



Makrofauna poziomu morskiego otworu wiertniczego Borowo (Lubelskie Zagłębie Węglowe)

Macrofauna of the marine zone borehole Borowo (Lublin Coal Basin)

Dr Ewa Krzeszowska*)

Treść: Osady karbonu w profilu otworu wiertniczego Borowo (Lubelskie Zagłębie Węglowe) reprezentowane są głównie przez utwory ilasto-mułowcowe z licznymi pokładami węgla kamiennego. W nadkładzie osadów karbońskich występują osady jury górnej, kredy i czwartorzędu. W profilu otworu wiertniczego Borowo na głębokości 921,1 ÷ 930,0 m w obrębie ciemnoszarych ilowców występuje poziom z licznymi szczątkami fauny morskiej. Najliczniej reprezentowane są typy Mollusca (małże, goniatyty, ślimaki) oraz Brachiopoda. Mniej licznie występują przedstawiciele typów Arthropoda (małżoraczki) i Pisces (ryby). Dominującymi taksonami są małże z rodzaju: *Edmondia*, *Posidonia*, *Sanguinolites*, *Polidevcia* oraz ramienionogi z rodzaju *Lingula*. Analiza szczątków makrofauny, przeprowadzona w celu określenia pozycji stratygraficznej nawierconych utworów, wykazała obecność gatunków wskaźnikowych oraz zespołów faunistycznych charakterystycznych dla horyzontu faunistycznego Dunbarella, czyli granicy westfalu A i B.

Abstract: Carboniferous deposits in the borehole Borowo (Lublin Coal Basin) are mostly represented by claystones and mudstones series with many seams of hard coal. The overburden of the Carboniferous profile is composed of Upper Jurassic, Cretaceous and Quaternary sediments. In the Carboniferous profile at a depth of 921,1-930,0 m, within a dark gray claystones, there is a rich marine fauna present. The most abundant are Mollusca (Bivalvia, Gastropoda, Goniatites) and Brachiopoda followed by Arthropods (Ostracods) and Pisces (fish scales). An assemblage of the marine zone contains dominant Bivalvia with the most common Westphalian species of *Edmondia*, *Posidonia*, *Sanguinolites*, *Polidevcia*, *Dunbarella* and long-lived Brachiopoda (*Lingula*). The studies of macrofauna carried out to determine the stratigraphic position of the drilled marine level, showed the presence of indicator species and faunal units characteristic for the faunal horizon Dunbarella, considered to be the boundary between Westphalian A and B.

Słowa kluczowe:

Lubelskie Zagłębie Węglowe, fauna morska, horyzont faunistyczny Dunbarella

Key words:

Lublin Coal Basin, marine fauna, faunal horizon Dunbarella

1. Wprowadzenie

Lubelskie Zagłębie Węglowe (LZW) położone jest w południowo-wschodniej Polsce, na terenie województwa lubelskiego, a jego przedłużeniem jest Lwowsko-Wołyńskie Zagłębie Węglowe znajdujące się na Ukrainie. Podłoże utworów karbońskich tworzą skały krystaliczne proterozoiku oraz osady starszego i młodszego paleozoiku (do dewonu górnego włącznie). Karbon, leżący niezgodnie na starszym podłożu, reprezentowany jest przez osady od wizenu po westfal. Serię węglonośną budują przede wszystkim utwory formacji z Lublina (westfal A i B), w której występuje podstawowe, wielopokładowe złożo węgla [10, 11, 13].

Strop karbonu ma charakter erozyjny. Utwory nadkładu buduje kompleks skał permo-mezoicznych i kenozoicznych. Miąższość skał nadkładu zmienia się od 350m w okolicach Włodawy do ponad 1200 m na zachód od Lublina [13].

Obecnie w Lubelskim Zagłębiu Węglowym eksploatację prowadzi kopalnia KWK „Bogdanka”, należąca do spółki Lubelski Węgiel Bogdanka S.A.

