.

| 20 | 21  | 22 | 23 | 24 | 25   | 26  | 27  | 28   | 29 | 30 | 31 | 32  | 33   | 34   | 35  | 36  | 37 | 38  | 39  |
|----|-----|----|----|----|------|-----|-----|------|----|----|----|-----|------|------|-----|-----|----|-----|-----|
| 1  | 2,0 | 11 | 6  | 2  | 2,0  | 24  | 0,0 | 1,0  | 15 | 17 | 1  | 27  | 1,5  | 363  | 0,0 | 5   | 4  | 17  | 9   |
| 13 | 2,5 | 47 | 32 | 12 | 10,0 | 31  | 4,0 | 2,5  | 82 | 76 | 20 | 45  | 5,0  | 892  | 5,0 | 155 | 30 | 32  | 25  |
| 2  | 1,0 | 6  | 11 | 4  | 2,5  | 20  | 1,0 | 1,0  | 20 | 8  | 10 | 15  | 2,0  | 400  | 1,5 | 43  | 9  | 10  | 11  |
| 1  | 1,5 | 2  | 3  | 2  | 0,0  | 87  | 0,5 | 0,2  | 7  | 6  | 1  | 82  | 0,5  | 100  | 0,0 | 9   | 4  | 9   | 3   |
| 23 | 2,5 | 96 | 60 | 21 | 5,0  | 52  | 0,0 | 7,0  | 91 | 33 | 47 | 65  | 9,0  | 3394 | 0,0 | 55  | 28 | 163 | 12  |
| 7  | 3,5 | 48 | 73 | 29 | 0,0  | 41  | 0,0 | 12,0 | 75 | 34 | 37 | 44  | 10,0 | 4971 | 0,0 | 51  | 24 | 75  | 160 |
| 19 | 1,0 | 40 | 28 | 13 | 5,0  | 18  | 0,0 | 4,0  | 37 | 18 | 9  | 64  | 5,0  | 1145 | 3,0 | 74  | 24 | 58  | 53  |
| 10 | 0,5 | 32 | 14 | 8  | 5,0  | 72  | 0,0 | 2,5  | 24 | 9  | 6  | 48  | 1,5  | 470  | 1,0 | 32  | 13 | 21  | 31  |
| 14 | 1,5 | 76 | 44 | 19 | 6,0  | 45  | 0,0 | 6,0  | 76 | 32 | 23 | 91  | 6,0  | 1990 | 4,0 | 74  | 26 | 93  | 76  |
| 7  | 1,0 | 52 | 37 | 14 | 5,0  | 26  | 0,0 | 5,0  | 36 | 14 | 25 | 60  | 6,0  | 2141 | 2,5 | 42  | 20 | 19  | 78  |
| 15 | 0,5 | 28 | 6  | 10 | 4,0  | 17  | 0,0 | 2,0  | 29 | 12 | 2  | 65  | 5,0  | 375  | 1,5 | 11  | 13 | 4   | 26  |
| 11 | 1,0 | 29 | 10 | 6  | 10,0 | 10  | 0,0 | 1,5  | 36 | 8  | 2  | 44  | 1,0  | 321  | 1,0 | 25  | 12 | 9   | 30  |
| –  | –   | –  | –  | –  | –    | –   | –   | –    | –  | –  | –  | –   | –    | –    | –   | –   | –  | –   | –   |
| 16 | 0,5 | 7  | 16 | 10 | 8,0  | 11  | 0,0 | 1,5  | 32 | 9  | 1  | 157 | 2,0  | 550  | 1,0 | 39  | 13 | 3   | 16  |
| 14 | 0,5 | 17 | 15 | 14 | 10,0 | 63  | 0,0 | 3,5  | 37 | 7  | 7  | 87  | 1,5  | 646  | 1,5 | 19  | 14 | 9   | 29  |
| 10 | 0,5 | 13 | 9  | 10 | 16,0 | 16  | 0,0 | 2,5  | 22 | 10 | 7  | 85  | 1,5  | 369  | 1,0 | 24  | 14 | 13  | 32  |
| 6  | 1,0 | 15 | 19 | 8  | 8,0  | 339 | 0,0 | 2,5  | 42 | 15 | 8  | 40  | 1,5  | 952  | 0,0 | 32  | 16 | 117 | 26  |
| 5  | 0,5 | 26 | 13 | 6  | 2,5  | 13  | 0,0 | 1,0  | 43 | 10 | 1  | 123 | 1,5  | 382  | 0,5 | 27  | 14 | 12  | 28  |
| 6  | 1,5 | 40 | 25 | 12 | 12,0 | 42  | 0,0 | 3,0  | 48 | 27 | 11 | 188 | 3,0  | 700  | 2,0 | 55  | 28 | 148 | 37  |
| 4  | 2,0 | 21 | 17 | 8  | 3,0  | 105 | 0,0 | 2,0  | 34 | 14 | 8  | 332 | 2,0  | 680  | 0,0 | 34  | 19 | 33  | 22  |
| 8  | 0,5 | 24 | 19 | 10 | 9,0  | 26  | 0,0 | 2,5  | 31 | 17 | 5  | 195 | 1,5  | 908  | 1,5 | 23  | 13 | 11  | 52  |
| 13 | 0,5 | 25 | 7  | 18 | 24,0 | 8   | 0,0 | 1,0  | 33 | 8  | 2  | 33  | 1,0  | 207  | 1,0 | 26  | 17 | 16  | 10  |
| 5  | 0,5 | 54 | 15 | 8  | 4,0  | 23  | 0,0 | 1,5  | 30 | 13 | 7  | 84  | 2,0  | 614  | 0,0 | 27  | 13 | 24  | 27  |
| 12 | 0,5 | 17 | 14 | 8  | 8,0  | 366 | 0,0 | 1,5  | 40 | 12 | 5  | 27  | 1,0  | 510  | 0,0 | 38  | 11 | 44  | 33  |
| –  | –   | –  | –  | –  | –    | –   | –   | –    | –  | –  | –  | –   | –    | –    | –   | –   | –  | –   | –   |
| 7  | 0,5 | 2  | 11 | 12 | 15,0 | 17  | 0,0 | 1,5  | 7  | 9  | 3  | 493 | 1,5  | 593  | 1,0 | 40  | 10 | 7   | 13  |
| 16 | 1,0 | 2  | 3  | 4  | 0,0  | 19  | 0,0 | 6,0  | 4  | 12 | 0  | 431 | 1,0  | 153  | 5,0 | 4   | 12 | 4   | 7   |
| 8  | 1,0 | 6  | 9  | 5  | 3,0  | 225 | 0,0 | 1,0  | 19 | 9  | 2  | 42  | 1,0  | 398  | 1,0 | 21  | 9  | 7   | 5   |
| 8  | 0,0 | 36 | 7  | 6  | 3,0  | 38  | 0,0 | 1,5  | 20 | 8  | 4  | 45  | 2,0  | 376  | 0,0 | 11  | 11 | 6   | 13  |

### Analiza zmienności i korelacji składników geochemicznych węgla w profilu otworu

Skład i zmienność w profilu otworu Chelmek IG 1 karbo-minerytu i materii mineralnej zostały przedstawione w rozdziale dotyczącym charakterystyki petrograficznej węgla.

Zapopielenie węgla z warstw libiąskich wynosi średnio 13,2%, z warstw łaziskich – 16,8%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 11,3%, z warstw rudzkich s.s. – 10,2%, z warstw grodzieckich – 10,8%, a z warstw florowskich – 10,0%. W 27 próbkach z bilansowych pokładów węgla zapopielenie zmienia się od 4,5 do 25,9% i wynosi średnio 12,8%. Według klasyfikacji Judowicza (1978) popiół węglowy (ściślej – substancja mineralna węgla) można podzielić ze względu na genezę na 5 grup: popiół roślinny, popiół sorpcyjny, popiół konkrecyjny, popiół klastogeniczny (terygeniczny) i popiół infiltracyjny. Przy niskim zapopieleniu przeważa na ogół popiół ro-

ślinny i sorpcyjny (z dużym udziałem wapnia). Przy wyższym zapopieleniu główną masę stanowi popiół klastogeniczny o wysokich zawartościach krzemu i glinu, powiązanych przede wszystkim w minerałach ilastych.

W analizowanym otworze wiertniczym suma przeciętnych zawartości  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 46,2%, z warstw łaziskich – 70,7%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 72,8%, z warstw rudzkich s.s. – 82,4%, z warstw grodzieckich – 80,1% i z warstw florowskich – 74,1%.

Zawartość  $\text{SiO}_2$  w badanych popiołach węglowych przyjmuje wartości 6,9–65,7%, średnio 40,5%. W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość  $\text{SiO}_2$  jest szczególnie niska i wynosi 24,3%, w popiołach węgla z warstw łaziskich – 41,2%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 39,2%, z warstw rudzkich s.s. – 44,3%, z warstw grodzieckich – 46,7% i z warstw florowskich – 44,6%. W pro-

## Charakterystyka geochemiczna węgla i popiołów węglowych

## Geochemical characteristics of coal

| Litostratygrafia<br>Litostratigraphy |  |      | Liczba próbek<br>$A_{815}$<br>Quantity of $A_{815}$ samples | $A_{815}^d$ | Zawartość w popiele ( $A_{815}$ )<br>Content in ash ( $A_{815}$ )<br>[%] |                                |                                |       |      |                   |                  |        | Zawartość w węglu suchym<br>Content in dry coal |          |         |      |      |
|--------------------------------------|--|------|---|-------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|--------|---|----------|---------|------|------|
|                                      |  |      |   |             | SiO <sub>2</sub>   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | St [%] | P [g/t]   | Cl [g/t] | F [g/t] | As   | Ba   |
| krakowska seria<br>piaskowcowa       | warstwy<br>libiąskie                             | min. | 5   | 10,18       | 15,2   | 16,1                           | 18,6                           | 4,61  | 1,68 | 0,67              | 0,76             | 2,17   | 16  | 140      | 0       | 0    | 1300 |
|                                      |  | max. |   | 16,43       | 34,9   | 30,5                           | 53,9                           | 5,56  | 2,00 | 2,52              | 2,78             | 4,82   | 153   | 290      | 64      | 210  | 6700 |
|                                      |  | śr.  |   | 13,46       | 27,3   | 21,9                           | 38,2                           | 4,97  | 1,78 | 1,61              | 1,62             | 3,70   | 48  | 218      | 32      | 38   | 3430 |
|                                      | warstwy<br>łazińskie                             | min. | 11  | 9,75        | 22,7   | 22,2                           | 4,4                            | 2,27  | 1,50 | 1,47              | 0,76             | 0,64   | 21  | 1350     | 0       | 0    | 500  |
|                                      |  | max. |   | 25,88       | 52,8   | 37,2                           | 43,3                           | 7,69  | 6,14 | 6,32              | 2,25             | 4,46   | 499   | 9540     | 126     | 90   | 850  |
|                                      |  | śr.  |   | 16,21       | 40,4   | 29,2                           | 12,9                           | 4,33  | 3,24 | 3,58              | 1,73             | 1,41   | 115   | 7417     | 67      | 14   | 645  |
| seria<br>mułowcowa                   | warstwy<br>orzęskie s.s.+<br>warstwy<br>załęskie | min. | 9   | 8,09        | 27,3   | 24,5                           | 5,1                            | 4,29  | 2,53 | 1,81              | 0,76             | 0,46   | 52  | 4630     | 0       | 0    | 600  |
|                                      |  | max. |   | 12,48       | 42,7   | 37,8                           | 7,9                            | 16,01 | 6,02 | 5,72              | 2,10             | 0,89   | 3685  | 9160     | 523     | 40   | 4600 |
|                                      |  | śr.  |   | 9,35        | 35,1   | 32,9                           | 6,5                            | 9,88  | 4,21 | 3,07              | 1,31             | 0,61   | 1076  | 6874     | 142     | 9    | 1711 |
| górniośląska<br>seria<br>piaskowcowa | warstwy<br>rudzkie s.s.                          | 1    | 10,18   | 44,3        | 38,0   | 4,9                            | 3,28                           | 2,04  | 2,94 | 1,45              | 0,40             | 20     | 6100  | 0        | 0       | 1800 |      |
| seria<br>paraliczna                  | warstwy<br>florowskie                            | 1    | 4,48  | 13,6        | 14,1   | 27,8                           | 15,26                          | 6,94  | 2,07 | 0,64              | 1,87             | 25     | 2240  | 0        | 90      | 950  |      |
| cały profil                          |  | min. | 27  | 4,48        | 13,6   | 14,1                           | 4,4                            | 2,27  | 1,50 | 0,67              | 0,64             | 0,40   | 16  | 140      | 0       | 0    | 500  |
|                                      |  | max. |   | 25,88       | 52,8   | 38,0                           | 53,9                           | 16,01 | 6,94 | 6,32              | 2,78             | 4,82   | 3685  | 9540     | 523     | 210  | 6700 |
|                                      |  | śr.  |   | 12,76       | 34,6   | 28,8                           | 15,7                           | 6,66  | 3,38 | 2,96              | 1,52             | 1,55   | 416   | 5663     | 80      | 16   | 1570 |

Przy obliczeniu średnich arytmetycznych zawartości pierwiastków poniżej granicy oznaczalności traktowano jako równe granicy oznaczalności;  $A_{815}^d$   
The calculation of the medium arithmetic element content below the limit of quantification, adopted as equal the determination;  $A_{815}^d$  – ash in dry state

filu brak większych różnicowań w zawartości SiO<sub>2</sub> w popiołach węglowych. Jedynie pojedyncze popioły o charakterze węglanowym lub pirytowym zawierają niskie koncentracje SiO<sub>2</sub>. Zależność Si<sub>w</sub>/A jest zbliżona do prostoliniowej (fig. 19).

Zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w popiołach węglowych wynosi 14,1–42,3%, średnio 30,0%. W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wynosi 21,9%, z warstw łazińskich – 29,5%, z warstw orzęskich s.s i załęskich – 33,6%, z warstw rudzkich s.s – 38,0%, z warstw grodzieckich – 33,4%, a z warstw florowskich – 29,5%. Zależność Al<sub>w</sub>/A jest zbliżona do prostoliniowej (fig. 19).

W celu scharakteryzowania substancji mineralnej węgla Judowicz (1978) wprowadził pojęcie modułu glino-krzemowego:  $M = Al_2O_3/SiO_2$ . Wartości M dla popiołów węgla z otworu Chełmek IG 1 przedstawiono w tabeli 36. Wahają się one od 0,40 do 2,29 i wynoszą średnio dla popiołów wę-

gla z warstw libiąskich – 0,92, z warstw łazińskich – 0,74, z warstw orzęskich s.s. i załęskich – 0,88, z warstw rudzkich s.s. – 0,86, z warstw grodzieckich – 0,72%, a z warstw florowskich – 0,75. Wartość modułu M jest wysoka dla popiołów węgla z warstw libiąskich, w porównaniu z popiołami węgla z warstw łazińskich.

Wg Slansky (1985) dla węgla z otworu wiertniczego Chełmek IG 1 wyliczono współczynniki: Si/Al, Al/Ti, Na/Al (tabela 36). Według tej autorki stosunek Si/Al poza informacją dotyczącą proporcji w zawartościach kwarcu i minerałów ilastych w węglu może dostarczyć informacji o charakterze minerałów ilastych. W pokładach, w których kaolinit jest głównym minerałem ilastym, wartości Si/Al są czasem niższe od 1, sugeruje to, że glin w tych próbkach może być częściowo obecny w innych formach niż krzemiany warstwowe, prawdopodobnie jako fosforany. W pokładach z wyższym stosunkiem Si/Al można oczekiwać, że

Tabela 33

**z pokładów bilansowych z ogniw litostratygicznych karbonu**  
and coal ash of economic coal seams

| Zawartość w popiele niskotemperaturowym ( $A_{325}$ )<br>Content in low-temperature ash ( $A_{325}$ )<br>[g/t] |     |     |     |     |    |      |    |    |     |      |     |       |     |      |    |     |     |      |     |
|--|-----|-----|-----|-----|----|------|----|----|-----|------|-----|-------|-----|------|----|-----|-----|------|-----|
| Be   | Br  | Co  | Cr  | Ga  | Ge | Mn   | Mo | Nb | Ni  | Pb   | Rb  | Sr    | Th  | Ti   | U  | V   | Y   | Zn   | Zr  |
| 30   | 5   | 25  | 60  | 50  | 0  | 80   | 0  | 5  | 170 | 290  | 15  | 410   | 20  | 2000 | 0  | 80  | 65  | 320  | 50  |
| 500  | 5   | 100 | 190 | 70  | 15 | 1000 | 35 | 23 | 640 | 750  | 160 | 640   | 54  | 5900 | 15 | 280 | 170 | 6000 | 270 |
| 218  | 5   | 55  | 121 | 61  | 5  | 376  | 15 | 12 | 290 | 534  | 65  | 506   | 32  | 4280 | 5  | 214 | 103 | 1822 | 128 |
| 15   | 5   | 35  | 60  | 50  | 0  | 120  | 0  | 14 | 100 | 150  | 45  | 90    | 32  | 5300 | 0  | 80  | 50  | 360  | 80  |
| 350  | 150 | 240 | 165 | 100 | 65 | 1160 | 20 | 36 | 350 | 1890 | 165 | 1050  | 50  | 9800 | 21 | 290 | 170 | 3050 | 400 |
| 69   | 56  | 113 | 124 | 73  | 14 | 535  | 6  | 24 | 226 | 738  | 112 | 340   | 43  | 7545 | 10 | 204 | 94  | 1412 | 280 |
| 5  | 30  | 100 | 90  | 50  | 0  | 400  | 0  | 5  | 190 | 160  | 30  | 370   | 32  | 5100 | 0  | 120 | 70  | 165  | 180 |
| 50   | 372 | 290 | 215 | 100 | 60 | 780  | 10 | 27 | 400 | 470  | 150 | 10400 | 115 | 9300 | 27 | 360 | 185 | 560  | 440 |
| 21   | 125 | 190 | 147 | 71  | 22 | 611  | 9  | 20 | 302 | 292  | 73  | 3213  | 53  | 6967 | 6  | 209 | 102 | 319  | 252 |
| 15   | 46  | 255 | 135 | 60  | 45 | 580  | 0  | 22 | 360 | 400  | 30  | 640   | 42  | 8600 | 10 | 130 | 105 | 410  | 220 |
| 25   | 30  | 35  | 75  | 30  | 0  | 1920 | 10 | 4  | 150 | 130  | 15  | 1790  | 15  | 2200 | 0  | 200 | 100 | 190  | 60  |
| 5  | 5   | 25  | 60  | 30  | 0  | 80   | 0  | 4  | 100 | 130  | 15  | 90    | 15  | 2000 | 0  | 80  | 50  | 165  | 50  |
| 500  | 372 | 290 | 215 | 100 | 65 | 1920 | 35 | 36 | 640 | 1890 | 165 | 10400 | 115 | 9800 | 27 | 360 | 185 | 6000 | 440 |
| 77   | 68  | 130 | 130 | 68  | 15 | 584  | 9  | 20 | 265 | 517  | 84  | 1393  | 43  | 6589 | 7  | 204 | 99  | 1041 | 232 |

– popiół w stanie suchym uzyskany w temperaturze 815°C  
obtained at 815°C

substancja mineralna jest zbudowana z minerałów ilastych mieszano-pakietowych i smektytów lub jest bogatsza w kwarc. Slansky zwróciła uwagę na związek glinu z tytanem, wynikający z powszechnej asocjacji tych pierwiastków w minerałach ilastych. Uważa się, że poziom koncentracji tytanu w skałach osadowych w dużym stopniu zależy od materiału źródłowego (kwaśne skały wulkaniczne zawierają w zazwyczaj mniej tytanu niż skały bazaltowe). W otworze Chełmek IG 1 współczynnik Si/Al waha się od 0,73 do 2,20 i wynosi średnio dla węgla z warstw libiąskich 0,97, z warstw łaziskich – 1,24, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 1,04, z warstw warstw rudzkich s.s. – 1,03, z warstw grodzieckich – 1,24, a z warstw florowskich – 1,32.

Stosunek Al/Ti w węglu z otworu wiertniczego Chełmek IG 1 (tab. 36) jest niewysoki, podobnie jak w innych węglach górnośląskich. Jego wartość zmienia się od 10 do 56 i wynosi średnio dla węgla z warstw libiąskich 30,

z warstw łaziskich – 23, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 25, z warstw rudzkich s.s. – 56, z warstw grodzieckich – 36, a z warstw florowskich – 20. W węglach australijskich stosunek Al/Ti waha się od 10 do 624. Obserwuje się niemal wprost proporcjonalną zależność pomiędzy zawartościami Al i Ti w węglu z otworu Chełmek IG 1.

Następnym wskaźnikiem omawianym w pracy Slansky (1985) jest stosunek Na/Al, wskazujący na ewentualną obecność minerałów typu dawsonitu ( $\text{NaAl/CO}_3\text{//OH/}_2$ ) czy analcymu ( $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). W węglu z otworu Chełmek IG 1 stosunek ten wynosi od 0,013 do 0,313 (średnio 0,099) i jest raczej odzwierciedleniem zawartości w węglu chloru, z którym głównie związany jest sód. W zależności  $\text{Na}_w/\text{Al}_w$  jest brak korelacji.

Zawartość  $\text{K}_2\text{O}$  w popiołach węgla wynosi 0,10–2,78% (średnio 1,61%). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość  $\text{K}_2\text{O}$  wynosi 1,58%, z warstw łaziskich –

## Charakterystyka geochemiczna popiołów

## Geochemical characteristics of ash coal

| Litostratygrafia<br>Lithostratigraphy |  |      | Liczba próbek<br>Quantity of samples<br>$A_{815}$ | Zawartość w popiele ( $A_{815}$ )<br>Content in ash ( $A_{815}$ )<br>[%] |                                |                                |       |      |                   |                  |      |       |     |      |      |  |
|---------------------------------------|--|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|--|
|                                       |  |      |   | SiO <sub>2</sub>   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | As   | Ba    | Be  | Br   | Co   |  |
| krakowska seria piaskowcowa           | warstwy libiąskie                          | min. | 7   | 15,4   | 16,1                           | 18,6                           | 4,58  | 1,68 | 0,36              | 0,76             | 0    | 1000  | 30  | 5    | 25   |  |
|                                       |  | max. |   | 34,9   | 30,5                           | 53,9                           | 7,07  | 2,37 | 2,78              | 2,78             | 210  | 6700  | 500 | 5    | 100  |  |
|                                       |  | śr.  |   | 24,3   | 21,9                           | 36,9                           | 5,22  | 1,86 | 1,60              | 1,58             | 60   | 28077 | 299 | 5    | 61   |  |
|                                       | warstwy łaziskie                           | min. | 14  | 22,7   | 22,2                           | 4,8                            | 1,40  | 1,39 | 1,47              | 0,76             | 0    | 500   | 15  | 0    | 35   |  |
|                                       |  | max. |   | 52,8   | 37,2                           | 43,3                           | 7,69  | 6,14 | 6,32              | 2,47             | 90   | 850   | 350 | 150  | 240  |  |
|                                       |  | śr.  |   | 41,2   | 29,5                           | 13,2                           | 3,86  | 2,97 | 3,38              | 1,84             | 12   | 658   | 72  | 50   | 111  |  |
| seria mulowcowa                       | warstwy orzeskie s.s.+<br>warstwy załęskie | min. | 18  | 27,3   | 24,5                           | 3,1                            | 1,36  | 0,93 | 0,95              | 0,76             | 0    | 600   | 5   | 16   | 75   |  |
|                                       |  | max. |   | 51,9   | 42,3                           | 11,4                           | 16,01 | 6,29 | 5,72              | 2,47             | 120  | 4600  | 50  | 372  | 625  |  |
|                                       |  | śr.  |   | 39,2   | 33,6                           | 6,5                            | 7,22  | 3,57 | 2,72              | 1,53             | 14   | 1533  | 28  | 82   | 258  |  |
| górnoląaska seria piaskowcowa         | warstwy rudzkie s.s.                       |      | 1   | 44,3   | 38,1                           | 4,9                            | 3,28  | 2,04 | 2,94              | 1,45             | 0    | 1800  | 15  | 46   | 255  |  |
| seria paraliczna                      | warstwy grodzieckie                        | min. | 2   | 42,9   | 31,8                           | 8,4                            | 2,04  | 2,05 | 1,47              | 2,39             | 70   | 1500  | 40  | 18   | 140  |  |
|                                       |  | max. |   | 50,4   | 35,0                           | 10,3                           | 2,88  | 2,33 | 1,81              | 2,75             | 160  | 3650  | 120 | 24   | 445  |  |
|                                       |  | śr.  |   | 46,7   | 33,4                           | 9,3                            | 2,46  | 2,18 | 1,64              | 2,57             | 115  | 2575  | 80  | 21   | 292  |  |
|                                       | warstwy florowskie                         | min. | 26  | 6,9  | 14,1                           | 2,8                            | 0,56  | 0,68 | 0,21              | 0,10             | 0    | 650   | 20  | 5    | 25   |  |
|                                       |  | max. |   | 65,7   | 38,9                           | 70,5                           | 15,26 | 6,94 | 2,07              | 2,78             | 2280 | 2500  | 500 | 28   | 1000 |  |
|                                       |  | śr.  |   | 44,6   | 29,5                           | 16,3                           | 3,23  | 1,61 | 0,75              | 1,49             | 170  | 1388  | 164 | 12   | 407  |  |
| cały profil                           | min.                                       | 68   | 6,9   | 14,1   | 2,8                            | 0,56                           | 0,68  | 0,21 | 0,10              | 0                | 500  | 5     | 0   | 25   |      |  |
|                                       | max.                                       |      | 65,7  | 42,3   | 70,5                           | 16,91                          | 6,94  | 6,32 | 2,78              | 2280             | 6700 | 500   | 372 | 1000 |      |  |
|                                       | śr.  |      | 40,5  | 30,0   | 14,8                           | 4,60                           | 2,46  | 1,96 | 1,61              | 79               | 1478 | 117   | 39  | 264  |      |  |

Zawartość pierwiastków od As do Zr oznaczono w 13 próbkach z warstw łaziskich, w 24 próbkach z warstw florowskich; w sumie z całego otworu  
The content of elements from As to Zr was determined in 13 samples in the Łaziska Beds, 24 samples in the Flora Beds; in total of the entire section

1,84%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 1,53%, z warstw rudzkich s.s. – 1,45%, z warstw grodzieckich – 2,57%, a z warstw florowskich – 1,49%. Zależność  $K_w/A$  jest zbliżona do prostoliniowej. Współczynnik Na/K dla omawianego węgla kształtuje się w granicach 0,25–4,60. Podobnie jak w przypadku wskaźnika Na/Al, wskaźnik Na/K odzwierciedla głównie zmienność w profilu chloru, z którym przede wszystkim związany jest sód. Najwyższe wartości wskaźnika Na/K dotyczą węgla o najwyższej zawartości sodu w popiele i chloru w węglu. Uważa się, iż głównym źródłem potasu są skalenie i miki. Potas w węglu może być związany w minerałach ilastych takich jak illit, minerały mieszano-pakietowe i smektyt (Slansky, 1985).

Zawartość  $Fe_2O_3$  w popiołach węgla wynosi 2,8–70,5% (średnio 14,8%). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość  $Fe_2O_3$  wynosi 36,9%, z warstw łaziskich

– 13,2%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 6,5%, z warstw rudzkich s.s. – 4,9%, z warstw grodzieckich – 9,3%, a z warstw florowskich – 16,3%. Zależności  $Fe_w/A$  i  $Fe_{2O_{3A}}/A$  przedstawiają bardzo duży rozrzut wyników. W relacji  $Fe_w/S_t$  obserwuje się zależność wprost proporcjonalną dla węgla, w którym żelazo jest związane w formie siarczkowej.

Dla wszystkich przeanalizowanych próbek wykonano odpowiednie przeliczenia stechiometryczne, a wyniki zamieszczono w tabeli 36. Na podstawie znajomości zawartości siarki pirytovej obliczono zawartość pirytu, żelaza związanego w formie siarczkowej ( $Fe_p$ ) oraz stosunki  $Fe_p/Fe_t$  i  $S_p/S_t$ . Zawartość pirytu wykazuje bardzo dużą zmienność i wynosi 0,04–11,07 % (średnio dla warstw 0,13–6,70%). Zawartość powyżej 1% stwierdzono w 23 próbkach (30% ogółu przebadanych próbek). Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  wynosi średnio dla węgla

Tabela 34

węglowych z ogniw litostratigraficznych karbonu  
in Carboniferous lithostratigraphical units

| Zawartość w popiele niskotemperaturowym ( $A_{525}$ )<br>Content in low-temperature ash ( $A_{525}$ )<br>[g/t] |     |     |      |    |    |      |      |     |       |     |       |    |      |     |      |      |
|--|-----|-----|------|----|----|------|------|-----|-------|-----|-------|----|------|-----|------|------|
| Cr   | Ga  | Ge  | Mn   | Mo | Nb | Ni   | Pb   | Rb  | Sr    | Th  | Ti    | U  | V    | Y   | Zn   | Zr   |
| 60   | 50  | 0   | 80   | 3  | 3  | 170  | 290  | 20  | 270   | 20  | 2000  | 0  | 80   | 65  | 320  | 50   |
| 190  | 110 | 45  | 1000 | 55 | 23 | 640  | 1290 | 160 | 640   | 93  | 7100  | 25 | 280  | 270 | 6000 | 270  |
| 129  | 74  | 15  | 306  | 21 | 13 | 316  | 649  | 63  | 457   | 39  | 4471  | 7  | 231  | 130 | 1631 | 131  |
| 60   | 50  | 0   | 120  | 0  | 14 | 100  | 150  | 45  | 90    | 32  | 5300  | 0  | 80   | 50  | 360  | 80   |
| 165  | 100 | 65  | 1160 | 20 | 36 | 350  | 2040 | 205 | 1050  | 50  | 9800  | 22 | 290  | 170 | 3050 | 400  |
| 125  | 73  | 13  | 483  | 6  | 23 | 231  | 922  | 125 | 331   | 42  | 7431  | 11 | 208  | 93  | 1423 | 260  |
| 90   | 50  | 0   | 100  | 0  | 5  | 170  | 160  | 35  | 190   | 25  | 4400  | 0  | 120  | 60  | 120  | 110  |
| 355  | 105 | 180 | 1700 | 40 | 46 | 580  | 1560 | 235 | 10400 | 115 | 19000 | 40 | 650  | 225 | 2850 | 580  |
| 188  | 72  | 32  | 566  | 9  | 24 | 331  | 475  | 106 | 1950  | 54  | 8222  | 10 | 284  | 122 | 359  | 264  |
| 135  | 60  | 45  | 580  | 0  | 20 | 360  | 400  | 30  | 640   | 42  | 8600  | 10 | 130  | 105 | 410  | 220  |
| 240  | 90  | 50  | 300  | 25 | 20 | 420  | 180  | 190 | 330   | 39  | 8500  | 34 | 920  | 200 | 210  | 240  |
| 305  | 115 | 95  | 440  | 35 | 25 | 780  | 730  | 225 | 430   | 49  | 8600  | 51 | 1480 | 290 | 310  | 240  |
| 272  | 102 | 72  | 370  | 30 | 22 | 600  | 455  | 208 | 380   | 44  | 8550  | 42 | 1200 | 245 | 260  | 240  |
| 40   | 30  | 0   | 180  | 0  | 4  | 60   | 100  | 0   | 130   | 13  | 2100  | 0  | 50   | 70  | 50   | 60   |
| 370  | 725 | 925 | 5220 | 10 | 90 | 1300 | 310  | 175 | 7400  | 115 | 14900 | 72 | 1010 | 670 | 1350 | 1030 |
| 219  | 157 | 134 | 993  | 2  | 36 | 499  | 185  | 82  | 1849  | 33  | 9258  | 19 | 455  | 232 | 364  | 433  |
| 40   | 30  | 0   | 80   | 0  | 4  | 60   | 100  | 0   | 90    | 13  | 2000  | 0  | 50   | 50  | 50   | 50   |
| 370  | 725 | 925 | 5220 | 55 | 90 | 1300 | 2040 | 235 | 10400 | 115 | 19000 | 72 | 1480 | 670 | 6000 | 1030 |
| 182  | 105 | 65  | 673  | 8  | 27 | 380  | 474  | 98  | 1360  | 42  | 8058  | 14 | 352  | 161 | 758  | 310  |

65 próbkach

– in 65 coal samples

z warstw libiąskich 0,91, z warstw łaziskich – 0,56, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 35, z warstw rudzkich s.s. – 0,13, z warstw grodzieckich – 0,61, z warstw florowskich – 0,34. Podobnie stosunek  $S_p/S_t$  wynosi średnio 0,18–0,94. Znaczna część siarki nie jest związana w formie pirytowej.

Zawartość  $CaO$  w badanym węglu zmienia się od 0,56 do 16,01% (średnio 4,60%). Średnia zawartość  $CaO$  w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 5,22%, z warstw łaziskich – 3,86%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 7,22%, z warstw rudzkich s.s. – 3,28%, z warstw grodzieckich – 2,46%, z warstw florowskich – 3,23%. W zależności  $Ca_w/A$  nie ma korelacji, w zależności  $CaO_A/A$  rysuje się tendencja do korelacji ujemnej (fig. 19).

Zawartość  $MgO$  w popiołach węgla wynosi 0,68–6,94% (średnio 2,46%). Dla popiołów z warstw libiąskich średnia zawartość  $MgO$  wynosi 1,86%, z warstw łaziskich – 2,97%,

z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 3,57%, z warstw rudzkich s.s. – 2,04%, z warstw grodzieckich – 2,18%, z warstw florowskich – 1,61%. Zależność  $Mg_w/A$  oraz  $MgO_A/A$  przedstawiają dość duży rozrzut wyników. Stosunek  $CaO/MgO$  zawartości średnich wynosi: dla popiołów węgla z warstw libiąskich 2,8, z warstw łaziskich – 1,3, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 2,0, z warstw rudzkich s.s. – 1,6, z warstw grodzieckich – 1,1, z warstw florowskich – 2,0.

Dla poszczególnych popiołów węglowych wyliczono wg Judowicza (1978) wartości modułu  $K$  (tab. 36). Wartości dodatnie wskazują na przeważający udział mineralizacji kalcytowo-dolomitowej, a wartości ujemne na mineralizację syderytową i siarczkową:

- z warstw libiąskich wynosi –0,66;
- z warstw łaziskich wynosi –0,18;
- z warstw orzeskich s.s. i załęskich wynosi +0,18;

## Charakterystyka geochemiczna węgla

## Geochemical characteristics of coal in

| Litostratygrafia<br>Litostratigraphy |  |      | Liczba próbek<br>Quantity of samples | [%]              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |                |      | P     | Cl    |
|--------------------------------------|--|------|--------------------------------------|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|-------|-------|
|                                      |  |      |                                      | A <sub>815</sub> | Si    | Al   | Fe   | Ca   | Mg   | Na   | K    | St   | Sc   | S <sub>A</sub> | Sp   |       |       |
| krakowska seria piaskowcowa          | warstwy libiąskie                          | min. | 7                                    | 10,92            | 0,77  | 0,99 | 2,02 | 0,36 | 0,11 | 0,04 | 0,09 | 2,45 | 2,25 | 0,09           | 1,94 | 16    | 140   |
|                                      |  | max. |                                      | 16,43            | 2,68  | 2,65 | 5,13 | 0,70 | 0,20 | 0,24 | 0,30 | 4,82 | 4,71 | 0,29           | 5,92 | 153   | 290   |
|                                      |  | śr.  |                                      | 13,18            | 1,52  | 1,54 | 3,35 | 0,49 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 3,55 | 3,39 | 0,16           | 3,58 | 40    | 209   |
|                                      | warstwy łaziskie                           | min. | 14                                   | 9,75             | 1,25  | 1,40 | 0,51 | 0,18 | 0,11 | 0,23 | 0,10 | 0,64 | 0,53 | 0,09           | 0,17 | 21    | 1290  |
|                                      |  | max. |                                      | 25,88            | 5,50  | 4,65 | 3,67 | 0,96 | 0,50 | 0,46 | 0,46 | 4,46 | 4,24 | 0,33           | 4,10 | 490   | 9520  |
|                                      |  | śr.  |                                      | 16,81            | 3,41  | 2,66 | 1,38 | 0,44 | 0,28 | 0,37 | 0,26 | 1,57 | 1,41 | 0,16           | 1,14 | 106   | 7118  |
| seria mułowcowa                      | warstwy orzeskie s.s.+<br>warstwy załęskie | min. | 18                                   | 5,18             | 0,74  | 0,82 | 0,33 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,05 | 0,48 | 0,30 | 0,10           | 0,04 | 42    | 3590  |
|                                      |  | max. |                                      | 25,30            | 6,06  | 5,10 | 1,01 | 1,08 | 0,45 | 0,45 | 0,47 | 1,09 | 0,82 | 0,22           | 1,06 | 3685  | 10040 |
|                                      |  | śr.  |                                      | 11,25            | 2,24  | 2,10 | 0,40 | 0,51 | 0,22 | 0,21 | 0,16 | 0,67 | 0,54 | 0,13           | 0,24 | 634   | 6121  |
| górnoląska seria piaskowcowa         | warstwy rudzkie s.s.                       |      | 1                                    | 10,18            | 2,11  | 2,05 | 0,35 | 0,24 | 0,13 | 0,22 | 0,12 | 0,40 | 0,28 | 0,13           | 0,67 | 20    | 6100  |
| seria paraliczna                     | warstwy grodzieckie                        | min. | 2                                    | 10,18            | 2,08  | 1,02 | 0,68 | 0,17 | 0,14 | 0,13 | 0,21 | 1,15 | 1,03 | 0,10           | 0,42 | 36    | 4600  |
|                                      |  | max. |                                      | 11,42            | 2,76  | 1,07 | 0,75 | 0,21 | 0,15 | 0,14 | 0,27 | 1,38 | 1,28 | 0,12           | 0,61 | 56    | 4600  |
|                                      |  | śr.  |                                      | 10,80            | 2,42  | 1,94 | 0,72 | 0,19 | 0,14 | 0,14 | 0,24 | 1,26 | 1,16 | 0,11           | 0,51 | 46    | 4600  |
|                                      | warstwy florowskie                         | min. | 26                                   | 2,25             | 0,27  | 0,33 | 0,12 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,46 | 0,38 | 0,07           | 0,02 | 10    | 180   |
|                                      |  | max. |                                      | 37,28            | 11,53 | 5,91 | 4,04 | 0,49 | 0,24 | 0,08 | 0,62 | 4,57 | 4,43 | 0,39           | 4,33 | 784   | 2240  |
|                                      |  | śr.  |                                      | 10,01            | 2,36  | 1,57 | 0,91 | 0,16 | 0,08 | 0,04 | 0,14 | 0,99 | 0,89 | 0,12           | 0,47 | 143   | 841   |
| cały profil                          | min.                                       | 68   | 2,25                                 | 0,27             | 0,33  | 0,12 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,40 | 0,28 | 0,07 | 0,02           | 10   | 140   |       |
|                                      | max.                                       |      | 37,28                                | 11,53            | 5,91  | 5,13 | 1,08 | 0,50 | 0,46 | 0,62 | 4,82 | 4,71 | 0,39 | 5,92           | 3685 | 10040 |       |
|                                      | śr.  |      | 12,00                                | 2,45             | 1,95  | 1,13 | 0,35 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 1,29 | 1,16 | 0,13 | 0,86           | 255  | 3654  |       |

Zawartość pierwiastków od As do Zr oznaczono w 13 próbkach z warstw łaziskich, w 24 próbkach z warstw florowskich; w sumie z całego profilu w 65  
The content of elements from As–Zr was determined in 13 coal samples from Łaziska Beds and in 24 samples from Flora Beds; in total of the entire section

- z warstw rudzkich s.s. wynosi +0,05;
- z warstw grodzieckich wynosi –0,34;
- z warstw florowskich wynosi –0,39.

Powyższe dane wskazują na wysoki udział żelaza w stosunku do wapnia i magnezu w popiołach węgla z górnej części profilu karbonu, do głęb. ok. 1060 m, oraz z serii paralicznej.

Zawartość  $\text{Na}_2\text{O}$  w popiołach przebadanego węgla wynosi 0,21–6,32% (średnio 1,96%); w popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość  $\text{Na}_2\text{O}$  wynosi 1,60%, z warstw łaziskich – 3,38%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 2,72%, z warstw rudzkich s.s. – 2,94%, z warstw grodzieckich – 1,64%, z warstw florowskich – 0,75%. Obserwuje się podwyższenie zawartości  $\text{Na}_2\text{O}$  w popiołach węgla ze środkowej części profilu (na głęb. 806–1265 m  $\text{Na}_2\text{O}$  przekracza 5%), związane z wysokimi zawartościami chloru w wę-

glu z tego odcinka profilu (w wielu węglach zawartość chloru przekracza 9000 g/t). Zależności  $\text{Na}_w/\text{A}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_A/\text{A}$  (fig. 19) przedstawiają duży rozrzut wyników. Jak wspomniano przy omawianiu zawartości glinu w popiołach węglowych, nie ma korelacji w stosunku  $\text{Al}_w/\text{Na}_w$ .