W sąsiedztwie istniejącej kopalni Spółka PDCo Sp. z o. o, w ramach projektu „Lublin Coal Project”, prowadzi intensywne prace wiertnicze w celu sporządzenia dokumentacji geologicznej złóż. PDCo Sp. z o.o. posiada obecnie cztery koncesje na rozpoznawanie złóż węgla kamiennego (K-4-5, K-6-7, K-8, K-9) na terenie na powiatów łęczyńskiego, włodawskiego i chełmskiego (rys.1). Wykonano już kilka nowych otworów wiertniczych, w tym m.in. otwór Borowo w miejscowości Wola Korybutowa w powiecie chełmskim (rys. 1, 2) [16, 17]. W otworze tym na głębokości 921,1 ÷ 930,0 m nawiercono poziom z liczną fauną morską, będącą przedmiotem prezentowanych badań.

Celem pracy była charakterystyka makrofaunistyczna poziomu morskiego oraz określenie jego pozycji stratygraficznej.

2. Poziomy faunistyczne LZW

Makrofauna występująca w profilach karbonu LZW dokumentuje osady od górnego wizenu po westfal [4, 6]. W wizenie górnym i namurze A dominujące są osady z fauną morską. Wyżej w profilu wzrasta udział rodzajów brakicznych i słodko-

*) Politechnika Śląska



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań [http://www.pdz.com.au]
Fig. 1. Location of the study area [http://www.pdz.com.au]



Rys. 2. Lokalizacja otworów wiertniczych realizowanych w ramach projektu Lublin Coal Project [http://www.pdz.com.au]
Fig. 2. Location of drill holes driven in the framework of Lublin Coal Project [http://www.pdz.com.au]

wodnych, a w westfalu B występuje tylko fauna słodkowodna. W spektrum fauny dominują Bivalvia (małże), Brachiopoda (ramienionogi) i Cephalodopoda (głównonogi), nieco mniej licznie występują Anthozoa (koralowce), Gastropoda (ślímaki) i Crinoide (liliowce) [3]. Zasadnicze znaczenie stratygraficzne mają małże i goniatyty. W LZW udokumentowano większość poziomów i podpoziomów goniatytowych serpuchowu i baszkiru (namuru i westfalu A wg. dawnej nomenklatury), będących podstawą bio i chronostratygraficznego podziału karbonu Europy Zachodniej [3, 6, 7, 8, 9, 12].

Makrofauna, występująca w profilu karbonu LZW, zgromadzona jest przede wszystkim w ławicach iłowców, mułowców i skał węglanowych. Charakterystyczne zespoły faunistyczne z nagromadzeniem jednego lub kilku gatunków, przy niewielkim udziale innych pozwoliły na wydzielenie poziomów (horyzontów) faunistycznych o znaczeniu stratygra-

ficznym i korelacyjny. Wydzielono 6 horyzontów faunistycznych: Possidonia corugata I – namur A, Possidonia corugata II – namur A, Carbonicola pseudacuta – Namur B, Carbonicola exporrecta, Carbonicola pseudorobusta i Dunbarella – westfal A [4,5]. W namurze A w interwale pomiędzy horyzontami Possidonia corugata I i Possidonia corugata II przyjmuje się granicę serpuchowu i baszkiru (karbonu dolnego i górnego) [7]. W Lwowsko-Wołyńskim Zagłębiu Węglowym, gdzie występują trzy poziomy Posidoniowe (PI, PII, PIII), granicę tę przyjmuje się w stropie poziomu Possidonia corrugata I [8,14].

Szczególnie ważny dla korelacji karbonu zagłębia lubelskiego z basenami Europy zachodniej jest najwyższy horyzont morski westfalu – Dunbarella, zlokalizowany powyżej pokładu 395. Horyzont ten rozpoczyna wapień „S”, pod którym występują iłowce z fauną słodkowodną. Zespół faunistyczny tego poziomu jest porównywalny z zespołem faunistycznym horyzontu Katharina w Zagłębiu Ruhry i Clay Cross w Wielkiej Brytanii, wyznaczającego granicę westfalu A i B [3,4].

3. Wykształcenie karbonu w otworze Borowo

W profilu otworu wiertniczego Borowo strop karbonu nawiercono na głębokości 675,5m (rys. 3). W nadkładzie osadów karbońskich występują osady jury górnej, kredy i czwartorzędu. Jura górna o miąższości 99,2 m reprezentowana jest przez skały węglanowe barwy od jasno do ciemnoszarej: wapień oolitowy, wapień pelitowy i wapień detrytyczny. Osady kredy o miąższości 542,3 m wykształcone są głównie w postaci serii wapienno-marglistej, w spągu której występuje warstwa piaskowca glaukonitowego z kongrecjami fosforytów (2,6 m), reprezentująca alb. W obrębie serii wapienno-marglistej występują jasno szare i białe wapień pelitowy, wapień marglisty i wapień kredopodobny z kongrecjami krzemieni i czertów oraz wapień marglisty i margle o barwach jasnoszarych, kremowych i białych, miejscami słabo zapiaszczone. Czwartorzęd (34 m) wykształcony jest w postaci szarych piasków średnio i drobnoziarnistych, w których stropie występuje glina pylasta [15].

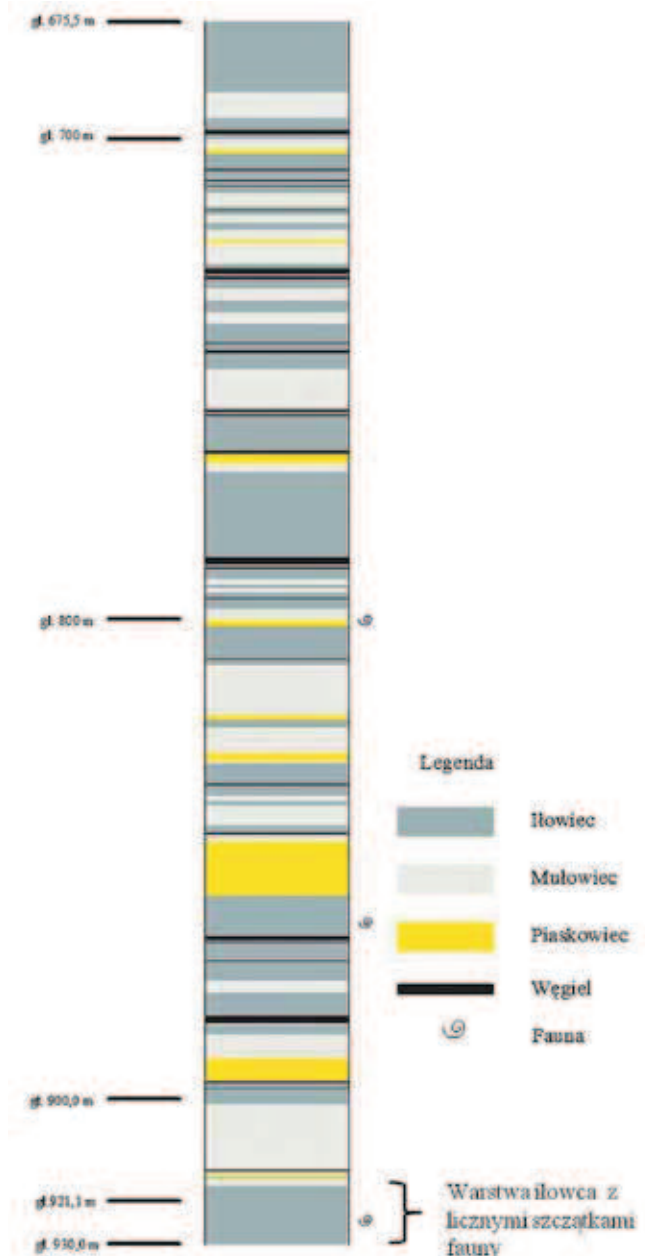
Osady karbonu w profilu otworu wiertniczego Borowo, nawiercono na głębokości 675,5÷930,0 m, reprezentowane są głównie przez utwory ilasto-mułowcowe z pokładami węgla o różnej miąższości (rys. 3).