Zawartość chloru ( $\text{Cl}^d$ ) w przebadanym węglu wynosi 140–10040 g/t (średnio 3654 g/t). W węglu z warstw libiąskich średnia zawartość chloru wynosi 209 g/t, z warstw łaziskich – 7118 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 6121 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 6100 g/t, z warstw grodzieckich – 4600 g/t, z warstw florowskich – 841 g/t. W porównaniu z węglem ze środkowej części GZW średnia zawartość chloru w węglu z otworu wiertniczego Chełmek IG 1 jest wysoka. W profilu otworu Chełmek IG 1 występuje charakterystyczna stratyfikacja zawartości chloru, zaobserwowana już w uprzednio przebadanych otworach GZW (Różkowska, 1987). Pod

Tabela 35

## z ogniw litostratigraficznych karbonu

## Carboniferous lithostratigraphical units

| Zawartość w węglu suchym<br>Content in dry coal |     |     |    |    |    |    |    |      |     |     |      |    |     |    |     |      |      |      |     |     |     |     |
|---|-----|-----|----|----|----|----|----|------|-----|-----|------|----|-----|----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| [g/t]   |     |     |    |    |    |    |    |      |     |     |      |    |     |    |     |      |      |      |     |     |     |     |
| F   | As  | Ba  | Be | Br | Co | Cr | Ga | Ge   | Mn  | Mo  | Nb   | Ni | Pb  | Rb | Sr  | Th   | Ti   | U    | V   | Y   | Zn  | Zr  |
| 0   | 0   | 112 | 4  | 0  | 4  | 9  | 6  | 0,0  | 12  | 0,0 | 0,5  | 25 | 42  | 2  | 32  | 2,5  | 217  | 0,0  | 12  | 8   | 46  | 5   |
| 64  | 25  | 981 | 59 | 0  | 11 | 21 | 12 | 5,0  | 146 | 6,0 | 3,0  | 69 | 152 | 21 | 93  | 10,0 | 797  | 3,0  | 36  | 18  | 234 | 39  |
| 31  | 7   | 372 | 37 | 0  | 7  | 16 | 9  | 1,6  | 41  | 2,5 | 1,6  | 38 | 81  | 10 | 59  | 5,0  | 571  | 0,6  | 29  | 16  | 194 | 17  |
| 0   | 0   | 43  | 2  | 0  | 7  | 11 | 6  | 0,0  | 14  | 0,0 | 1,5  | 22 | 32  | 5  | 17  | 4,0  | 548  | 0,0  | 17  | 8   | 42  | 9   |
| 126   | 10  | 162 | 41 | 15 | 30 | 31 | 17 | 6,0  | 480 | 2,5 | 7,0  | 49 | 372 | 42 | 140 | 11,0 | 2189 | 4,0  | 56  | 20  | 553 | 81  |
| 67  | 1   | 102 | 10 | 7  | 16 | 19 | 11 | 1,5  | 109 | 0,5 | 3,6  | 33 | 138 | 20 | 46  | 7,0  | 1170 | 1,3  | 31  | 132 | 206 | 42  |
| 0   | 0   | 45  | 1  | 2  | 5  | 7  | 2  | 0,0  | 10  | 0,0 | 0,5  | 10 | 15  | 5  | 33  | 1,5  | 200  | 0,0  | 11  | 7   | 20  | 6   |
| 523   | 11  | 595 | 12 | 28 | 70 | 92 | 23 | 17,0 | 200 | 2,0 | 12,0 | 65 | 182 | 58 | 784 | 29,0 | 4912 | 10,0 | 169 | 42  | 271 | 151 |
| 112   | 1   | 168 | 4  | 9  | 27 | 23 | 8  | 3,0  | 60  | 0,4 | 2,8  | 35 | 56  | 14 | 189 | 6,0  | 1045 | 1,1  | 36  | 13  | 58  | 32  |
| 0   | 0   | 76  | 1  | 2  | 11 | 6  | 2  | 2,0  | 24  | 0,0 | 1,0  | 15 | 17  | 1  | 27  | 1,5  | 363  | 0,0  | 5   | 4   | 17  | 9   |
| 71  | 7   | 70  | 2  | 1  | 6  | 11 | 4  | 2,5  | 20  | 1,0 | 1,0  | 20 | 8   | 10 | 15  | 2,0  | 400  | 1,5  | 43  | 9   | 10  | 11  |
| 81  | 7   | 383 | 13 | 3  | 47 | 32 | 12 | 10,0 | 31  | 4,0 | 3,5  | 82 | 76  | 20 | 45  | 5,0  | 892  | 5,0  | 155 | 30  | 32  | 25  |
| 76  | 7   | 226 | 8  | 2  | 26 | 22 | 8  | 6,0  | 25  | 3,5 | 2,0  | 51 | 42  | 15 | 30  | 3,5  | 640  | 3,0  | 99  | 19  | 21  | 18  |
| 0   | 0   | 24  | 1  | 0  | 2  | 3  | 2  | 0,0  | 10  | 0,0 | 0,2  | 4  | 6   | 0  | 27  | 0,5  | 100  | 0,0  | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 131   | 167 | 620 | 23 | 4  | 96 | 73 | 29 | 24,0 | 366 | 0,5 | 12,0 | 91 | 34  | 47 | 493 | 10,0 | 4971 | 5,0  | 74  | 28  | 163 | 160 |
| 52  | 12  | 123 | 10 | 1  | 30 | 20 | 11 | 7,0  | 75  | 0,0 | 2,8  | 36 | 14  | 9  | 122 | 2,8  | 960  | 1,2  | 33  | 16  | 38  | 34  |
| 0   | 0   | 24  | 1  | 0  | 2  | 3  | 2  | 0,0  | 10  | 0,0 | 0,2  | 4  | 6   | 0  | 17  | 0,5  | 100  | 0,0  | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 523   | 167 | 981 | 59 | 28 | 96 | 92 | 29 | 24,0 | 480 | 6,0 | 12,0 | 91 | 372 | 58 | 784 | 29,0 | 4971 | 10,0 | 169 | 42  | 553 | 160 |
| 73  | 6   | 160 | 11 | 4  | 23 | 20 | 10 | 4,0  | 71  | 0,6 | 2,8  | 35 | 59  | 13 | 114 | 4,8  | 965  | 1,2  | 47  | 15  | 93  | 33  |

próbkach węgla

– in 65 coal samples

cienkim (50,0 m) przepuszczalnym nadkładem w węglu z górnej części profilu zawartość chloru jest bardzo niska (do głęb. 393,25 m – średnio 209 g/t) i niska (na głęb. 454,75–456,40 m – średnio 1330 g/t); na głęb. 562,60–1498,45 m zawartość chloru w węglu gwałtownie rośnie (maksymalną zawartość chloru 100040 g/t stwierdzono w węglu z głęb. 1205,65 m) po czym stopniowo maleje, średnia zawartość chloru w węglu z wymienionego interwału głębokości wynosi 6742 g/t; w miarę rosnącej głębokości zalegania węgla zawartość chloru maleje; na głęb. 1640,60–1788,50 m średnia zawartość chloru wynosi 1404 g/t; w interwale 1866,70–2048,00 m średnia zawartość chloru wynosi 358 g/t. Niska zawartość chloru z górnej części badanego profilu jest związana z wymyciem chloru przez krążące wody w strefie aktywnej wymiany, natomiast niska zawartość chloru w węglach z dolnej części profilu z otworu jest związana z rosnącym stopniem ich metamorfizmu. Zawartość

pierwiastka C ( $C^{daf}$ ), wskazująca na stopień ich metamorfizmu, rośnie w miarę rosnącej głębokości zalegania węgla od 71,31 do 82,75%.

Podobnie jak wysoka jest zawartość chloru w węglu, wysokie są również zawartości chlorków w wyciągach wodnych z piaskowców, co wskazuje na związek zawartości chloru w węglu z zasoleniem górotworu. Wynoszą one średnio dla 17 próbek z głęb. 230,00–532,50 m – 79 g/t, dla 25 próbek z głęb. 596,20–1600,10 m – 4558 g/t, dla 5 próbek z głęb. 1652,80–1855,90 m – 1309 g/t, dla 6 próbek z głęb. 1890,90–2055,20 m – 1497 g/t. Wartość wskaźnika Na/Cl (tab. 36) w węglu z warstw libiąskich jest wysoka, szczególnie w 4 próbkach, co wynika z bardzo niskiej zawartości chloru w tym węglu, podczas gdy zawartość  $Na_2O$  w ich porożach przekracza 2%. W węglu niżej zalegającym wartość tego wskaźnika spada, wskazując na powiązanie części

Tabela 36

**Współczynniki geochemiczne substancji mineralnej węgla**  
Geochemical coefficient of coal mineral substance

| Lp. | Pokład węgla<br>Coal bed                   |                                | Współczynnik wg Judowicza<br>Judowicz coefficient |                | Współczynnik wg Slansky<br>Slansky coefficient |       |      |       |                |                | Na/Cl | Obliczenia zawartości pirytu<br>Zawartość w węglu suchym<br>Pyrite content in dry coal [%] |                 |                 |      |      | Fe <sub>p</sub> /Fe <sub>t</sub> | S <sub>p</sub> /S <sub>t</sub> |
|-----|--|--------------------------------|---|----------------|--|-------|------|-------|----------------|----------------|-------|--|-----------------|-----------------|------|------|----------------------------------|--------------------------------|
|     | głębokość<br>spągu<br>depth of base<br>[m] | miaższkość<br>thickness<br>[m] | M <sup>1</sup>                                    | K <sup>2</sup> | Si/Al  | Al/Ti | Na/K | Na/Al | S <sub>t</sub> | S <sub>p</sub> |       | pyrit<br>pyrite  | Fe <sub>p</sub> | Fe <sub>t</sub> |      |      |                                  |                                |
| 1   | 2  | 3                              | 4   | 5              | 6  | 7     | 8    | 9     | 10             | 11             | 12    | 13   | 14              | 15              | 16   | 17   |                                  |                                |
| 1   | 226,55                                     | 0,35                           | 0,72  | -0,63          | 1,22   | 36,00 | 0,31 | 0,033 | 2,86           | 3,92           | 4,15  | 7,76   | 3,57            | 3,99            | 0,89 | 1,00 |                                  |                                |
| 2   | 289,25                                     | 1,65                           | 1,04  | -0,78          | 0,84   | 26,00 | 0,56 | 0,043 | 2,17           | 4,82           | 5,92  | 11,07  | 5,09            | 5,13            | 0,99 | 1,00 |                                  |                                |
| 3   | 291,35                                     | 1,65                           | 0,87  | -0,46          | 1,01   | 39,00 | 0,36 | 0,030 | 2,76           | 2,47           | 1,04  | 3,63   | 1,67            | 2,14            | 0,78 | 0,79 |                                  |                                |
| 4   | 323,50                                     | 1,70                           | 1,13  | -0,73          | 0,78   | 46,00 | 0,77 | 0,232 | 16,43          | 3,81           | 3,99  | 7,26   | 3,34            | 3,56            | 0,94 | 1,00 |                                  |                                |
| 5   | 348,00                                     | 4,15                           | 0,97  | -0,67          | 0,91   | 22,00 | 1,10 | 0,129 | 12,94          | 3,64           | 3,41  | 6,38   | 2,93            | 3,14            | 0,93 | 0,94 |                                  |                                |
| 6   | 371,05                                     | 0,75                           | 0,88  | -0,61          | 1,00   | 20,00 | 1,35 | 0,144 | 10,00          | 2,45           | 2,20  | 4,11   | 1,89            | 2,02            | 0,94 | 0,90 |                                  |                                |
| 7   | 393,25                                     | 1,70                           | 0,84  | -0,72          | 1,05   | 19,00 | 1,85 | 0,160 | 8,23           | 3,74           | 3,60  | 6,73   | 3,10            | 3,49            | 0,89 | 0,96 |                                  |                                |
| 8   | 454,75                                     | 0,55                           | 0,79  | -0,77          | 1,12   | 26,00 | 0,82 | 0,097 | 1,78           | 4,18           | 3,97  | 7,42   | 3,41            | 3,67            | 0,93 | 0,95 |                                  |                                |
| 9   | 456,40                                     | 1,35                           | 0,98  | -0,80          | 0,90   | 23,00 | 1,60 | 0,157 | 1,63           | 4,46           | 4,10  | 7,67   | 3,53            | 3,60            | 0,98 | 0,92 |                                  |                                |
| 10  | 562,60                                     | 1,60                           | 0,65  | -0,75          | 1,35   | 25,00 | 1,68 | 0,209 | 0,82           | 2,80           | 2,67  | 4,99   | 2,30            | 2,55            | 0,90 | 0,95 |                                  |                                |
| 11  | 799,70                                     | 5,00                           | 0,48  | -0,02          | 1,84   | 18,00 | 0,89 | 0,130 | 0,56           | 1,04           | 0,77  | 1,44   | 0,66            | 1,43            | 0,46 | 0,74 |                                  |                                |
| 12  | 906,50                                     | 2,40                           | 0,79  | -0,20          | 1,12   | 20,00 | 3,21 | 0,281 | 0,47           | 1,23           | 0,63  | 1,18   | 0,54            | 0,97            | 0,56 | 0,51 |                                  |                                |
| 13  | 932,10                                     | 0,45                           | 0,68  | -0,33          | 1,30   | -     | 1,38 | 0,139 | 0,54           | 1,04           | 0,42  | 0,79   | 0,36            | 0,80            | 0,45 | 0,40 |                                  |                                |
| 14  | 973,30                                     | 1,35                           | 0,79  | -0,21          | 1,12   | 27,00 | 2,69 | 0,089 | 0,42           | 0,70           | 0,54  | 1,01   | 0,46            | 0,87            | 0,53 | 0,77 |                                  |                                |
| 15  | 1031,30                                    | 0,50                           | 0,64  | -0,12          | 1,39   | 23,00 | 0,96 | 0,110 | 0,51           | 1,22           | 0,64  | 1,20   | 0,55            | 1,03            | 0,53 | 0,52 |                                  |                                |
| 16  | 1033,00                                    | 1,30                           | 0,52  | -0,02          | 1,70   | 28,00 | 0,62 | 0,074 | 0,46           | 1,04           | 0,68  | 1,27   | 0,58            | 1,21            | 0,48 | 0,65 |                                  |                                |
| 17  | 1056,30                                    | 1,20                           | 0,72  | -0,10          | 1,22   | 29,00 | 2,56 | 0,201 | 0,48           | 1,28           | 0,51  | 0,95   | 0,44            | 0,76            | 0,58 | 0,36 |                                  |                                |
| 18  | 1080,65                                    | 1,20                           | 0,74  | 0,06           | 1,19   | 21,00 | 0,95 | 0,075 | 0,40           | 0,87           | 0,31  | 0,58   | 0,27            | 0,74            | 0,36 | 0,36 |                                  |                                |
| 19  | 1085,35                                    | 0,90                           | 0,73  | 0,28           | 1,21   | 19,00 | 1,54 | 0,156 | 0,46           | 0,84           | 0,17  | 0,32   | 0,15            | 0,51            | 0,20 | 0,20 |                                  |                                |
| 20  | 1086,75                                    | 1,10                           | 0,89  | 0,23           | 0,99   | 20,00 | 4,60 | 0,313 | 0,50           | 0,67           | 0,28  | 0,52   | 0,24            | 0,60            | 0,40 | 0,42 |                                  |                                |
| 21  | 1112,60                                    | 3,10                           | 0,90  | 0,28           | 0,98   | 19,00 | 1,75 | 0,167 | 0,45           | 0,64           | 0,25  | 0,47   | 0,22            | 0,61            | 0,36 | 0,30 |                                  |                                |
| 22  | 1144,25                                    | 1,00                           | 0,72  | 0,05           | 1,23   | 21,00 | 0,64 | 0,061 | 0,44           | 0,83           | 0,42  | 0,79   | 0,36            | 0,84            | 0,43 | 0,51 |                                  |                                |
| 23  | 1152,05                                    | 1,20                           | 1,20  | 0,61           | 0,73   | 35,00 | 3,11 | 0,170 | 0,35           | 0,49           | 0,08  | 0,15   | 0,07            | 0,34            | 0,21 | 0,16 |                                  |                                |
| 24  | 1184,60                                    | 3,00                           | 0,89  | 0,38           | 0,99   | 17,00 | 3,80 | 0,279 | 0,41           | 0,48           | 0,17  | 0,32   | 0,15            | 0,47            | 0,31 | 0,35 |                                  |                                |

Tabela 36 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
|----|---------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25 | 1194,10 | 0,55 | 0,69 | 0,09  | 1,27 | 31,00 | 1,40 | 0,167 | 0,38 | 0,79 | 0,62 | 1,16 | 0,53 | 1,01 | 0,52 | 0,78 |
| 26 | 1205,65 | 0,55 | 0,80 | -0,51 | 1,11 | 21,00 | 3,00 | 0,216 | 0,45 | 1,09 | 1,06 | 1,98 | 0,91 | 0,73 | 1,00 | 0,97 |
| 27 | 1265,65 | 1,65 | 1,31 | 0,47  | 0,68 | 38,00 | 3,86 | 0,169 | 0,42 | 0,53 | 0,11 | 0,21 | 0,10 | 0,34 | 0,29 | 0,21 |
| 28 | 1304,20 | 2,45 | 0,60 | 0,33  | 1,47 | 19,00 | 1,27 | 0,118 | 0,32 | 0,60 | 0,16 | 0,30 | 0,14 | 0,69 | 0,20 | 0,27 |
| 29 | 1309,00 | 0,75 | 0,61 | 0,15  | 1,09 | 21,00 | 1,40 | 0,092 | 0,34 | 0,58 | 0,11 | 0,21 | 0,10 | 0,36 | 0,28 | 0,19 |
| 30 | 1326,85 | 0,30 | 0,98 | 0,31  | 0,90 | 3,90  | 2,40 | 0,146 | 0,23 | 0,69 | 0,10 | 0,19 | 0,09 | 0,33 | 0,27 | 0,14 |
| 31 | 1328,75 | 0,90 | 0,89 | 0,36  | 0,90 | 33,00 | 3,00 | 0,106 | 0,27 | 0,60 | 0,12 | 0,22 | 0,10 | 0,35 | 0,29 | 0,20 |
| 32 | 1348,35 | 1,20 | 0,98 | 0,28  | 0,90 | 18,00 | 1,10 | 0,076 | 0,24 | 0,89 | 0,25 | 0,49 | 0,23 | 0,45 | 0,51 | 0,29 |
| 33 | 1363,15 | 1,50 | 0,98 | 0,23  | 0,90 | 22,00 | 0,87 | 0,074 | 0,26 | 0,78 | 0,14 | 0,26 | 0,12 | 0,34 | 0,35 | 0,18 |
| 34 | 1368,70 | 0,50 | 0,66 | 0,08  | 1,33 | 25,00 | 0,85 | 0,082 | 0,46 | 0,52 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,36 | 0,08 | 0,08 |
| 35 | 1373,80 | 0,85 | 0,98 | 0,40  | 0,90 | 28,00 | 2,22 | 0,092 | 0,32 | 0,46 | 0,06 | 0,11 | 0,05 | 0,42 | 0,12 | 0,13 |
| 36 | 1382,70 | 0,65 | 0,79 | -0,05 | 1,12 | 23,00 | 0,48 | 0,052 | 0,28 | 0,77 | 0,25 | 0,47 | 0,22 | 0,55 | 0,40 | 0,32 |
| 37 | 1391,40 | 0,70 | 0,91 | 0,27  | 0,97 | 22,00 | 1,25 | 0,074 | 0,28 | 0,61 | 0,15 | 0,28 | 0,13 | 0,35 | 0,37 | 0,25 |
| 38 | 1418,40 | 2,50 | 0,80 | -0,06 | 1,09 | 21,00 | 1,33 | 0,107 | 0,27 | 0,71 | 0,23 | 0,43 | 0,20 | 0,44 | 0,45 | 0,32 |
| 39 | 1425,25 | 0,45 | 0,86 | -0,15 | 1,02 | 10,00 | 0,53 | 0,031 | 0,34 | 0,65 | 0,15 | 0,28 | 0,13 | 0,50 | 0,26 | 0,23 |
| 40 | 1455,30 | 5,80 | 0,86 | 0,05  | 1,03 | 56,00 | 1,83 | 0,107 | 0,36 | 0,40 | 0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,35 | 0,17 | 0,18 |
| 41 | 1494,45 | 0,30 | 0,82 | -0,33 | 1,08 | 22,00 | 0,67 | 0,073 | 0,30 | 1,38 | 0,61 | 1,14 | 0,52 | 0,75 | 0,69 | 0,44 |
| 42 | 1498,45 | 0,60 | 0,63 | -0,34 | 1,40 | 49,00 | 0,48 | 0,066 | 0,28 | 1,15 | 0,42 | 0,79 | 0,36 | 0,68 | 0,53 | 0,37 |
| 43 | 1640,60 | 1,10 | 1,03 | -0,11 | 0,88 | 33,00 | 3,50 | 0,212 | 0,31 | 1,87 | 0,95 | 1,78 | 0,82 | 0,87 | 0,94 | 0,51 |
| 44 | 1672,90 | 0,15 | 0,40 | -0,32 | 2,20 | 15,00 | 0,13 | 0,015 | 1,00 | 0,61 | 0,21 | 0,39 | 0,18 | 0,91 | 0,09 | 0,34 |
| 45 | 1681,80 | 0,35 | 0,35 | -0,39 | 1,59 | 12,00 | 0,16 | 0,012 | 0,57 | 0,57 | 0,18 | 0,34 | 0,16 | 0,76 | 0,21 | 0,32 |
| 46 | 1687,60 | 0,35 | 0,57 | -0,33 | 1,55 | 15,00 | 0,33 | 0,030 | 0,25 | 0,65 | 0,21 | 0,39 | 0,18 | 0,42 | 0,43 | 0,32 |
| 47 | 1690,90 | 0,15 | 0,50 | -0,36 | 1,51 | 20,00 | 0,58 | 0,058 | 0,33 | 0,62 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,47 | 0,06 | 0,06 |
| 48 | 1694,90 | 0,20 | 0,20 | -0,25 | 1,43 | 18,00 | 0,26 | 0,022 | 0,48 | 0,57 | 0,09 | 0,17 | 0,08 | 0,60 | 0,13 | 0,16 |
| 49 | 1739,00 | 0,30 | 0,30 | -0,12 | 2,03 | 13,00 | 0,16 | 0,026 | 0,47 | 0,46 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,37 | 0,08 | 0,09 |
| 50 | 1754,25 | 0,30 | 0,82 | -0,08 | 1,08 | 26,00 | 1,33 | 0,041 | 0,40 | 0,65 | 0,06 | 0,11 | 0,05 | 0,17 | 0,39 | 0,09 |
| 51 | 1760,15 | 0,30 | 0,59 | -0,24 | 1,47 | 18,00 | 1,00 | 0,068 | 0,25 | 0,57 | 0,07 | 0,13 | 0,06 | 0,19 | 0,32 | 0,12 |
| 52 | 1780,80 | 0,20 | 0,92 | -0,15 | 0,95 | -     | 1,00 | 0,045 | 0,19 | 0,65 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,15 | 0,20 | 0,05 |
| 53 | 1782,85 | 0,30 | 0,90 | -0,82 | 0,99 | 13,00 | 0,50 | 0,014 | 0,11 | 2,06 | 1,46 | 2,73 | 1,26 | 1,41 | 0,89 | 0,71 |
| 54 | 1788,50 | 0,20 | 0,61 | -0,49 | 1,44 | 16,00 | 0,30 | 0,029 | 0,41 | 0,94 | 0,39 | 0,73 | 0,34 | 0,66 | 0,52 | 0,41 |
| 55 | 1866,70 | 0,30 | 0,62 | -0,23 | 1,43 | 26,00 | 0,36 | 0,052 | 1,39 | 0,64 | 0,17 | 0,32 | 0,15 | 0,30 | 0,42 | 0,27 |
| 56 | 1895,95 | 0,40 | 0,68 | -0,72 | 1,31 | 18,00 | 0,29 | 0,023 | 1,02 | 0,68 | 0,13 | 0,24 | 0,11 | 2,36 | 0,05 | 0,19 |
| 57 | 1905,60 | 0,30 | 0,66 | -0,53 | 1,34 | 17,00 | 1,00 | 0,016 | 0,26 | 0,75 | 0,36 | 0,67 | 0,31 | 0,47 | 0,66 | 0,48 |