W profilu karbonu dominują szare i ciemnoszare iłowce (50 %) o teksturze bezładnej, miejscami równoległej i różnym stopniu zwięzłości. Ciemnoszare, rozsypliwie iłowce o teksturze równoległej znajdujące się w najniższej części profilu (921,1÷930,0 m) zawierają liczne szczątki fauny oraz pojedyncze wkładki skał węglanowych o miąższości do 1 cm. Szczegółowa charakterystyka makrofaunistyczna poziomu z fauną przedstawiona została w dalszej części pracy. W pozostałej części profilu w iłowcach występuje detrytus roślinny, apendyksy, flora paprociolistna oraz fragmenty pni skrzypów i widłaków. Na głębokościach 800,5 i 863,5 m występują iłowce (0,25 m) ze szczątkami fauny słodkowodnej. Lokalnie w obrębie iłowców występują laminy i kongrecje syderytu. W spągu pokładów węgla iłowce występują w postaci iłowcowej gleby stygmariowej, z zachowanymi systemami korzeniowymi (stygmarie i apendyksy).

Mułowce, stanowiące 36 % profilu karbonu, charakteryzują się szarą barwą, różnym stopniem zwięzłości i falistą, miejscami bezładną, ukośną lub prawie równoległą teksturą. Skałom tym często towarzyszy laminacja piaskowcem, kongrecje syderytów i sferosyderytów ilastych. Detrytus roślinny występuje w niewielkich ilościach.

Udział piaskowców w profilu jest niewielki (8 %) i są to głównie drobnoziarniste, jasnoszare zwięzłe piaskowce laminowane mułowcem, iłowcem, substancją węglistą i sydereitem ilastym.

Węgiel stanowi 5 % profilu karbonu i występuje w postaci 16 warstw węgla o miąższości od 0,45 do 1,7 m oraz kilku wkładek węglowych o miąższościach nie przekraczających 0,25 m. Sporadycznie pokładom węgla towarzyszą łupki węglowe (1 % profilu).



Rys. 3. Uproszczony profil karbonu otworu wiertniczego Borowo (na podstawie [15])

Fig. 3. Simplified profile of the Carboniferous in the borehole Borowo (on the basis of [15])

4. Stan zachowania makrofauny

Stan zachowania skamieniałości w analizowanych próbkach jest zróżnicowany, znaczna część szczątków nadaje się do identyfikacji na szczeblu rodzaju lub gatunku. Szczątki fauny występują w postaci skorupki, ośródek i odcisków.

Podczas analizy stanu zachowania skamieniałości brano były pod uwagę głównie: stopień mechanicznego uszkodzenia skorupki, stopień dysartkulacji szkieletu, stopień wysortowania szczątków, orientacja skorupki i stopień bioerozji i abrazji szczątków.

Największy stopień uszkodzeń mechanicznych wykazują zwinięte skorupki goniatyty. Jedynie muszle *Anthracoeras* są dość dobrze zachowane, przedstawiciele pozostałych gatunków goniatyty są reprezentowani w próbkach przez fragmenty skorupki bądź przez skorupki kompletne, lecz silnie zgniecione i zdeformowane. Wśród małżów stwierdzono znaczną liczbę dobrze zachowanych skamieniałości. Na niektórych z nich widoczny jest zamek. Skorupki małżów *Dunbarella* mają niekiedy uszkodzony brzeg przedni lub brzeg zawiasowy. Małże *Posidonia*, *Edmondia*, *Phestia* zazwyczaj wykazują dobry stan zachowania. Nieliczne ślimaki zachowane są dość dobrze. Większość z nich jest lekko odkształcona lub zgnieciona, a ujścia uszkodzone. Uszkodzeniem mechanicznym podlegały również ramienionogi zawiasowe, zwłaszcza gatunki o większych rozmiarach skorupki. Stwierdzono pokruszone fragmenty *Produktusów*. Stopień uszkodzeń mechanicznych u ramienionogów bezzawiasowych jest zazwyczaj niski. Cienkie skorupki *Lingula* nie są spękane i zazwyczaj zachowała się ich pigmentacja.

Stopień wysortowania szczątków w większości próbek jest niski, nie zaobserwowano też wyraźnego ukierunkowania dłuższych osi skorupki małżów czy ramienionogów.

Nie stwierdzono śladów żerowania drapieżców lub padlinożerców w postaci nadgryzień lub drążonych dziurek.