Tabela 36 cd.

| 1  | 2       | 3    | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 9     | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15    | 16   | 17   |
|----|---------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 58 | 1915,95 | 0,25 | 0,70 | -0,41 | 1,26 | 27,00 | 0,32 | 0,028 | 1,43 | 0,67 | 0,30 | 0,56 | 0,26 | 0,83  | 0,31 | 0,45 |
| 59 | 1922,25 | 0,55 | 0,73 | -0,26 | 1,21 | 21,00 | 0,42 | 0,035 | 1,39 | 0,52 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 0,52  | 0,08 | 0,10 |
| 60 | 1929,35 | 0,35 | 0,66 | -0,35 | 1,34 | 21,00 | 0,50 | 0,026 | 1,19 | 0,69 | 0,10 | 0,19 | 0,09 | 0,41  | 0,22 | 0,14 |
| 61 | 1941,10 | 0,20 | 0,73 | -0,23 | 1,20 | 29,00 | 0,50 | 0,034 | 1,11 | 0,68 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,12  | 0,25 | 0,04 |
| 62 | 1948,20 | 0,40 | 0,68 | -0,23 | 1,29 | 17,00 | 0,30 | 0,028 | 1,25 | 0,51 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 25,00 | 0,16 | 0,10 |
| 63 | 1973,05 | 0,25 | 0,60 | -0,74 | 1,48 | 18,00 | 0,25 | 0,033 | 0,62 | 0,56 | 0,05 | 0,09 | 0,04 | 2,41  | 0,02 | 0,09 |
| 64 | 2003,50 | 0,20 | 0,64 | -0,30 | 1,38 | -     | 0,28 | 0,029 | 1,04 | 0,59 | 0,06 | 0,11 | 0,05 | 0,37  | 0,14 | 0,10 |
| 65 | 2017,60 | 0,35 | 0,95 | -0,72 | 0,93 | 19,00 | 0,33 | 0,018 | 0,83 | 2,11 | 1,43 | 2,67 | 1,23 | 1,45  | 0,85 | 0,68 |
| 66 | 2025,60 | 0,40 | 2,29 | -0,89 | 0,39 | 45,00 | 1,00 | 0,014 | 0,33 | 4,57 | 4,33 | 8,10 | 3,73 | 4,04  | 0,92 | 0,95 |
| 67 | 2043,80 | 0,40 | 1,11 | -0,79 | 0,79 | 19,00 | 0,33 | 0,013 | 0,22 | 2,12 | 1,36 | 2,54 | 1,17 | 2,92  | 0,40 | 0,64 |
| 68 | 2048,00 | 0,20 | 0,50 | -0,18 | 1,76 | 17,00 | 0,86 | 0,095 | 2,00 | 0,53 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,21  | 0,10 | 0,04 |

$$1 M = \frac{Al_2O_3}{SiO_2}$$

$$2 K = \frac{(CaO + MgO) - Fe_2O_3}{(CaO + MgO) + Fe_2O_3}$$

chloru z substancją organiczną węgla. Nie ma zależności zawartości chloru w węglu z zapozieleniem węgla.

Zawartość fluoru ( $F^d$ ) wynosi 40–523 g/t (średnio 124 g/t). W węglu z warstw libiąskich średnia zawartość fluoru wynosi 31 g/t, z warstw łaziskich – 67 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 112 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 40 g/t, z warstw grodzieckich – 76 g/t, z warstw florowskich – 62 g/t. Najwyższą zawartość fluoru (523 g/t) stwierdzono w próbce z głęb. 1373,80 m. Zawiera ona podwyższone zawartości fosforu (3685 g/t) oraz CaO (w popiele 12,65%), co wskazuje na nieorganiczne powiązanie fluoru w postaci apatytu fluorowego. Zależność  $F_w/A$  przedstawia dość duży rozrzut wyników.

Zawartość siarki całkowitej ( $S_c^d$ ) w przebadanym węglu wynosi 0,40–4,82% (średnio 1,29%). W węglu z warstw libiąskich średnia zawartość siarki całkowitej wynosi 3,55%, z warstw łaziskich – 1,57%, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 0,67%, z warstw rudzkich s.s. – 0,40%, z warstw grodzieckich – 1,26%, z warstw florowskich – 0,99%. Nie ma związku zawartości siarki w węglu z zapozieleniem. Związek siarki z zawartością żelaza przedstawiono na [figurze 19](#) i omówiono przy przedstawianiu zawartości  $Fe_2O_3$  w popiołach węglowych.

Zawartość siarki palnej ( $S_c^d$ ) wynosi 0,28–4,71% (średnio 1,16%), co stanowi 89,9% zawartości siarki całkowitej.

Zawartość siarki popiołowej ( $S_A^d$ ) wynosi 0,07–0,39% (średnio 0,13%), co stanowi ok. 10,1% zawartości siarki całkowitej.

Zawartość siarki pirytowej ( $S_p^i$ ) wynosi 0,02–5,92% (średnio 0,86%), co stanowi 66,7% zawartości siarki całkowitej. Zawartość siarki pirytowej jest wysoka w węglu z warstw libiąskich (średnio 3,58%), natomiast w węglu z pozostałych warstw zmienia się od 0,07 do 0,51%.

Zawartość pirytu w przebadanym węglu, wyliczoną z zawartości siarki pirytowej, przedstawiono w [tabeli 36](#), podobnie jak stosunek  $S_p/S_c$ . Przy wyższych od 2% zawartościach siarki obserwuje się bliską korelację zawartości  $S_t$  i  $S_p$  ([fig. 19](#)).

Zawartość fosforu ( $P^d$ ) wynosi 10–3685 g/t (średnio 255 g/t). W węglu z warstw libiąskich średnia zawartość fosforu wynosi 40 g/t, z warstw łaziskich – 106 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 634 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 20 g/t, z warstw grodzieckich – 46 g/t, z warstw florowskich – 143 g/t. Zawartość powyżej 1000 g/t stwierdzono jedynie w 3 próbkach (1921, 2292 oraz 3685 g/t). Również w tych próbkach są podwyższone zawartości fluoru (F) w węglu oraz strontu (Sr) i CaO w popiołach węglowych. Nie ma zależności zawartości fosforu w węglu z zapozieleniem.

Pierwiastki podrzędne i śladowe zawarte w węglu można rozpatrywać w wielu aspektach. Z punktu widzenia ochrony środowiska naturalnego do pierwiastków lotnych uważanych za najbardziej szkodliwe należy zaliczyć: Be, F, As, Se, Cd, Pb, Hg (Piperno, 1973). Spośród nich Be, As i Pb oznaczono w badanych popiołach, a F bezpośrednio w węglu. Do dalszych pierwiastków „mogących pojawić się w zakładzie przetwórstwa węgla w fazie gazowej lub gazowo-ciekłej” należą: V, Ni, Co, Mo, Sr, P, Mn (Haj-

dus i in., 1981), zawartość wszystkich wymienionych pierwiastków oznaczono w popiołach węgla, a zawartość fosforu w węglu.

W popiołach węgla oznaczono również zawartość cynku. Według Twardowskiej (1981) cynk jest pierwiastkiem śladowym najbardziej podatnym na ługowanie z odpadów karbońskich (w dalszej kolejności ługowaniu podlegają: Pb, Cu, Ni, Cr). W popiołach węgla z otworu oznaczono ponadto zawartość: Ba, Br, Cr, Ga, Ge, Nb, Rb, Th, Ti, U, Y i Zr w celu uzyskania możliwie pełnej charakterystyki geochemicznej węgla.

Kryterium innego podziału pierwiastków podrzędnych i śladowych występujących w popiołach węglowych jest koncentracja. W popiołach węgla górnośląskiego w zawartości najwyższej (przeciętnie kilka tysięcy g/t) występują: Ti, Mn, Ba i Sr, w zawartości rzędu 500–1000 g/t występują: Zn, Pb, Ni, Co, V, Zr, Cr, Rb i Y, w zawartości od kilku do kilkadziesiąt g/t występują: As, Br, Be, Ga, Ge, Mo, Nb, Th i U. W przypadku prawie wszystkich wymienionych pierwiastków występują ekstremalnie wysokie ich wzbogacenia w pojedynczych próbkach węgla. W węglu z badanego otworu podobne wzbogacenia występują w przypadku As, Ba, Be, Co, Ga, Ge, Mn, Ni, Sr, Ti, Zn i Zr.

Judowicz i in. (1985) stosują podział pierwiastków w węglu na podstawie kryteriów geochemicznych, według ich właściwości migracji w korze ziemskiej. Do pierwiastków litofilnych zaliczają:

- typowo kationogenne: Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba i Ra;
- kationo- i anionogenne: Be, Sc, Y, Tr, Ga, Zr, Hf, Th, Ge, Ti, V, Mo, Nb, W, Re, Ta, U i Sn;
- typowo anionogenne: B, C, Si, N, P, F, Cl, Br i J.  
Do pierwiastków chalkofilnych zaliczają:
- metale: Cu, Zn, Ag, Cd, In, Au, Hg, Pb i Bi;
- niemetale: As, Se, Sb i Te.  
Do pierwiastków syderofilnych zaliczają:
- pierwiastki grupy żelaza: Cr, Mn, Fe, Co i Ni;
- pierwiastki grupy platyny: Ru, Rh, Pb, Os, Ir i Pt.

Pierwiastki podrzędne i śladowe oznaczone w popiołach węgla z otworu wiertniczego Chełmek IG 1 zostały omówione poniżej w porządku alfabetycznym ich symboli chemicznych.

Zawartość arsenu (As) w popiołach węglowych niskotemperaturowych wynosi 0–620 g/t (średnio 78 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–167 g/t (średnio 6 g/t). Średnia zawartość arsenu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 60 g/t, z warstw łaziskich – 12 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 14 g/t, z warstw rudzkich s.s. – brak arsenu, z warstw grodzieckich – 115 g/t, z warstw florowskich – 170 g/t (w obrębie tych warstw maksymalną zawartość arsenu 2280 g/t stwierdzono w próbce z głębi 2025,20 m). Według Judowicza (1978) arsen należy do pierwiastków typomorficznych, tj. dających trwałe związki z substancją organiczną węgla. Autor ten pisze również o możliwości podstawiania przez arsen siarki w pirycie.

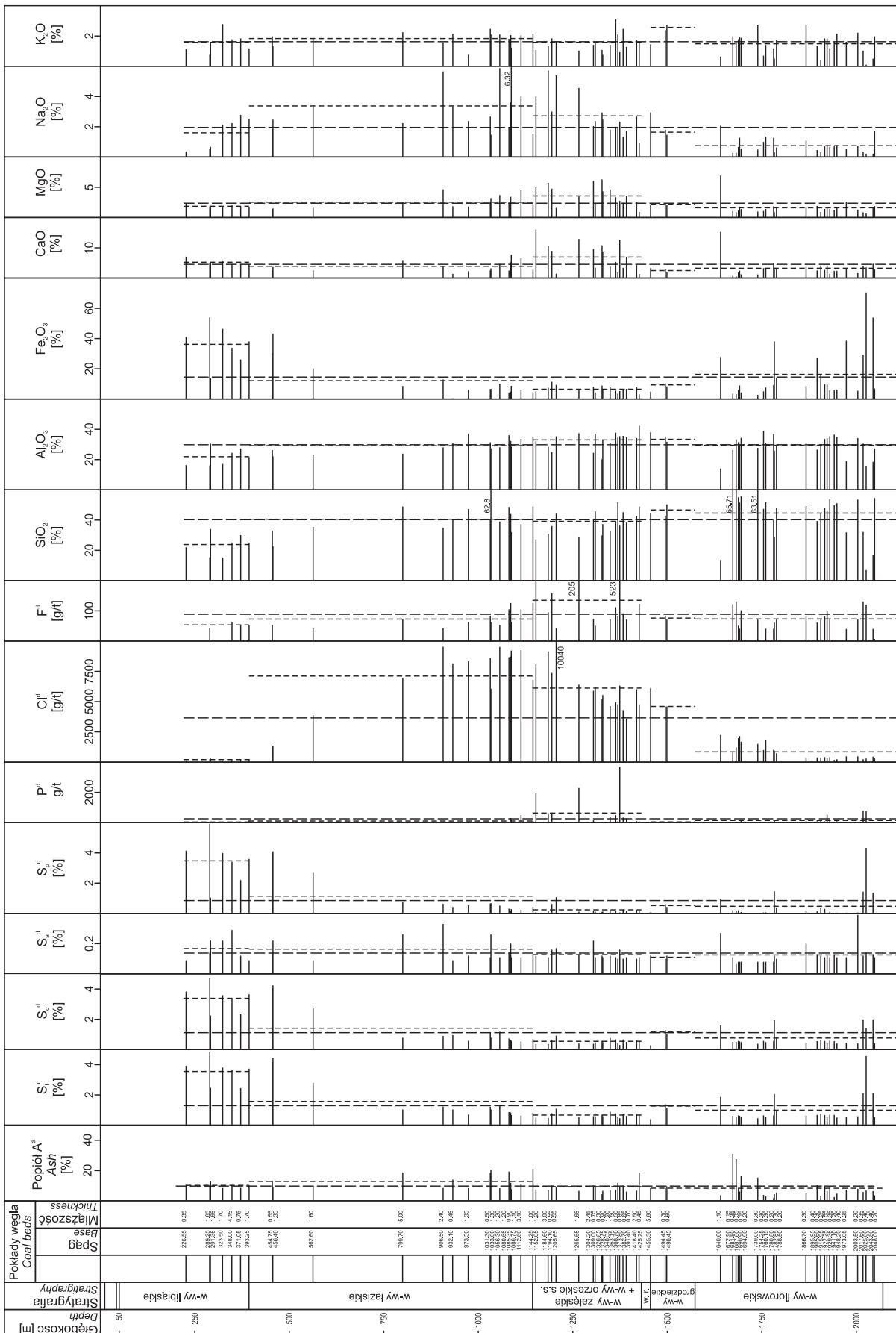
Zawartość baru (Ba) w popiołach węglowych wynosi 500–6700 g/t (średnio 1478 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 24–981 g/t (średnio 160 g/t i jest niższa niż w węglu

ze środkowej części zagłębia. Średnia zawartość baru w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 2807 g/t, z warstw łaziskich – 658 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 1533 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 1800 g/t, z warstw grodzieckich – 2575 g/t, z warstw florowskich – 1388 g/t. Relację  $Ba_A/A$  przedstawiono na [figurze 19](#). Judowicz (1978) umieszcza bar w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe.

Zawartość berylu (Be) w popiołach węglowych wynosi od 5 do powyżej 500 g/t (średnio 117 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu od 1 do powyżej 59 g/t (średnio 11 g/t). Średnia zawartość berylu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 299 g/t, z warstw łaziskich – 72 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 28 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 15 g/t, z warstw grodzieckich – 80 g/t, z warstw florowskich – 164 g/t. W porównaniu do innych przebadanych prób węgla są to zawartości wysokie. Podwyższoną zawartość berylu w popiołach węgla z serii paralicznej stwierdzono uprzednio w szeregu otworów wiertniczych, a z krakowskiej serii piaskowcowej stwierdzono również w otworze Poręba Wielka IG 1. Zależność  $Be_w/A$  przedstawia duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) umieszcza beryl w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe. Zubovic (1966) określa przeciętną organofilność berylu (dla 13 węgli z rejonu wschodniego terytorium USA) na 82%. Winnicki (1975) na podstawie badań statystycznych przeprowadzonych dla węgla z pokładów 419, 510 i 620 z GZW stwierdza ujemną korelację zawartości berylu w węglu z zapozieleniem, co wskazuje na powiązanie jego części z substancją organiczną. Autor ten ilość berylu związanego z substancją organiczną w przebadanym węglu GZW ocenia na 50–60%.

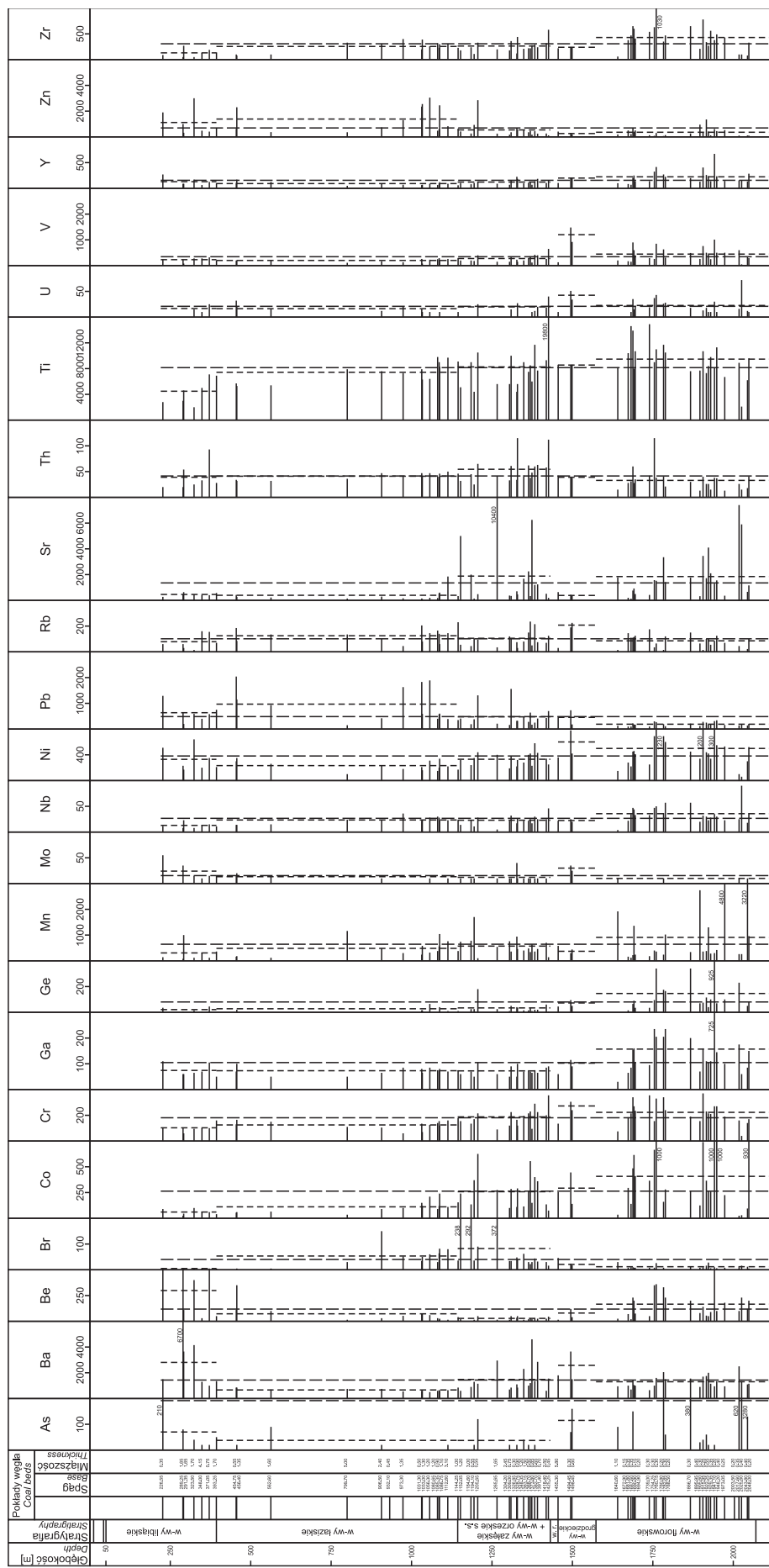
Zawartość bromu (Br) w popiołach węglowych wynosi 0–372 g/t (średnio 39 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–28 g/t (średnio 4 g/t). Średnia zawartość bromu w popiołach węgla z warstw libiąskich jest niższa od granicy oznaczalności (5 g/t), z warstw łaziskich wynosi 50 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 82 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 42 g/t, z warstw grodzieckich – 21 g/t, z warstw florowskich – 12 g/t. Przebieg zmienności bromu w profilu jest analogiczny jak dla chloru. Relację  $Br_w/A$  przedstawia bardzo duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza brom, podobnie jak chlor i pozostałe halogeny, do pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych.

Zawartość kobaltu (Co) w popiołach węglowych wynosi 25–1000 g/t (średnio 264 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 2–96 g/t (średnio 23 g/t). Są to zawartości wyższe niż w węglu ze środkowej części zagłębia. Średnia zawartość kobaltu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 61 g/t, z warstw łaziskich – 111 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 258 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 255 g/t, z warstw grodzieckich – 292 g/t, z warstw florowskich – 407 g/t. W relacji  $Co_w/A$  obserwuje się duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) określa kobalt jako pierwiastek typomorficzny, który należy do grupy pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych. Zubovic (1966) określa przeciętną organofilność kobaltu na 53%.



--- Średnia arytmetyczna - zawartość w profilu  
 - - - Średnia arytmetyczna - zawartość w poszczególnych ogniwach litostratygraficznych

**Fig. 18A. Charakterystyka geochemiczna węgla**  
 Geochemical characteristics of coal



— Średnia arytmetyczna - zawartość w profilu  
 - - - Średnia arytmetyczna - zawartość w poszczególnych ogniwach litostratygraficznych

**Fig. 18B. Charakterystyka geochemiczna węgla**  
 Geochemical characteristics of coal

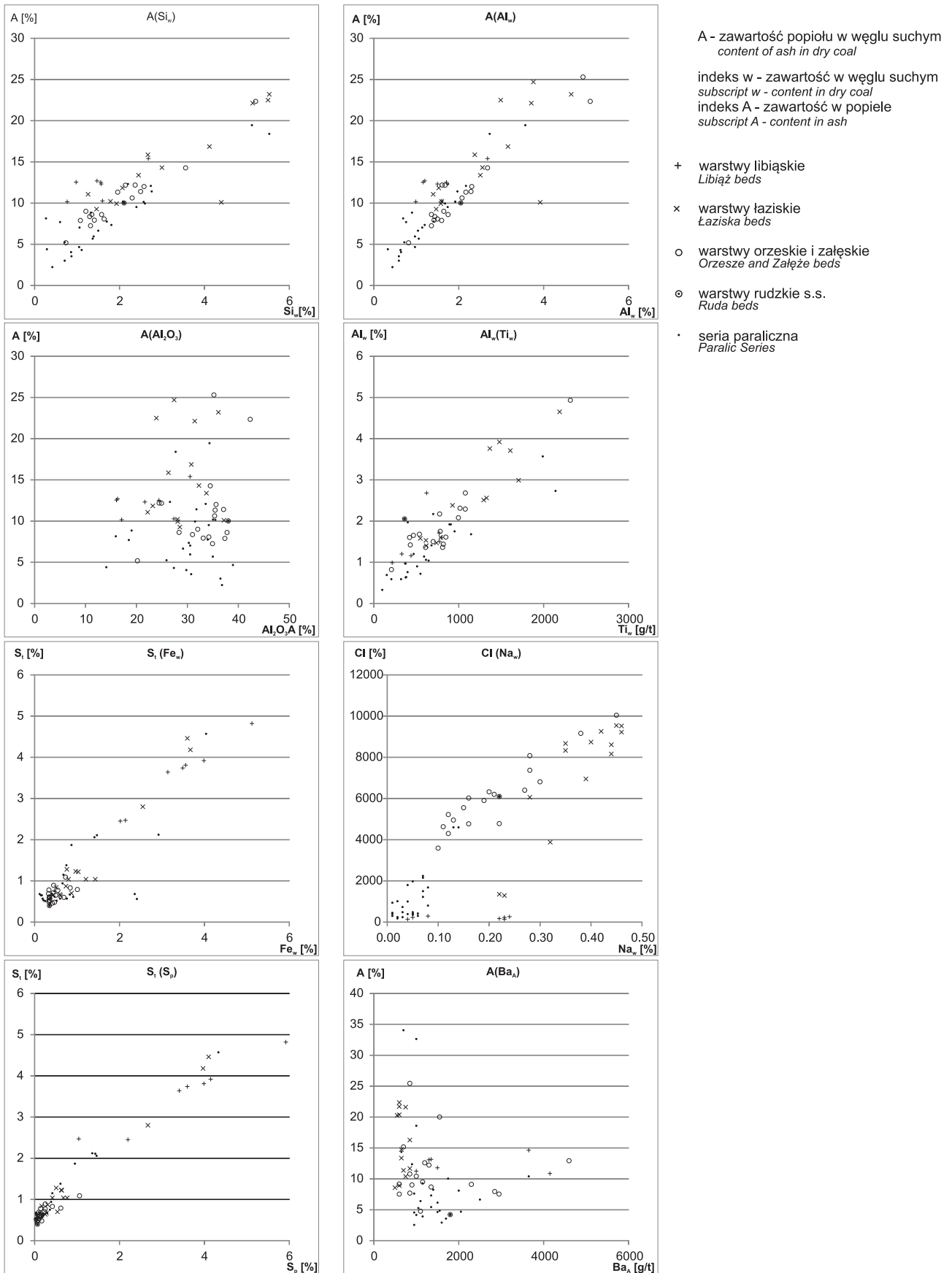


Fig. 19. Wybrane zależności korelacyjne w węglu i ich popiołach

Selected correlation equations in coal and ash coal

Winnicki (1975) ocenia związek kobaltu z substancją organiczną w badanym węglu GZW na 35–40%.

Zawartość chromu (Cr) w popiołach węglowych wynosi 40–370 g/t (średnio 182 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 3–92 g/t (średnio 20 g/t). W profilu nie obserwuje się dużej zmienności koncentracji chromu, w popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość chromu wynosi 129 g/t, z warstw łaziskich – 125 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 188 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 135 g/t, z warstw grodzieckich – 272 g/t, z warstw florowskich – 219 g/t. W relacji  $Cr_w/A$  rysuje się tendencja do zależności prostoliniowej. Judowicz (1978) zalicza chrom do pierwiastków typomorficznych i klasyfikuje go w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających węgiel. Zubovic (1966) określa jego przeciętną organofilność na 55%. Winnicki (1975) ocenia, że w badanym węglu GZW 40–45% chromu jest związana z substancją organiczną.

Zawartość galu (Ga) w popiołach węglowych wynosi 30–725 g/t (średnio 105 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 2–29 g/t (średnio 10 g/t). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość galu wynosi 74 g/t, z warstw łaziskich – 73 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 72 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 60 g/t, z warstw grodzieckich – 115 g/t, z warstw florowskich – 157 g/t. Wzbogacenie w gal (725 g/t) występuje w próbkach z warstw florowskich z głęb. 1941,10 m. Popiół ten (3,04%) jest również wzbogacony w Be, Co, Ge, Ni, V i Y. Wyróżnia się niską zawartością pirytu (0,12%) oraz niskim stosunkiem  $Sp/St=0,04$ . W zależności  $Ga_w/A$  rysuje się tendencja do korelacji prostoliniowej. Judowicz (1978) zalicza gal do pierwiastków typomorficznych i klasyfikuje go w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe. Zubovic (1966) określa jego przeciętną organofilność na 79%. Według Winnickiego (1975) główna część galu w węglu GZW jest związana nieorganicznie z ilastymi zanieczyszczeniami. Autor ten ocenia, że 30–40% galu jest związana z substancją organiczną w przebadanym węglu GZW.

Zawartość germanu (Ge) w popiołach węglowych wynosi 0–925 g/t (średnio 65 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–24 g/t (średnio 4 g/t). W porównaniu do zawartości germanu w popiołach węgla ze środkowej części zagłębia są to zawartości nieco podwyższone, szczególnie w serii paralicznej. W popiołach węgla z warstw libiąskich zawartość germanu wynosi 15 g/t, z warstw łaziskich – 13 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 32 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 45 g/t, z warstw grodzieckich – 72 g/t, z warstw florowskich – 134 g/t. W obrębie warstw florowskich we wspomnianej przy omawianiu galu próbce z głęb. 1941,10 m zawartość germanu jest bardzo wysoka (925 g/t). W zależności  $Ge_w/A$  obserwuje się bardzo duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza german do pierwiastków typomorficznych i klasyfikuje go w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe. Zubovic (1966) określa jego przeciętną organofilność na 87%. Winnicki (1964) stwierdza powiązanie germanu w węglach GZW w większości sorpcyjne (german wymywany z węgla wodą), w wodorotlenkach i siarczkach żelaza (german wymywany rozcieńczonym kwasem solnym i pirydyną) oraz w huminach (pozostała część germanu). Winnic-

ki (1975), badając węgiel z pokładów 419, 510 i 620 z GZW uzyskał ujemny współczynnik korelacji germanu w popiele ze stopniem zapopielenia węgla. Autor ten ilość germanu związanego z substancją organiczną dla przebadanego węgla z GZW określa na ok. 40%.

Zawartość manganu (Mn) w popiołach węglowych wynosi 80–5220 g/t (średnio 675 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 10–480 g/t (średnio 71 g/t). Średnia zawartość manganu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 306 g/t, z warstw łaziskich – 483 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 566 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 580 g/t, z warstw grodzieckich – 370 g/t, z warstw florowskich – 673 g/t. Wysoka zawartość manganu towarzyszy podwyższonej zawartości żelaza węglanowego. W próbce z głęb. 2043,80 m zawartość manganu wynosi 5220 g/t, a  $Fe_2O_3$  – 53,9%, przy czym stosunek  $Fe_p/Fe_t=0,40$ . W zależności  $Mn_w/A$  obserwuje się duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) nie zalicza manganu do pierwiastków typomorficznych, klasyfikuje go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, czasem dla nich deficytowych. Większość autorów badających organofilność pierwiastków w węglu stwierdza powiązanie manganu z substancją nieorganiczną.

Zawartość molibdenu (Mo) w popiołach węglowych wynosi 0–55 g/t (średnio 8 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–6 g/t (średnio 0,6 g/t). Średnia zawartość molibdenu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 21 g/t, z warstw łaziskich 6 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 9 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 0 g/t, z warstw grodzieckich – 30 g/t, z warstw florowskich – 2 g/t. Judowicz (1978) zalicza molibden do pierwiastków typomorficznych, zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe. Zubovic (1966) określa jego organofilność na 40%.

Zawartość niobu (Nb) w popiołach węglowych wynosi 4–90 g/t (średnio 27 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0,2–12 g/t (średnio 2,8 g/t). Średnia zawartość niobu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 13 g/t, z warstw łaziskich – 23 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 24 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 20 g/t, z warstw grodzieckich – 22 g/t, z warstw florowskich – 36 g/t. Zależność  $Nb_w/A$  jest zbliżona do prostoliniowej, co wskazuje na przeważający udział niobu w substancji mineralnej klastogenicznej. Judowicz (1978) określa niob jako pierwiastek egzotyczny dla popiołów węglowych.

Zawartość niklu (Ni) w popiołach węglowych wynosi 60–1300 g/t (średnio 380 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 4–91 g/t (średnio 35 g/t). Średnia zawartość niklu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 316 g/t, z warstw łaziskich – 231 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 331 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 360 g/t, z warstw grodzieckich – 600 g/t, z warstw florowskich – 499 g/t. Obserwuje się podwyższenie zawartości niklu w stosunku do zawartości średniej w popiołach węgla z serii paralicznej. W zależności  $Ni_w/A$  obserwuje się duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza nikiel do pierwiastków typomorficznych, które czasem wzbogacają popioły węglowe, czasem są dla nich deficytowe. Zubovic (1966) określa organofilność

niklu na 59%. Winnicki (1975) ocenia związek niklu z substancją organiczną w badanym węglu GZW na ok. 40%.

Zawartość ołowiu (Pb) w popiołach węglowych wynosi 100–2040 g/t (średnio 474 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 6–372 g/t (średnio 59 g/t). W porównaniu do zawartości ołowiu w popiołach węgla ze środkowej części zagłębia są to koncentracje dosyć wysokie. Średnia zawartość ołowiu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 649 g/t, z warstw łaziskich – 922 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 475 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 400 g/t, z warstw grodzieckich – 455 g/t, z warstw florowskich – 185 g/t. Wysokie wzbogacenia w ołów w pojedynczych pokładach węgla występują w węglu z górnej części profilu, do głęb. 1310 m (w siedmiu próbkach zawartość ołowiu przekracza 1000 g/t, w jednej wynosi nawet 2040 g/t). Nie ma związku zawartości  $Pb_w$  z zapozieleniem. Według Judowicza (1978) ołów należy do pierwiastków typomorficznych zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe. Inni autorzy stwierdzają powiązanie ołowiu niemal wyłącznie z substancją nieorganiczną węgla.

Zawartość rubidu (Rb) w popiołach węglowych wynosi 0–235 g/t (średnio 98 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–58 g/t (średnio 13 g/t). Średnia zawartość rubidu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 63 g/t, z warstw łaziskich – 125 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 106 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 30 g/t, z warstw grodzieckich – 208 g/t, z warstw florowskich – 82 g/t. Korelacja  $Rb_w/A$  jest zbliżona do prostoliniowej. Również zbliżona do prostoliniowej jest zależność  $Rb_w/K_w$ , co wskazuje na związanie rubidu w minerałach potasowych. Judowicz (1978) nie zalicza rubidu do pierwiastków typomorficznych i klasyfikuje go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych.

Zawartość strontu (Sr) w popiołach węglowych wynosi 90–10400 g/t (średnio 1360 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 17–784 g/t (średnio 114 g/t). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość strontu wynosi 457 g/t, z warstw łaziskich – 351 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 1950 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 640 g/t, z warstw grodzieckich – 380 g/t, z warstw florowskich – 1849 g/t. Wysoka zawartość strontu występuje w 3 próbkach z serii mułowcowej – towarzyszy ona wysokiej zawartości fosforu i podwyższonej zawartości CaO, jak o tym wspomniano przy omawianiu fosforu. Również w popiołach węgla z warstw florowskich stwierdzono podwyższoną zawartość strontu i fosforu. Zależność  $Sr_w/A$  przedstawia bardzo duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza stront do pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe.

Zawartość toru (Th) w popiołach węglowych wynosi 13–115 g/t (średnio 42 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0,5–29 g/t (średnio 4,8 g/t). Średnia zawartość toru w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 39 g/t, z warstw łaziskich – 42 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 54 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 42 g/t, z warstw grodzieckich – 44 g/t, z warstw florowskich – 33 g/t. Zależność  $Th_w/A$  zbliżona jest do prostoliniowej. Judowicz (1978) zalicza tor do pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych.

Zawartość tytanu (Ti) w popiołach węglowych wynosi 2000–19000 g/t (średnio 8058 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 100–4971 g/t (średnio 965 g/t). Średnia zawartość tytanu w popiołach węgla z warstw libiąskich jest bardzo niska i wynosi 4471 g/t, z warstw łaziskich – 7431 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 8222 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 8600 g/t, z warstw grodzieckich – 8550 g/t, z warstw florowskich – 9258 g/t. W próbkach z warstw florowskich stwierdzono szereg wzbogaceń popiołów węglowych w tytan. W 10 próbkach zawartość tytanu przekracza 1000 g/t. Zależność  $Ti_w/A$  wskazuje na udział tytanu w substancji mineralnej klastogenicznej. Judowicz (1978) określa tytan jako pierwiastek typomorficzny lecz umieszcza go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych. Zubovic (1966) określa organofilność tytanu na 78%. Stosunek Al/Ti, wskazujący na względne wzbogacenie węgla górnośląskiego w tytan, przedstawiono uprzednio przy omawianiu zawartości glinu w popiołach węglowych.

Zawartość uranu (U) w popiołach węgla wynosi 0–72 g/t (średnio 14 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 0–10 g/t (średnio 1,2 g/t). Średnia zawartość uranu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 7 g/t, z warstw łaziskich – 11 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 10 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 10 g/t, z warstw grodzieckich – 42 g/t, z warstw florowskich – 19 g/t. Nie ma większych zróżnicowań w badanym profilu, jak również brak związku z zapozieleniem węgla. Judowicz (1978) zalicza uran, podobnie jak tor, do pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych.

Zawartość wanadu (V) w popiołach przebadanego węgla wynosi 50–1480 g/t (średnio 352 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 4–169 g/t (średnio 47 g/t). Średnia zawartość wanadu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 231 g/t, z warstw łaziskich – 208 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 284 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 130 g/t, z warstw grodzieckich – 1200 g/t, z warstw florowskich – 455 g/t. W relacji  $V_w/A$  obserwuje się dość duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza wanad do pierwiastków typomorficznych i umieszcza go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych. Zubovic (1966) określa organofilność wanadu na 76%. Winnicki (1975) stwierdza, że zawartość wanadu w krajowym węglu jest znaczna i niezależna od stopnia uwęglenia. Wyższą zawartość wanadu spotyka się w węglu stosunkowo czystym tzn. poniżej 10% popiołu, ale również w silnie zanieczyszczonym. Autor ten ilość wanadu związanego z substancją organiczną w przebadanym węglu z GZW ocenia na 50–60%.

Zawartość itru (Y) w popiołach węglowych wynosi 50–670 g/t (średnio 161 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 4–42 g/t (średnio 15 g/t). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość itru wynosi 130 g/t, z warstw łaziskich – 93 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 122 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 105 g/t, z warstw grodzieckich – 245 g/t, z warstw florowskich – 232 g/t. Zmienność w profilu

jest niewielka; pewne podwyższenie średniej zawartości itru stwierdzono w popiołach węglowych z serii paralicznej. Najwyższą zawartość itru 670 g/t oznaczono w popiele węglowym (próbka z głęb. 1941,10 m) wzbogaconym również w Be, Co, Ga, Ge, Ni, V i W. W relacji  $Y_w/A$  obserwuje się duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) określa itr jako pierwiastek typomorficzny i umieszcza go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych. Zubovic (1966) określa jego organofilność na 53%.