Stan zachowania rzeźby skorupki, świadczący o procesach abrazyjnych, jest zróżnicowany. Większość skorupki małżów ma dobrze widoczną rzeźbę, najczęściej utworzoną przez linie przyrostowe lub zmarszczki. Przedstawiciele *Edmondia*, *Dunbarella* czy *Posidonia* mają wyraźnie widoczne nawet drobne szczyty rzeźby skorupki (żeberka, guzki, prążki). Na fragmentach znalezionych goniatyty zazwyczaj widoczne są delikatne linie przyrostowe i żeberkowanie. Skorupki małżoraczki mają zazwyczaj silnie zatartą rzeźbę.

Liczba szczątków, przypadająca na jednostkę objętości badanej próbki jest bardzo zróżnicowana. W niektórych próbkach stwierdzono pojedyncze skamieniałości, w niektórych ich zagęszczenie jest znaczne. Zagęszczenie to jest najczęściej związane z nagromadzeniami szczątków w większości pokruszonych, choć liczne są też zespoły z dobrze zachowaną fauną.

5. Charakterystyka taksonomiczna i ilościowa makrofauny

W profilu otworu wiertniczego Borowo na głębokości 930,0 ÷ 921,1 m występuje poziom z licznymi szczątkami fauny oznaczalnej na poziomie gatunkowym lub rodzajowym. Najliczniej reprezentowane są typy Mollusca (wśród nich głównie małże, goniatyty i pojedyncze ślimaki) oraz Brachiopoda (ramienionogi). Zaobserwowano też obecność przedstawicieli typów Arthropoda (małżoraczki) i Pisces (ryby) (rys. 4).

Najliczniejszą grupę mięczaków stanowią małże reprezentujące 15 rodzajów i 16 gatunków. Dominują małże z rodzaju *Edmondia*, reprezentowane głównie przez gatunki *Edmondia arcuata* (Phillips), *Edmondia bisulcata* F. et M. Řechoř i *Edmondia sulcata* (Phillips). Nieco mniej licznie występują okazy *Polidevcia* z gatunkiem *Polidevcia attenuata* (Fleming) oraz *Posidonia* z gatunkiem *Posidonia sulcata* (Hind) i *Posidonia corrugata* (Etheridge). Stwierdzono ponadto obecność małżów *Dunbarella* z gatunkiem *Dunbarella papyracea* (Sowerby) oraz *Sanguinolites* z gatunkiem *Sanguinolites*

clavatus (Etheridge). Pozostałe gatunki i rodzaje występowały w analizowanym profilu sporadycznie (*Nuculopsis scoticiformis* (Tchernyshev), *Nuculopsis sp.*, *Phestia stilla* (McCoy), *Phestia sp.*, *Euchondria levicula* Newell, *Euchondria sp.*, *Solemya primaeva* (Philips), *Septimyalina sublamellosa* (Etheridge), *Cardiomorpha sp.*, *Aviculopecten sp.*, *Paralleldon sp.*, *Paleoneilo sp.*, *Naiadites sp.*).

Wśród głowonogów występuje rodzaj *Anthracosceras*, w tym gatunek *Anthracosceras vanderbeckei* (Ludwig) oraz rodzaj *Gastrioceras* (*Gastrioceras circumnodosum* Foord).

Ślimaki oznaczone w badanych próbkach reprezentują rodzaj *Euphemites* z gatunkiem *Euphemites urei* (Fleming) oraz rodzaje *Donaldina* i *Glabrocingulum*.

Bardzo liczną, chociaż nie tak zróżnicowaną grupą są ramienionogi, głównie bezzawiasowe, reprezentowane niemal wyłącznie przez rodzaj *Lingula* w tym gatunek *Lingula mytilloides* (Sowerby). Oznaczono tylko pojedyncze okazy należące do rodzaju *Rugosochonetes* i *Orbiculoidea*. W badanych próbkach stosunkowo licznie występowały małżoraczki, a także pojedyncze łuski ryb.

6. Rozprzestrzenienie makrofauny w profilu

Rozprzestrzenienie makrofauny w analizowanym poziomie z fauną jest nierównomierne, zarówno pod względem ilościowym jak i rodzajowym. Fauna występuje w szarych i ciemnoszarych iłowcach z niewielkimi wkładkami skał węglanowych, miejscami zsyderyzowanych lub zapiaszczonych. W profilu wydzielono osiem odcinków (o różnej miąższości), w których możliwe było prześledzenie współwystępujących taksonów tworzących opisane poniżej, różniące się od innych zespoły faunistyczne (rys. 4).