Zawartość cynku (Zn) w popiołach węglowych wynosi 50–6000 g/t (średnio 758 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 3–553 g/t (średnio 93 g/t). W popiołach węgla z warstw libiąskich średnia zawartość cynku wynosi 1631 g/t, z warstw łaziskich – 1423 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 539 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 410 g/t, z warstw grodzieckich – 260 g/t, z warstw florowskich – 364 g/t. Wzbogacenie w cynk jest nieregularne. W popiołach węglowych z otworu Chelmek IG 1 wysoka zawartość cynku występuje w wielu próbkach z górnej części profilu do głęb. ok. 1200 m. W zależnościach  $Zn_w/A$  i  $Zn_A/A$  obserwuje się duży rozrzut wyników. Judowicz (1978) zalicza cynk do pierwiastków typomorficznych i umieszcza go w grupie pierwiastków czasem wzbogacających popioły węglowe, a czasem dla nich deficytowych. Zubovic (1966) określa organofilność cynku na 0%.

Zawartość cyrkonu (Zr) w popiołach węglowych wynosi 50–1030 g/t (średnio 310 g/t), w przeliczeniu na zawartość w węglu 3–160 g/t (średnio 33 g/t). Średnia zawartość cyrkonu w popiołach węgla z warstw libiąskich wynosi 131 g/t, z warstw łaziskich – 260 g/t, z warstw orzeskich s.s. i załęskich – 264 g/t, z warstw rudzkich s.s. – 220 g/t, z warstw grodzieckich – 240 g/t, z warstw florowskich – 433 g/t. W badanym profilu obserwuje się niską zawartość w popiołach węglowych z warstw libiąskich, a podwyższoną w popiołach węglowych z warstw florowskich. Maksymalna zawartość cyrkonu (1030 g/t) występuje w próbce wzbogaconej również wysoko w Ni, Co i V z głęb. 1455,30 m. W zależności  $Zr_w/A$  rysuje się tendencja do korelacji pozytywnej przy dość dużym rozrzucie wyników. Judowicz (1978) określa cyrkon jako pierwiastek typomorficzny i umieszcza go w grupie pierwiastków zazwyczaj wzbogacających popioły węglowe.

W podsumowaniu wyżej przedstawionych informacji, dotyczących zawartości pierwiastków podrzędnych i śladowych w popiołach węgla z otworu wiertniczego Chelmek IG 1, należy stwierdzić, że większość omawianych pierwiastków występuje w koncentracjach zbliżonych do koncentracji przeciętnych dla popiołów węgla z centralnej części zagłębia. W węglach warstw libiąskich, zalegających w stropie karbonu badanego profilu, wzbogacenia dotyczą Ba, Be, Pb i Zn, natomiast wyraźnie mniejsze są zawartości pozostałych pierwiastków: Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Ti, U, V, Y i Zr. Większość omawianych pierwiastków (As, Be, Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Ni, Sr, Ti, U, V, Y i Zr) wykazuje podwyższenie koncentracji w popiołach węgla z dolnej części badanego profilu karbonu. W popiołach węgla z serii paralicznej ob-

serwuje się niską zawartość Pb i Zn. Kilka pokładów węgla z tej serii (z głęb.: 1769,15; 1905,60 i 1941,10 m) jest wyraźnie wzbogaconych w szereg pierwiastków śladowych.

### Analiza zmienności geochemicznych węgla w odniesieniu do ogniw litostratygraficznych karbonu

Zmienności geochemiczne węgla oraz wartości średnich arytmetycznych w obrębie poszczególnych ogniw litostratygraficznych karbonu przedstawiono w tabelach: 33 (w pokładach bilansowych), 34 (w popiołach całego przebadanego węgla) i 35 (w całym przebadanym węglu) oraz graficznie na figurach 18A i B.

Z krakowskiej serii piaskowcowej, z warstw libiąskich przebadano siedem próbek węgla (10,3% ogółu przebadanych próbek), w tym pięć z pokładów bilansowych. Zawartość popiołu w węglu z warstw libiąskich wynosi 10,9–16,4% (średnio 13,2%). W podstawowym składzie chemicznym popiołów zwraca uwagę niska zawartość  $SiO_2$  i wysoka zawartość  $Fe_2O_3$  (18,6–53,9%, średnio 36,9%). Żelazo to w większości jest związane w formie siarczkowej (tab. 36). Średnia zawartość  $SiO_2$  wynosi 24,3%,  $Al_2O_3$  – 21,9%,  $Fe_2O_3$  – 36,9%,  $CaO$  – 5,2%,  $MgO$  – 1,9%,  $Na_2O$  – 1,6%,  $K_2O$  – 1,6%. Średnia wartość modułu M wynosi 0,92, a średni stosunek  $Si/Al = 0,97$ . Wartości te wskazują na względnie niski udział krzemionki w stosunku do zawartości  $Al_2O_3$ . Średnia wartość modułu  $K = -0,66$  wskazuje na wysoki udział żelaza w substancji mineralnej badanego węgla. Stosunek  $CaO+MgO$  jest wysoki i wynosi średnio 2,8. Stosunek  $Na/K = 0,9$  wskazuje na przewagę zawartości potasu nad sodem. Średnia zawartość chloru 209 g/t jest bardzo niska. Zawartość siarki całkowitej jest wysoka i wynosi 2,5–4,8% (średnio 3,6%). Jest to głównie siarka pirytowa (tab. 36). Średnia zawartość fosforu P – 40 g/t jest bardzo niska, a średnia zawartość fluoru wynosi 31 g/t. Wśród większości pierwiastków podrzędnych i śladowych stwierdzono koncentracje niższe od średnich otworowych (Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Ti, U, V, Y, Zr), natomiast wiele spośród omawianych popiołów jest wzbogaconych w Ba, Be, Pb i Zn.

Z krakowskiej serii piaskowcowej, z warstw łaziskich przebadano 14 próbek węgla (20,6% ogółu przebadanych próbek), w tym 11 z pokładów bilansowych. Średnie zapozielenie wynosi 16,8%. Średnia zawartość podstawowych składników popiołów wynosi:  $SiO_2$  – 41,2%,  $Al_2O_3$  – 29,5%,  $Fe_2O_3$  – 13,2%,  $CaO$  – 3,9%,  $MgO$  – 2,9%,  $Na_2O$  – 3,4%,  $K_2O$  – 1,8%. Średnia wartość modułu  $M = 0,74$  oraz średni stosunek  $Si/Al = 1,24$  wskazują na wyraźną przewagę krzemionki nad glinem. Wartość modułu  $K = -0,18$ . Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  w profilu warstw łaziskich zmniejsza się w miarę rosnącej głębokości zalegania węgla od ok. 0,95 do 0,30. Stosunek  $CaO/MgO$  wynosi średnio 1,3. Wysoka wartość stosunku  $Na/K$  (średnio 1,81) wynika z wysokiej zawartości w badanym węglu sodu związanego z bardzo wysoką zawartością chloru (1290–9520 g/t, średnio 7118 g/t). Zawartość siarki całkowitej jest wysoka tylko w trzech próbkach

węgla (4,2; 4,5 i 2,8%) z górnej części profilu warstw łaziskich. W węglu tym stosunek  $S_p/S_t$  podobnie jak  $F_p/F_t$  przekracza 0,90. Średnia zawartość fosforu wynosi 106 g/t, fluoru – 67 g/t. Średnie zawartości większości pierwiastków podrzędnych i śladowych są niższe od średnich otworowych. Wyraźne podwyższenie koncentracji stwierdzono dla ołowiu Pb i cynku Zn.

Z serii mułowcowej, z warstw orzeskich s.s. i załęskich przebadano 18 próbek węgla (26,5% ogółu przebadanych próbek), w tym dziewięć z pokładów bilansowych. Średnia zawartość popiołu w przebadanym węglu wynosi 11,3%. Podstawowy skład chemiczny popiołów przedstawia się następująco (zawartość średnia):  $SiO_2$  – 39,2%,  $Al_2O_3$  – 33,6%,  $Fe_2O_3$  – 6,5%,  $CaO$  – 7,2%,  $MgO$  – 3,6%,  $Na_2O$  – 2,7%,  $K_2O$  – 1,5%. Średnia wartość modułu M wynosi 0,88, a średnia wartość wskaźnika  $Si/Al = 1,04$ . Wartość modułu  $K = +0,18$  wskazuje na podwyższony udział mineralizacji dolomitowo-kalcytowej w stosunku do pirytowej i syderytovej. Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  jest niski (tab. 36), poza jedną próbką (z głęb. 1205,65 m), w której żelazo i siarka są związane w formie siarczkowej (węgiel ten wzbogacony jest w As, Co, Ge, Pb, Zn). Stosunek  $CaO/MgO$  wynosi średnio 2,0. Wysoki stosunek  $Na/K = 1,81$  odzwierciedla wysoką, szczególnie do głęb. ok. 1270 m, zawartość sodu związanego z wysoką zawartością chloru. Średnia zawartość chloru wynosi 6121 g/t, a wartość ekstremalną (10040 g/t) w całym profilu oznaczono w próbce z głęb. 1205,65 m. Zawartość siarki całkowitej jest niewysoka i wynosi 0,48–1,09% (średnio 0,67%), przy czym stosunek  $S_p/S_t$  wynosi 0,31. Średnia zawartość fosforu P jest wysoka i wynosi 634 g/t. W trzech próbkach zawartość fosforu jest bardzo wysoka: 1921, 2292 i 3685 g/t i towarzyszy jej podwyższona zawartość fluoru oraz  $CaO$  i  $Sr$  w popiołach węgla, wskazując na związanie fosforu w postaci apatytu. Średnia zawartość fluoru wynosi 112 g/t. Spośród pierwiastków podrzędnych i śladowych większość występuje w koncentracjach bliskich lub nieco niższych od średnich otworowych. Podwyższona jest zawartość strontu ( $Sr$ ) i bromu ( $Br$ ) związanego z wysoką zawartością chloru.

Z górnośląskiej serii piaskowcowej, z warstw rudzkich s.s. przeanalizowano geochemicznie jedną próbkę węgla (z pokładu bilansowego o miąższości 5,80 m). Węgiel ten zawiera 10,2% popiołu o składzie chemicznym:  $SiO_2$  – 44,3%,  $Al_2O_3$  – 38,0%,  $Fe_2O_3$  – 4,9%,  $CaO$  – 3,3%,  $MgO$  – 2,0%,  $Na_2O$  – 2,9%,  $K_2O$  – 1,5%. Wartość modułu M wynosi 0,86, a modułu  $K = +0,05$ . Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  wynosi 0,17,  $S_p/S_t = 0,18$ . Zawartość siarki całkowitej ( $V_s$ ) jest niska i wynosi 0,40%, zawartość fosforu – 20 g/t, zawartość fluoru poniżej 40 g/t, a zawartość chloru wynosi – 6100 g/t. Wśród większości pierwiastków podrzędnych i śladowych stwierdzono koncentracje bliskie średnim otworowym, niższe wykazują: As, Be, Mo, Rb,  $Sr$ , V, Y i Zn.

Z serii paralicznej, z warstw grodzieckich przebadano dwie próbki węgla (2,9% ogółu przebadanych próbek), z pokładów niebilansowych. Średnie zapopielenie wynosi 10,8%. Średnia zawartość podstawowych składników po-

piołów wynosi:  $SiO_2$  – 46,7%,  $Al_2O_3$  – 33,4%,  $Fe_2O_3$  – 9,3%,  $CaO$  – 2,5%,  $MgO$  – 2,2%,  $Na_2O$  – 1,6%,  $K_2O$  – 2,6%. Średnia wartość modułu  $M = 0,72$  oraz średnia wartość wskaźnika  $Si/Al = 1,24$  wskazują na wyraźną przewagę krzemionki nad  $Al_2O_3$ . Wartość modułu  $K = -0,34$ . Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  wynosi średnio 0,61, a  $S_p/S_t = 0,41$ . Przeważająca część żelaza jest związana nie siarczkowo. Stosunek  $CaO/MgO$  wynosi średnio 1,1. Średni stosunek  $Na/K = 0,58$  wskazuje na przewagę potasu nad sodem. Niska zawartość sodu jest związana z obniżoną w stosunku do średniej otworowej zawartością chloru (średnio 4600 g/t). Zawartość siarki całkowitej  $S_t$  wynosi średnio 1,26%, fluoru – 76 g/t. Średnia zawartość fosforu jest bardzo niska i wynosi 46 g/t. Wśród większości pierwiastków podrzędnych i śladowych stwierdzono koncentracje nieco wyższe od średnich otworowych, wyraźnie wyższe w przypadku wanadu oraz nieco niższe Be, Mn,  $Sr$ , Zn i Zr.

Z serii paralicznej, warstw florowskich przeanalizowano geochemicznie dwadzieścia sześć próbek węgla (38,2% ogółu przebadanych próbek), w tym tylko jedną z pokładu bilansowego. Zawartość popiołu w przebadanym węglu zmienia się w szerokim zakresie 2,3–37,3% (średnio 10,0%). Również koncentracja podstawowych składników chemicznych popiołów wykazuje bardzo dużą zmienność, a ich średnia zawartość wynosi:  $SiO_2$  – 44,6%,  $Al_2O_3$  – 29,5%,  $Fe_2O_3$  – 16,3%,  $CaO$  – 3,2%,  $MgO$  – 1,6%,  $Na_2O$  – 0,7%,  $K_2O$  – 1,5%. W wielu popiołach przebadanego węgla stwierdzono bardzo wysoką zawartość krzemionki (w 11 próbkach przekracza 50%). Szczególnie wysoką koncentrację żelaza oznaczono w popiołach węgla ze spągowej części badanego profilu. Średnia wartość modułu M wynosi 0,75, a średnia wartość wskaźnika  $Si/Al = 1,32$ . Wartość modułu  $K = -0,39$  wskazuje na przewagę mineralizacji związkami żelaza nad mineralizacją kalcytowo-dolomitową. Tylko próbka z pokładu bilansowego z głęb. 1640,60 m oprócz podwyższonej zawartości  $Fe_2O_3$  (27,8%) ma również wysoką zawartość  $CaO$  (15,3%) i  $MgO$  (6,9%). Stosunek  $Fe_p/Fe_t$  w węglu z omawianej warstwy zmienia się w szerokich granicach 0,02–0,94 (tab. 36). Zawartość chloru jest niska (średnio 841 g/t) i maleje w miarę rosnącej głębokości zalegania węgla. Zawartość siarki całkowitej  $S_t$  wynosi 0,46–4,57% (średnio 0,29%), fosforu P – 10–784 g/t (średnio 143 g/t), a fluoru F średnio 62 g/t. Spośród pierwiastków podrzędnych i śladowych większość występuje w koncentracjach wyższych od średnich otworowych (As, Be, Co, Ge, Mn, Ni,  $Sr$ , Ti, V, Y, Zr). Arsen występuje w bardzo wysokich koncentracjach w popiołach próbek wysoko żelazistych. Zawartość berylu jest względnie wysoka szczególnie w próbkach z interwału głęb. 1754–1866 m oraz z głęb. 1941,10 m (próbka ta wzbogacona jest także w wiele innych pierwiastków śladowych: Co, Ga, Ge, Ni, V, Y). Szczególnie wzbogacone w pierwiastki śladowe są również dwie inne próbki z głęb. 1769,15 m (Co, Ni,  $Sr$ , V, Y, Zr) i 1905,60 m (Co, Cr, Ni,  $Sr$ , V, Y). Probka z pokładu bilansowego z głęb. 1640,60 m ma podwyższoną zawartość Mn i  $Sr$ , a niską zawartość Co, Ni, Rb, Ti, Zr. Zawartość strontu  $Sr$  w popiołach węgla z warstw florowskich zmienia się od 150

do 7400 g/t (średnio 1849 g/t). W koncentracjach niższych od średnich otworowych występują Pb i Zn.

### Podsumowanie

Na podstawie analizy chemicznej 68 próbek węgla z otworu wiertniczego Chełmek IG 1 (w tym 27 próbek z pokładów bilansowych) przedstawiono zakresy koncentracji oraz korelacje poszczególnych składników geochemicznych oraz przebieg ich zmienności w profilu karbonu w odniesieniu do ogniw litostratygraficznych karbonu.

Zapopielenie omawianego węgla wynosi przeciętnie 12,1% (węgiel z pokładów bilansowych – 12,8%). Podstawowy skład chemiczny popiołów jest głównie glinowo-krzemianowy, aczkolwiek w popiołach węgla z warstw libiąskich bardzo wysoki i wysoki jest udział  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (średnio 36,9%) we wszystkich próbkach, a w popiołach węgla z serii paralicznej zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (średnio 16,3%) zmienia się w szerokim zakresie 2,8–70,5%. Zawartość pirytu jest wysoka (średnio 6,7%) w węglu z górnej części badanego profilu (do głęb. 562,60 m) oraz w kilku próbkach z warstw florowskich. Szczególnie wysoką zawartość  $\text{SiO}_2$  (do 65,7%) stwierdzono w popiołach węgla z serii paralicznej. W podstawowym składzie popiołów węgla z otworu Chełmek IG 1 obserwuje się zmienność zawartości sodu równoległą do zmienności zawartości chloru. W węglu z gór-

nej części profilu (do głęb. ok. 460 m) zawartość obu pierwiastków jest niska, następnie rośnie (maksymalna zawartość  $\text{Na}_2\text{O}$  w popiele wynosi 5,9%, a chloru w węglu 10040 g/t), po czym od głęb. ok. 1500 m następuje spadek zawartości obu pierwiastków. Zawartość siarki całkowitej wynosi 0,40–4,82 (średnio 1,32%). Wysoka zawartość siarki całkowitej występuje w węglu z górnej części profilu (do głęb. ok. 560 m) oraz w trzech próbkach węgla ze spągowej części badanego profilu, analogicznie do omawianej wyżej zawartości pirytu w węglu. Średnia zawartość fosforu w badanym węglu wynosi 255 g/t (10–3685 g/t). Wysoka zawartość fluoru występuje tylko w jednej próbce z głęb. 1373,80 m.

Zawartość pierwiastków podrzędnych i śladowych jest zbliżona do zawartości przeciętnych dla węgla ze środkowej części zagłębia. Pierwiastki Ba, Be, Pb, Zn wykazują podwyższoną koncentrację w stosunku do średnich otworowych w popiołach węgla z warstw libiąskich, zalegających w stropie karbonu produktywnego. Większość pozostałych pierwiastków (Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Ti, U, V, Y, Zr) ma mniejszą zawartość w popiołach węgla z tych warstw. W serii paralicznej wzbogacenia dotyczą: As, Be, Co, Cr, Ga, Ge, Mn, Ni, Sr, Ti, U, V, Y, Zr. Kilka próbek węgla z serii paralicznej (1769,15; 1905,60 i 1941,10 m) wyróżnia się wysokim wzbogaceniem w wiele pierwiastków śladowych. Podwyższoną koncentrację Be stwierdzono zarówno w stropie, jak i spągu badanego profilu karbonu.

**Janusz JURECZKA, Zbigniew PEKAŁA**

### BADANIA GAZOWE WĘGLA

W otworze Chełmek IG 1 przeprowadzono następujące rodzaje badań gazowych (Pękała, 1988):

- badania zawartości metanu i jakości gazu w pokładach węgla metodą degazacji próżniowej
- badania desorbometryczne pokładów węgla
- badania zawartości węglowodorów w płuczce wiertniczej (patrz rozdz. *Wyniki badań hydrogeologicznych*).

#### Metodyka i zakres badań

Badania zawartości metanu i jakości gazu w pokładach węgla metodą degazacji próżniowej

Opróbowanie do badań gazowych polegało na pobraniu na otworze próbki rdzenia węglowego do specjalnego, hermetycznie zamykanego pojemnika. Następnie pobraną próbkę odgazowywano w próżni w dwóch fazach (z mieleciem węgla w drugiej fazie), a otrzymany w ten sposób gaz analizowano w aparacie chromatograficznym na zawartość węglowodorów i innych gazowych składników towarzyszących ( $\text{N}_2$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  i He). Na podstawie analizy określono zawartość metanu w pokładzie węgla w  $\text{m}^3/\text{t}$  wę-

gla, a po uwzględnieniu zawartości wilgoci i popiołu w badanym węglu oraz współczynnika zwiększającego 1,33 (z uwagi na nieuniknione straty gazu w procesie wiertniczym i podczas pobierania próbki) ostateczny wynik badania podano w metrach sześciennych metanu na tonę czystej (bezpopyłowej) i suchej (bez wilgoci) substancji węglowej ( $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{t}$  csw). Tak obliczona metanonośność była podstawą do określenia stopnia (kategorii) zagrożenia metanowego danego pokładu węgla.

Do pojemników hermetycznych opróbowano 43 pokłady węgla z głęb. 904,10–2043,80 m.

Badania desorbometryczne pokładów węgla

Bezpośrednio na otworze wykonano badania desorbometryczne dla 40 pokładów węgla z głęb. 1031,70–2043,80 m. Badania polegały na pomiarze intensywności wydzielania się gazu mierzonej przyrostem ciśnienia  $\Delta P$  z odpowiednio przygotowanej (rozdrobnionej) próbki węgla umieszczonej w desorbometrze typu DMC-2. Wynik pomiaru  $\Delta P$  w mm słupa  $\text{H}_2\text{O}$  odczytywano na skali przyrządu po drugiej ( $\Delta P_2$ ) i czwartej ( $\Delta P_4$ ) minucie od chwili rozpoczęcia pomiaru. W toku dalszych prac określono ci-

śnienie gazu w pokładzie oraz właściwości desorpcyjne, czyli zdolność wydzielania się gazu z pokładu w zależności od ciśnienia nasycenia. Wartość  $\Delta P_2$  wraz z metanonośnością pokładu i wskaźnikiem zwięzłości węgla informuje o zdolności węgla do wyrzutów metanu. Węgiel jest skłonny do wyrzutów metanu, gdy  $\Delta P_2 > 120$  mm H<sub>2</sub>O, metanonośność  $> 8,0$  m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t csw i wskaźnik zwięzłości węgla  $< 0,3$ .

#### Charakterystyka metanonośności przewierconych pokładów węgla

Zawartość metanu w pokładach węgla jest zróżnicowana z głębokością zalegania pokładów (tab. 37, fig. 20). Do spągowej części krakowskiej serii piaskowcowej, głęb. ok. 1100 m, występują pokłady niemietanowe. Poniżej, do głęb. ok. 1450 m, metanonośność nieco wzrasta i utrzymuje się na niewysokim poziomie (do maksymalnie 2,215 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t csw). W interwale 1450,00–1650,00 m zawartość metanu w pokładach węgla wzrasta do 4,00 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t csw. Poniżej głęb. 1650,00 m do końca otworu występują pokłady wysokometanowe, maksymalnie do 9,419 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t csw na głęb. 2003,50 m. Jest to jedyny przypadek IV najwyższej kategorii zagrożenia (powyżej 8,0 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t csw). Rozkład metanonośności potwierdzają badania desorbometryczne (fig. 20) – określone na ich podstawie ciśnienie gazu w pokładach waha się w granicach 1,2–8,9 atm, a poniżej 1500 m od 10,3 do ponad 20,0 atm. Średnie własności desorpcyjne dla całego otworu wynosiły od 10 mm H<sub>2</sub>O / 3 g csw dla ciśnienia nasycenia 2,0 atm do 51 mm H<sub>2</sub>O / 3 g csw. Oznacza to, że żaden z badanych pokładów nie wykazuje skłonności do wyrzutów gazu. Najintensywniej jest wydzielany metan pokładu z głęb. 1455,30 m z warstw rudzkich s.s. górnośląskiej serii piaskowcowej.

Występujący w otworze wiertniczym Chełmek IG 1 rozkład metanonośności pokładów węgla względem głębokości potwierdza ogólnie przyjmowany dla północnej części GZW pionowy model zmienności metanu, tzw. model północny (Kotas i in., 1994). W modelu tym metan występuje od głęb. ok. 1000 m i jego zawartość w węglu stopniowo wzrasta wraz z głębokością oraz nie występuje przystropowa (pod mioceńska) strefa wtórnego nasycenia metanem pokładów węgla.

#### Chemizm gazu z pokładów węgla

Według przeprowadzonych badań (Pękała, 1988) do głęb. ok. 1100 m głównym składnikiem gazu jest azot, występujący w ilościach 91,04–98,16% (tab. 38, fig. 20). Metan występuje tutaj w ilościach podrzędnych (do 7,26%), a etan sporadycznie w ilościach śladowych. Na głęb. od ok. 1100 do ok. 1600 m gaz jest mieszaniną metanu w ilości 17,28–68,14%, i azotu w granicach 27,51–80,59 %. Większy i stały

jest udział etanu w gazie w ilościach do 2,62%. Od głęb. ok. 1400 m pojawia się również propan, do 0,34% i butan, w ilości do 0,17%.

W strefie pokładów wysokometanowych dominującym składnikiem gazu jest metan w ilości 53,94–83,37%, udział etanu wynosi 3,69–7,69%, propanu 0,89–3,04%, butanu 0,21–0,92%. Poniżej głęb. 1700 m pojawia się również pentan w ilościach 0,04–0,21%. Azot w strefie wysokometanowej występuje w ilości 8,35–36,83%.

W całym profilu, niezależnie od głębokości, wyznaczono 0,27–2,55% CO<sub>2</sub> i 0,046–1,43% H<sub>2</sub>. Ponadto w partii stropowej oznaczono śladowe ilości CO, a w głębszych partiach przewierconego karbonu (poniżej 1300 m) helu.

Należy dodać, że przedstawione wyżej wyniki składu chemicznego gazu mogą być nie w pełni wiarygodne, ze względu na możliwość błędów w ówczesnie stosowanej metodyce opróbowania i przeprowadzania degazacji. Szczególną uwagę zwraca tu wysoka zawartość azotu, która w latach późniejszych nie została potwierdzona w otworach rozpoznawczych dla metanu z pokładów węgla wierconych w GZW przez amerykańskie firmy Amoco i Texaco, w których zastosowanie znacznie bardziej wiarygodne testy desorpcji metodą USBM.

#### Podsumowanie

W otworze wiertniczym Chełmek IG 1 przeprowadzono badania:

- zawartości metanu i jakości gazu w próbkach węgla – 45 oznaczeń;
- badania desorbometryczne pokładów węgla – 42 oznaczenia;
- badania zawartości metanu w płucze wiertniczej – 4 oznaczenia.

Zawartość metanu w pokładach węgla i stopień jego zagrożenia metanowego wiąże się z głębokością zalegania pokładu. Można wyróżnić 3 strefy: do głęb. ok. 1100 m występują pokłady niemietanowe, na głęb. 1100–1650 m pokłady nisko- i średniometanowe (I i II kategorii zagrożenia), poniżej 1650 m pokłady wysokometanowe (III kategorii zagrożenia i jeden IV kategorii). Ciśnienie gazu waha się w granicach od 1,2 do ponad 20 atm. Nie stwierdzono skłonności węgla do wyrzutów metanu, oraz zagrożenia gazowego ze strony skał płonnych karbonu.

Według przeprowadzonych badań skład chemiczny gazu z pokładów węgla jest związany z głębokością zalegania pokładów. W strefie niemietanowej głównym składnikiem gazu jest azot, na głęb. 1100–1600 m gaz jest mieszaniną metanu i azotu, a w strefie poniżej 1650 m (w strefie pokładów wysokometanowych) dominuje metan. Ze względu na możliwe błędy w metodyce opróbowania wyniki te mogą być jednak nie w pełni wiarygodne.

Tabela 37

**Metanonośność pokładów węgla**  
Volume of methane in coal seams

| Litostratygrafia<br>Lithostratigraphy |  | Zaleganie<br>Deposition of coal seams<br>[m] |                        | Maksymalna<br>zawartość CH <sub>4</sub> i C <sub>2</sub> H <sub>6</sub><br>przy odgazowaniu<br>Maximum content of<br>CH <sub>4</sub> and C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> during<br>degasification<br>[% obj.] |                               | Zawartość CH <sub>4</sub> [m <sup>3</sup> /t węgla]<br>CH <sub>4</sub> content [m <sup>3</sup> /t of coal] | Dane analityczne węgla<br>Analytical data of the coal |                      |  | Zawartość CH <sub>4</sub> [m <sup>3</sup> /t csww]<br>CH <sub>4</sub> content [m <sup>3</sup> /t coal daf] | Metanonośność pokładu węgla<br>[m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t csww]<br>Coal-bed methane content<br>[m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t csww] |
|---------------------------------------|--|--|------------------------|---|-------------------------------|--|---|----------------------|--|--|---|
|                                       |  | spąg<br>base                                 | miąższość<br>thickness | CH <sub>4</sub>   | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> |  | wilgość<br>moisture<br>[%]                            | popiół<br>ash<br>[%] | części lotne<br>volatile matter<br>[%] |  |   |
| Krakowska seria piaskowcowa           | warstwy łaziskie                         | 906,50                                       | 2,40                   | 2,23  | 0,01                          | 0,010  | 11,80   | 9,49                 | 37,38                                  | 0,013  | 0,017   |
|                                       |  | 932,10                                       | 0,43                   | 0,55  | 0,01                          | 0,007  | 10,40   | 15,85                | 35,32                                  | 0,009  | 0,013   |
|                                       |  | 971,60                                       | 0,40                   | 4,31  | 0,03                          | 0,010  | 9,87  | 17,94                | 35,78                                  | 0,014  | 0,018   |
|                                       |  | 1031,30                                      | 0,50                   | 0,57  | 0,01                          | 0,003  | 10,02   | 20,06                | 37,25                                  | 0,004  | 0,006   |
|                                       |  | 1033,00                                      | 1,30                   | 0,30  | 0,00                          | 0,001  | 13,63   | 22,35                | 35,61                                  | 0,002  | 0,002   |
|                                       |  | 1056,30                                      | 1,20                   | 0,39  | 0,00                          | 0,005  | 10,25   | 9,52                 | 36,47                                  | 0,006  | 0,008   |
|                                       |  | 1080,65                                      | 1,20                   | 0,28  | 0,00                          | 0,008  | 9,47  | 22,03                | 35,51                                  | 0,014  | 0,015   |
|                                       |  | 1085,35                                      | 0,90                   | 1,58  | 0,01                          | 0,011  | 9,47  | 13,59                | 37,39                                  | 0,023  | 0,019   |
|                                       |  | 1086,75                                      | 1,10                   | 0,75  | 9,00                          | 0,019  | 9,44  | 8,89                 | 36,99                                  | 0,023  | 0,031   |
| 1112,60                               | 3,10                                     | 4,03   | 0,01                   | 0,024   | 8,76                          | 12,70  | 37,39   | 0,031                | 0,041                                  |  |   |
| Seria mulowcowa                       | warstwy orzeskie s.s. + warstwy załęskie | 1184,60                                      | 3,00                   | 12,11   | 0,05                          | 0,154  | 9,70  | 8,22                 | 35,03                                  | 0,187  | 0,245   |
|                                       |  | 1205,65                                      | 0,55                   | 12,53   | 0,01                          | 0,204  | 9,26  | 9,98                 | 34,94                                  | 0,256  | 0,340   |
|                                       |  | 1265,65                                      | 1,65                   | 16,06   | 0,03                          | 0,071  | 10,29   | 7,57                 | 35,83                                  | 0,082  | 0,110   |
|                                       |  | 1304,20                                      | 2,45                   | 28,07   | 0,02                          | 0,173  | 6,47  | 11,81                | 35,27                                  | 0,209  | 0,278   |
|                                       |  | 1304,20                                      | 2,45                   | 40,39   | 0,05                          | 0,488  | 5,35  | 11,81                | 35,27                                  | 0,589  | 0,783   |
|                                       |  | 1328,75                                      | 0,90                   | 26,32   | 0,07                          | 0,719  | 5,35  | 37,72                | 36,01                                  | 0,819  | 1,089   |
|                                       |  | 1348,35                                      | 1,20                   | 38,17   | 0,48                          | 0,675  | 4,45  | 8,15                 | 36,07                                  | 0,770  | 1,624   |
|                                       |  | 1363,15                                      | 1,50                   | 40,14   | 0,36                          | 0,662  | 4,79  | 8,34                 | 37,35                                  | 0,762  | 1,013   |
|                                       |  | 1373,80                                      | 0,85                   | 26,70   | 0,46                          | 0,539  | 4,33  | 11,05                | 33,07                                  | 0,637  | 0,847   |
|                                       |  | 1382,70                                      | 0,65                   | 26,63   | 1,06                          | 0,725  | 3,45  | 11,31                | 36,18                                  | 0,855  | 1,138   |
|                                       |  | 1391,40                                      | 0,70                   | 19,00   | 1,26                          | 1,487  | 3,62  | 7,10                 | 35,56                                  | 1,665  | 2,215   |
|                                       |  | 1418,40                                      | 2,50                   | 30,46   | 0,31                          | 0,951  | 5,01  | 7,83                 | 33,78                                  | 1,091  | 1,451   |
|                                       |  | 1425,25                                      | 0,45                   | 64,99   | 2,03                          | 1,381  | 4,83  | 9,05                 | 33,26                                  | 1,603  | 2,133   |
|                                       |  | GSP  | w-wy rudzkie s.s.      | 1455,30   | 5,80                          | 63,14  | 1,00  | 1,711                | 5,60                                   | 9,61   | 32,21   |
| 1455,30                               | 5,80                                     |  |                        | 60,22   | 1,36                          | 1,719  | 5,60  | 9,61                 | 32,21                                  | 2,027  | 2,696   |
| Seria paraliczna                      | w-wy grodzieckie                         | 1498,45                                      | 0,60                   | 32,84   | 1,44                          | 1,108  | 4,35  | 11,90                | 34,29                                  | 1,323  | 1,759   |
|                                       | warstwy florowskie                       | 1640,60                                      | 1,00                   | 82,50   | 3,66                          | 3,076  | 2,84  | 4,35                 | 36,73                                  | 3,314  | 4,408   |
|                                       |  | 1739,00                                      | 0,30                   | 68,81   | 4,07                          | 4,170  | 2,75  | 18,14                | 36,18                                  | 5,271  | 7,011   |
|                                       |  | 1754,25                                      | 0,30                   | 77,48   | 5,00                          | 3,754  | 3,29  | 4,57                 | 37,64                                  | 4,074  | 5,419   |
|                                       |  | 1769,15                                      | 0,30                   | 73,44   | 4,53                          | 3,964  | 3,02  | 3,49                 | 36,15                                  | 4,240  | 5,639   |
|                                       |  | 1780,80                                      | 0,20                   | 73,70   | 4,48                          | 3,229  | 2,71  | 2,19                 | 38,05                                  | 3,395  | 4,516   |
|                                       |  | 1782,85                                      | 0,30                   | 72,13   | 4,71                          | 4,280  | 2,04  | 5,18                 | 38,16                                  | 4,613  | 6,135   |
|                                       |  | 1788,50                                      | 0,20                   | 82,74   | 4,77                          | 4,535  | 2,76  | 6,54                 | 40,01                                  | 5,000  | 6,650   |
|                                       |  | 1866,70                                      | 0,30                   | 64,28   | 5,50                          | 3,282  | 2,68  | 5,86                 | 56,85                                  | 3,588  | 4,773   |
|                                       |  | 1895,95                                      | 0,40                   | 73,12   | 6,01                          | 4,312  | 2,01  | 12,20                | 36,96                                  | 5,025  | 6,685   |
|                                       |  | 1905,60                                      | 0,50                   | 66,36   | 6,06                          | 4,296  | 2,04  | 4,00                 | 37,51                                  | 4,561  | 6,067   |
|                                       |  | 1915,95                                      | 0,25                   | 49,30   | 4,55                          | 1,738  | 1,81  | 11,96                | 45,16                                  | 2,015  | 2,681   |
|                                       |  | 1929,35                                      | 0,35                   | 73,40   | 5,27                          | 5,169  | 1,92  | 10,04                | 39,73                                  | 5,871  | 7,809   |
|                                       |  | 1941,10                                      | 0,20                   | 67,17   | 5,48                          | 2,831  | 2,19  | 2,97                 | 38,00                                  | 2,985  | 3,970   |
|                                       |  | 1948,20                                      | 0,40                   | 78,32   | 6,21                          | 4,224  | 1,80  | 5,62                 | 37,32                                  | 4,562  | 6,068   |
|                                       |  | 1973,05                                      | 0,25                   | 75,74   | 5,50                          | 5,177  | 2,98  | 8,67                 | 35,71                                  | 5,853  | 7,784   |
|                                       |  | 2003,50                                      | 0,20                   | 78,49   | 5,61                          | 6,284  | 1,85  | 9,42                 | 34,17                                  | 7,062  | 9,419   |
|                                       |  | 2017,60                                      | 0,35                   | 56,56   | 6,02                          | 3,452  | 1,77  | 6,95                 | 36,78                                  | 3,762  | 5,030   |
|                                       |  | 2025,20                                      | 0,40                   | 66,53   | 5,89                          | 3,538  | 2,18  | 8,02                 | 36,08                                  | 3,940  | 5,240   |
|                                       |  | 2043,80                                      | 0,40                   | 65,90   | 7,01                          | 4,747  | 1,69  | 7,62                 | 34,47                                  | 5,234  | 6,962   |

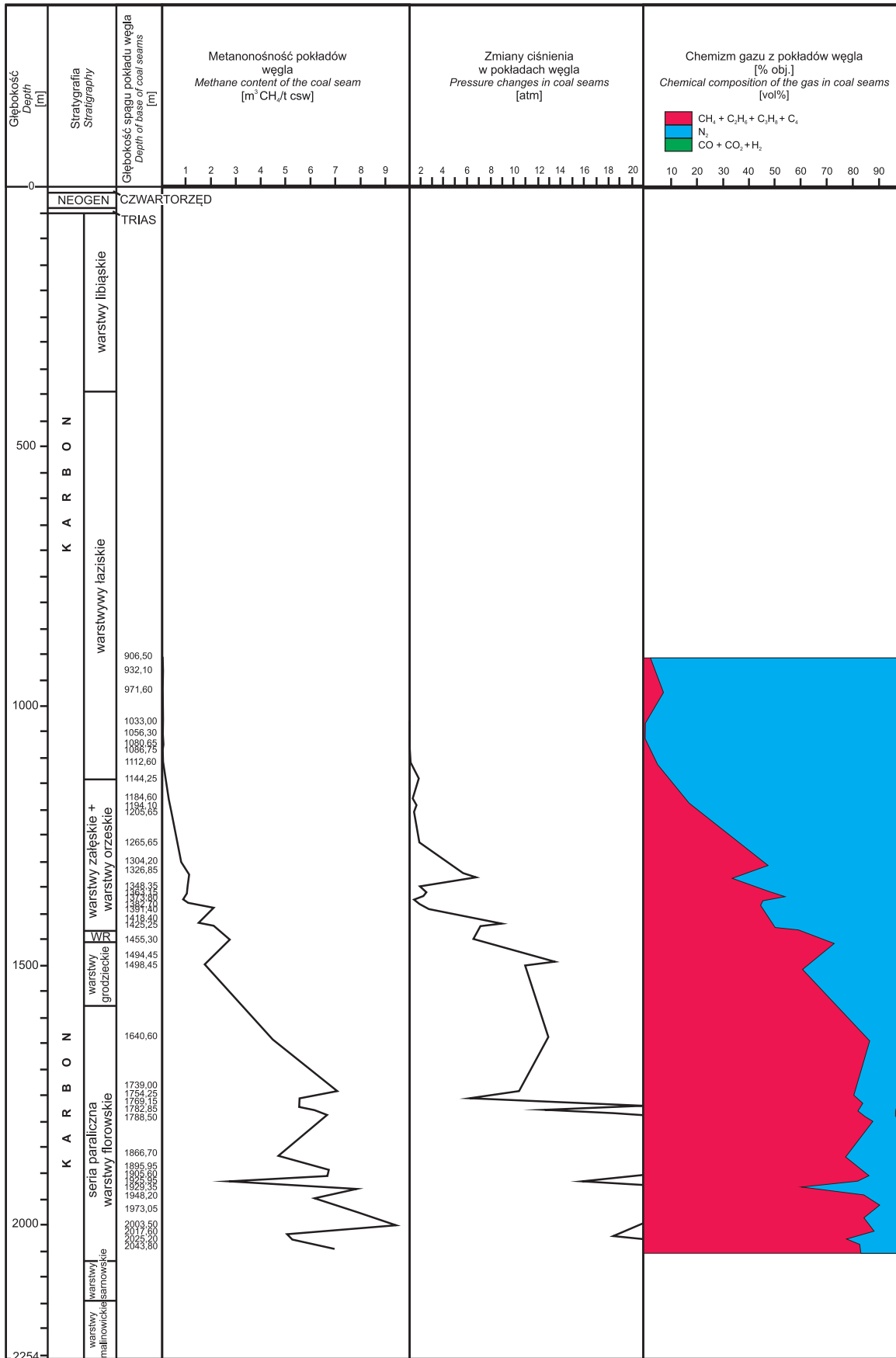


Fig. 20. Metanonośność i chemizm gazu w pokładach węgla

Methane content and chemical composition of the gas in coal seams

Tabela 38

**Chemizm gazu z pokładów węgla**  
Gas chemistry in the coal seams

| Lp. | Głębokość zalegania pokładów węgla<br>Depth of coal seam deposition<br>[m] |                        | Skład chemiczny gazu<br>Chemical composition of gas<br>[m] |                               |                               |                |                |       |                 |                |        |
|-----|--|------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|-------|-----------------|----------------|--------|
|     | spąg<br>bottom   | miąższość<br>thickness | CH <sub>4</sub>  | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> | CO    | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | He     |
| 1.  | 906,50   | 2,40                   | 2,65   | 0,01                          | 0,00                          | 0,00           | 96,70          | 0,000 | 0,59            | 0,069          | 0,000  |
| 2.  | 971,60   | 0,40                   | 7,26   | 0,05                          | 0,00                          | 0,00           | 91,04          | 0,000 | 0,55            | 1,090          | 0,000  |
| 3.  | 1033,00  | 1,30                   | 0,36   | 0,00                          | 0,00                          | 0,00           | 97,94          | 0,019 | 1,33            | 0,350          | 0,000  |
| 4.  | 1056,30  | 1,20                   | 0,44   | 0,00                          | 0,00                          | 0,00           | 98,16          | 0,018 | 1,22            | 0,170          | 0,000  |
| 5.  | 1112,60  | 3,10                   | 5,12   | 0,01                          | 0,00                          | 0,00           | 94,15          | 0,010 | 0,58            | 0,120          | 0,000  |
| 6.  | 1184,60  | 3,00                   | 17,28  | 0,06                          | 0,01                          | 0,00           | 80,59          | 0,010 | 0,60            | 1,430          | 0,000  |
| 7.  | 1304,20  | 2,45                   | 48,31  | 0,06                          | 0,00                          | 0,00           | 49,53          | 0,009 | 1,23            | 0,850          | 0,000  |
| 8.  | 1304,20  | 2,45                   | 39,03  | 0,03                          | 0,00                          | 0,00           | 59,96          | 0,011 | 0,90            | 0,055          | 0,012  |
| 9.  | 1328,75  | 0,90                   | 33,09  | 0,11                          | 0,00                          | 0,00           | 65,34          | 0,018 | 1,20            | 0,240          | 0,000  |
| 10. | 1348,35  | 1,20                   | 48,12  | 0,60                          | 0,00                          | 0,00           | 48,34          | 0,015 | 2,55            | 0,360          | 0,009  |
| 11. | 1363,15  | 1,50                   | 55,67  | 0,50                          | 0,00                          | 0,00           | 42,09          | 0,000 | 1,47            | 0,260          | 0,003  |
| 12. | 1373,80  | 0,85                   | 45,09  | 0,78                          | 0,08                          | 0,00           | 52,67          | 0,000 | 1,28            | 0,110          | 0,000  |
| 13. | 1382,70  | 0,65                   | 42,92  | 1,71                          | 0,32                          | 0,08           | 53,56          | 0,000 | 1,00            | 0,400          | 0,000  |
| 14. | 1418,40  | 2,50                   | 50,82  | 0,52                          | 0,02                          | 0,00           | 47,62          | 0,000 | 0,90            | 0,120          | 0,004  |
| 15. | 1425,25  | 0,45                   | 68,14  | 2,13                          | 0,70                          | 0,17           | 27,51          | 0,000 | 1,07            | 0,270          | 0,004  |
| 16. | 1455,30  | 5,80                   | 72,43  | 1,15                          | 0,08                          | 0,00           | 24,72          | 0,000 | 1,26            | 0,250          | 0,100  |
| 17. | 1455,30  | 5,80                   | 66,32  | 1,50                          | 0,30                          | 0,07           | 30,18          | 0,000 | 1,47            | 0,120          | 0,035  |
| 18. | 1498,45  | 0,60                   | 57,45  | 2,62                          | 0,34                          | 0,13           | 38,44          | 0,000 | 0,13            | 0,050          | 0,045  |
| 19. | 1640,60  | 1,00                   | 83,37  | 3,69                          | 0,89                          | 0,21           | 10,58          | 0,000 | 1,01            | 0,130          | 0,110  |
| 20. | 1739,00  | 0,30                   | 76,22  | 4,51                          | 1,42                          | 0,39           | 16,68          | 0,000 | 0,50            | 0,190          | 0,051  |
| 21. | 1754,25  | 0,30                   | 79,29  | 5,12                          | 1,86                          | 0,48           | 12,50          | 0,000 | 0,44            | 0,180          | 0,068  |
| 22. | 1769,15  | 0,30                   | 77,77  | 4,80                          | 1,82                          | 0,45           | 14,56          | 0,000 | 0,37            | 0,070          | 0,098  |
| 23. | 1780,80  | 0,20                   | 80,20  | 4,87                          | 1,98                          | 0,52           | 11,70          | 0,000 | 0,47            | 0,140          | 0,046  |
| 24. | 1782,85  | 0,30                   | 78,16  | 5,10                          | 1,94                          | 0,49           | 13,38          | 0,000 | 0,49            | 0,300          | 0,075  |
| 25. | 1788,50  | 0,20                   | 83,79  | 4,83                          | 1,74                          | 0,46           | 8,58           | 0,000 | 0,27            | 0,180          | 0,084  |
| 26. | 1866,70  | 0,30                   | 69,50  | 5,95                          | 2,45                          | 0,52           | 20,70          | 0,000 | 0,71            | 0,110          | 0,000  |
| 27. | 1895,95  | 0,40                   | 78,44  | 6,45                          | 2,42                          | 0,55           | 10,94          | 0,000 | 0,99            | 0,068          | 0,016  |
| 28. | 1905,60  | 0,50                   | 73,13  | 6,68                          | 2,48                          | 0,38           | 16,40          | 0,000 | 0,49            | 0,350          | 0,031  |
| 29. | 1915,95  | 0,25                   | 53,94  | 4,98                          | 2,54                          | 0,56           | 36,83          | 0,000 | 0,62            | 0,390          | 0,032  |
| 30. | 1929,35  | 0,35                   | 76,75  | 5,59                          | 2,30                          | 0,40           | 14,32          | 0,000 | 0,42            | 0,120          | 0,043  |
| 31. | 1948,20  | 0,40                   | 80,90  | 4,41                          | 2,90                          | 0,65           | 8,35           | 0,000 | 0,38            | 0,280          | 0,0033 |
| 32. | 1973,05  | 0,25                   | 78,62  | 5,71                          | 1,93                          | 0,47           | 12,63          | 0,000 | 0,41            | 0,110          | 0,026  |
| 33. | 2003,50  | 0,20                   | 81,56  | 5,83                          | 2,14                          | 0,45           | 9,30           | 0,000 | 0,51            | 0,100          | 0,026  |
| 34. | 2017,60  | 0,35                   | 66,90  | 7,12                          | 3,04                          | 0,92           | 21,31          | 0,000 | 0,44            | 0,045          | 0,000  |
| 35. | 2025,20  | 0,40                   | 75,12  | 6,65                          | 2,53                          | 0,64           | 14,52          | 0,000 | 0,33            | 0,074          | 0,000  |
| 36. | 2043,80  | 0,40                   | 72,31  | 7,69                          | 2,95                          | 0,67           | 15,60          | 0,000 | 0,45            | 0,220          | 0,000  |

Ze względu na możliwe błędy w metodyce opróbowania prezentowane wyniki składu chemicznego, zwłaszcza w odniesieniu do azotu, mogą nie być w pełni wiarygodne

Due to possible errors in the sampling methodology, the results of the presented chemical composition, especially in relation to nitrogen, may not be fully reliable.

**Stanisław WOŁKOWICZ**

## PRZEJAWY MINERALIZACJI SZCZELIN W SKAŁACH KARBONU

Do badań mineralogicznych pobrano 106 próbek ze skał karbonu profilu otworu Chełmek IG 1, na głęb. 50,0–2253,4 m. Na potrzeby szczegółowych badań mikroskopowych wykonano 10 preparatów do światła przechodzącego (płytki cienkie) i 55 preparatów do światła odbitego (płytki polerowane; Wołkowicz, 1988).

W opisywanym otworze mineralizacja występuje przede wszystkim w postaci wypełnienia szczelin o stromych upadach, najczęściej 70–90°, oraz w formie kongrecji syderytowych i pirytowych. Żyłki wypełniające spękania tektoniczne mają zazwyczaj małą miąższość, wynoszącą 1–2 mm, jedynie w dwóch przypadkach jest ona większa. Spękania zwykle są w całości wypełnione treścią mineralną. Najczęściej występują w skałach piaskowcowych, rzadziej w mułowcach. Spękania najczęściej wypełnia piryty, anhydryt, kalcyt, gips, galena i magnezyt. W profilu całego otworu zaznacza się pewna strefowość w występowaniu minerałów wypełniających spękania. Piryty jest minerałem pospolicie występującym w spękaniach w całym otworze, przy czym do głęb. ok. 370 m wypełnienia spękań są wyłącznie pirytowe. Niżej, na głęb. ok. 860–1400 m w spękaniach dominuje anhydryt, który często samodzielnie wypełnia spękania. Poniżej głęb. 1400 m pojawia się kalcyt, występujący zwykle w towarzystwie pirytu.

Drugą pospolitą formą występowania mineralizacji są kongrecje pirytowe i syderytowe. Kongrecje pirytowe występują w całym profilu otworu, kongrecje syderytowe pojawiają się od głęb. ok. 1150 m. Kongrecje pirytowe są związane przede wszystkim z piaskowcami. Ich rozmiary nie przekraczają 4 cm. Kongrecje syderytowe mają rozmiary od 2 do ponad 20 cm. Większe ich okazy zawierają żyłki septariowe. Kongrecje syderytowe związane są przede wszystkim ze skałami mułowcowymi.

### Charakterystyka minerałów

Anhydryt jest minerałem dość często stwierdzanym w badanym materiale. Przeważnie samodzielnie wypełnia spękania. Najczęściej towarzyszy mu piryty, a tylko w jednym przypadku współwystępuje z nim gips. Obserwowany anhydryt tworzy żyłki o miąższości 1–2 mm. Występuje w postaci zbitych utworów ziarnistych o pokroju grubotabliczkowym. Połysk ziaren – szklisty, jest przeźroczysty, niekiedy białawy.

Piryty jest minerałem często występującym w badanym materiale, przy czym nie tworzy znacznych nagromadzeń. Występuje w postaci nalotów, skupień lub wprysnięć w innych minerałach wypełniających spękania. Oprócz tego piryty tworzy kongrecje monomineralne, towarzyszy również syderytowi w kongrecjach syderytowych. Piryty wypełniający spękania tektoniczne występuje w postaci bardzo drob-

nych, o rozmiarach do 0,5 mm, automorficznych kryształków. W kongrecjach pirytowych występuje w postaci ksenomorficznych ziaren o wielkości 1–2 mm. W kongrecjach syderytowych piryty występuje w postaci rozproszonej w masie syderytovej. Tworzy tam hipautomorficzne ziarna o wielkości do 1 mm. Piryty stwierdzony został również w żyłkach septariowych, gdzie tworzy wprysnięcia, najczęściej w kalcycie, o wielkości do 5 mm, zbudowane z hipautomorficznych ziaren.

Kalcyt jest minerałem stwierdzonym wypełnienia spękań poniżej głęb. 1400 m, gdzie tworzy żyłki o grubości do 5 mm. Występuje w postaci zbitych, hipautomorficznych ziaren o pokroju tabliczkowym. Jest przeważnie białawy, niekiedy rdzawy. W kalcycie są pospolite wprysnięcia pirytowe. Kalcyt jest również głównym minerałem wypełniającym żyłki septariowe w kongrecjach syderytowych. Mają one miąższość do 1 cm. Kalcyt jest zbudowany tam z hipautomorficznych kryształków o pokroju tabliczkowym o rozmiarach do 5 mm. Przeważnie jest białawy, sporadycznie miodowy. Kalcytowi w septariach towarzyszy piryty.

Gips stwierdzono rentgenograficznie jedynie w dwóch próbkach. Towarzyszą mu magnezyt, galena, anhydryt i piryty. Jest on bezbarwny, hipautomorficznie wykształcony, a wielkość ziaren sięga 3 mm.

Galena została stwierdzona jedynie w dwóch próbkach. Towarzyszy magnezytowi, gipsowi, kalcytowi i pirytowi. Występuje w postaci drobnych wprysnięć w innych minerałach. Wykształcona jest w postaci stalowoszarych agregatów o wielkości do 5 mm, zbudowanych z bardzo drobnych kryształków.

Magnezyt został stwierdzony tylko w jednej próbce, w której występuje w asocjacji z gipsem i galeną, tworząc żyłkę wypełniającą spękanie. Jest on bardzo drobnokryształiczny, o barwie żółto-brązowej.

Syderyt jest podstawowym minerałem budującym kongrecje syderytowe. Towarzyszy mu piryty. Syderyt występuje w postaci bardzo drobnodziarnistej, ksenomorficznej masy.

Dolomit został stwierdzony jedynie w dwóch próbkach. Współ z innymi minerałami stanowi wypełnienie żyłek septariowych. Występuje w postaci hipautomorficznie wykształconym ziaren o pokroju tabliczkowym. Ma żółtocytrynową barwę.

### Wnioski

1. W otworze wiertniczym Chełmek IG 1 mineralizacja występuje w formie zmineralizowanych spękań tektonicznych oraz w formie kongrecji syderytowych i pirytowych. Spękania najczęściej występują w piaskowcach, z piaskowcami jest związane również występowanie

konkrecji pirytowych Konkrecje syderytowe występują przede wszystkim w mułowcach.

2. Najpospolitszymi minerałami występującymi w spękania-  
niach są piryt, anhydryt i kalcyt, rzadziej gips, galena  
i magnezyt. Konkrecje są zbudowane z pirytu i sydery-

tu. Żyłki septariowe w konkrecjach syderytowych bu-  
dują przede wszystkim kalcyt i piryt, rzadziej magne-  
zyt i dolomit.

3. Profil karbonu w otworze wiertniczym Chełmek IG-1  
jest słabo zmineralizowany.

## TRIAS

**Katarzyna STRZEMIŃSKA**

### LITOLOGIA I STRATYGRAFIA

Poniżej utworów miocenu do stropu karbonu w profilu otworu Chełmek IG 1 występuje seria osadów o niewielkiej miąższości (ok. 7,5 m) zaliczona do triasu (Jura, 1988). Kontakt stropowy tych utworów jest nieobserwowany. Z uwagi na bardzo słaby uzysk rdzenia z tego odcinka (ok. 9%) dokładny opis tych skał i ustalenie szczegółowej pozycji stratygraficznej jest bardzo utrudniony. Bezpośrednio pod mioceni-  
ską brekcją występuje ok. 3-metrowa warstwa silnie zwięzłych wapieni kremowo-żółtych, masywnych, skrasowiałych, z brunatno-czerwonymi nalotami. W utworach tych licznie występują szczątki małży *Myophoria costata*, co pozwala zaliczyć te utwory do retu (Siedlecki, 1948, 1952). Według Siedleckiego w rejonie chrzanowskim skamieniałości te są charakterystyczne dla utworów nazwanych „dolomitami retu”, wykształconymi jako dolomity, margle dolomityczne, dolomity ooliczne, kremowe i szaro-żółte. Na występowanie dolomitów w tej części profilu otworu Chełmek IG 1 może wskazywać ich występowanie w wyżej leżących brekcjach i gławowiskach, stanowiących zwietrzelinę i zaliczonych do miocenu; problemy ze szczegółowym opisem tej warstwy wynikają z bardzo znikomego uzysku rdzenia (jedynie ok. 0,3 m).

W utworach triasu z rejonu Chrzanowa, w którym jest zlokalizowany otwór Chełmek IG 1, brak jest dostatecznie wyraźnego rozdziału na dolomity retu i młodsze od nich wapienie. Według Siedleckiego (1948, 1952) cechy fauni-

styczne ogniwa dolomitów można przypisać na tym obszarze warstwom dolomityczno-marglistym. Podstawową skamieniałością przewodnią jest *Myophoria costata*. Według Myszkowskiej (1996) w południowo-wschodniej części rejonu śląsko-krakowskiego utwory retu charakteryzują się zmiennym stopniem wapniistości, co należy raczej wiązać z rozpuszczaniem osadu i późniejszą cementacją niż ze zjawiskiem niekompletnej dolomityzacji lub kalcytyzacji. W rejonie tym lokalnie występują także tzw. wapienie jamiste, nieobserwowane w profilu opisywanego otworu.

Poniżej utworów retu w profilu otworu występuje ok. 2,5-metrowa warstwa iłowców kremowo-żółtych oraz iłowców wiśniowych (bloczki), prawdopodobnie pochodzących z niżej leżących brekcji. Są to utwory strefy przejściowej pomiędzy sedymentem morskim retu a utworami piaszczystymi, przypuszczalnie należącymi do środkowego pstręgo piaszczowca (Siedlecki, 1948). Jest to skutek początkowej fazy transgresji, w której nastąpiło częściowe rozmycie sedymentu starszego, co spowodowało lokalne zazębienie się osadu morskiego z lądowym. W otworze Chełmek IG 1 pod opisywaną warstwą występuje brekcja ilasto-piaszczysta i piaszowiec różnoziarnisty ok. 2-metrowej miąższości. Są to utwory masywne, słabo zwięzłe, barwy żółto-szarej i żółto-brunatnej. Spąg tej warstwy z utworami karbońskimi jest ostry i erozyjny.

## NEOGEN

**Izabela ŁUGIEWICZ-MOŁAS**

### LITOLOGIA I STRATYGRAFIA MIOCENU

Utwory miocenu w profilu otworu wiertniczego Chełmek IG 1 występują bezpośrednio pod pokrywą czwartorzędową, na głęb. 11,60–42,50 m. Osady te zalegają na węglanowych utworach triasu dolnego. Ich opis litologiczny (Jura, 1988) został przeprowadzony na podstawie próbek z rdzenia, w których stwierdzono znaczne ubytki, sięgające 70%. W profilu utworów miocenu wyraźnie zaznacza się dwudzielność – górną część do głęb. 33,60 m tworzą skały ilasto-mułowcowe, poniżej, do stropu triasu, występuje gławowisko skał triasowych, spojonych marglistą brekcją.

Przedmiotem badań była głównie górna część profilu miocenu, którą tworzą mało zróżnicowane litologicznie iłowce margliste oraz zapiaszczone mułowce margliste, barwy szarozielonej z występującymi w nich czasem skupieniami makrofauny. Zawierają one pewien procent węglanu wapnia i burzą dość silnie z kwasem solnym. W rejonie otworu Chełmek IG 1 (obszar kopalni „Janina”) analogiczne osady stwierdzono w wielu innych otworach, odwierconych dla potrzeb górnictwa węglowego; w kierunku południowo-zachodnim miąższość tych osadów wzrasta (Skowroński, 1991). Litostratygraficznie ta część profilu miocenu w otworze

Chełmek IG 1 (głęb. 11,60–33,60 m) odpowiada formacji skawińskiej. Formacja ta jest najmłodszą jednostką autochtonicznych molasowych osadów miocenu zapadliska przedkarpackiego (Buła, Jura, 1983). Osady formacji skawińskiej o analogicznym wykształceniu litologicznym są szeroko rozpowszechnione w południowo-zachodniej części GZW, m.in. zostały one scharakteryzowane w otworach: Drogomyśl IG 1, Cieszyn IG 1, Zamarski IG 1, Dębowiec IG 1, Kaczyce 14, Bzie-Dębina 12 oraz Zebrzydowice 13 (Buła, Jura, 1983). Wiek osadów mioceńskich w otworze wiertniczym Chełmek IG 1 określono na środkowy miocen–baden. Stwierdzono to na podstawie analogii do wyników badań mikrofaunistycznych przeprowadzonych w innych otworach (np. Poręba Wielka IG 1). Utwory mioceńskie w otworze Chełmek IG 1

mają niewielką miąższość w związku z czym nie zostały objęte badaniami biostratygraficznymi.

Warstwy skawińskie na podstawie otwornic są zaliczane do badenu dolnego, natomiast według badań nanoplanktonu należą one do wczesnego–późnego badenu – do zony NN5, a ich stropowa (podsolna) część do zony NN6 (Garecka i in., 1996; Andreyeva-Grigorovich i in., 1999; Peryt, 1999).

Poniżej formacji skawińskiej, do stropu triasu, występuje gładzowisko skał triasowych (wapienie i dolomity) spojonych pylasto-marglistą brekcją, stanowiące zwietrzelinę o niepewnej pozycji stratygraficznej. Znikomy uzysk rdzenia uniemożliwił bardziej szczegółowe zbadanie tej części profilu miocenu.