W najniższej części profilu otworu Borowo (głębokość 930,0 ÷ 929,6 m – odcinek profilu nr 8) w szarych, miejscami zapiaszczonych iłowcach z pojedynczymi wkładkami kremowych wapieni (do 1 cm), występują nieliczne nieoznaczalne szczątki fauny morskiej. Niestety brak danych (wiercenie zakończono na głębokości 930 m) uniemożliwia analizę wykształcenia dolnej części analizowanego poziomu faunistycznego. Na głębokości 929,6 ÷ 929,3 m (odcinek profilu nr 7) w szarych i ciemnoszarych iłowcach stwierdzono obecność pojedynczych okazów małżów (*Dunbarella papyracea* (Sowerby), *Dunbarella sp.*, *Phestia laevirostris* (Portlock), *Phestia sp.*) oraz fragment spirytyzowanej skorupki goniatyta (*Gastrioceras circumnodosum* Foord). Ponadto obserwowano powszechnie w całym analizowanym poziomie ramienionogi bezzawiasowe *Lingula mytilloides* (Sowerby), częściowo spirytyzowane małżoraczki oraz nieoznaczalne szczątki.

Wyżej leżące w profilu iłowce z drobnymi wkładkami węglanowymi i syderytycznymi (głębokość 929,3 ÷ 928,7 m, odcinek profilu nr 6) zawierają nieco większą ilość rodzajów i gatunków fauny. Oznaczono małże należące do gatunków *Edmondia nebrascensis* (Geinitz), *Edmondia sulcata* (Phillips), *Edmondia shustai* F. et M. Řečoř, *Edmondia sp.*, *Dunbarella sp.*, *Nuculopsis scoticiformis* (Tchernyshev), *Posidonia corrugata* (Etheridge), *Phestia sp.*, *Cardiomorpha sp.*; ramienionogi: *Lingula mytilloides* (Sowerby), *Lingula sp.* oraz pojedynczego goniatyta *Anthracosceras sp.*, a także dość liczne małżoraczki i szczątki małżów i goniatyków.

Na głębokości 928,7 ÷ 927,7 m (odcinek profilu nr 5) stwierdzono maksimum występowania fauny zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. Dominującymi taksonami są małże z rodzaju *Edmondia*, *Polidevcia*, *Posidonia* oraz ramienionogi z rodzaju *Lingula*. Stwierdzono obecność przedstawicieli gatunków *Edmondia arcuata* (Phillips), *Edmondia sp.*, *Polidevcia attenuata* (Fleming), *Polidevcia*

sp., *Nuculopsis scoticiformis* (Tchernyshev), *Posidonia corrugata* (Etheridge), *Posidonia sp.*, *Phestia stilla* (McCoy), *Phestia sp.*, *Dunbarella papyracea* (Sowerby), *Euchondria sp.*, *Sanguinolites sp.*, *Septimyalina sublamellosa* (Etheridge), *Cardiomorpha sp.*, *Lingula mytilloides* (Sowerby), *Lingula sp.*, *Orbiculoidea sp.*, *Rugosochonetes sp.*, *Anthracosceras vanderbeckei* (Ludwig), *Anthracosceras sp.*, *Gastrioceras circumnodosum* Foord, *Euphemites sp.* Ponadto stwierdzono pojedyncze małżoraczki i nieoznaczalne szczątki małżów i goniatyków.

Wyżej w profilu (głębokość 927,7 ÷ 925,9 m odcinek profilu nr 4) fauna jest mniej liczna z wyraźnym nagromadzeniem (na głębokości 927,1 m) szczątków małżów z rodzaju *Posidonia*. Obserwowano małże: *Posidonia sp.*, *Edmondia sulcata* (Phillips), *Edmondia bisulcata* F. et M. Řečoř, *Edmondia sp.*, *Dunbarella sp.*, *Polidevcia sp.*, *Nuculopsis scoticiformis* (Tchernyshev), *Nuculopsis sp.*, *Phestia sp.*, *Sanguinolites sp.*, *Cardiomorpha sp.*, *Paleoneilo sp.*; ramienionogi: *Lingula mytilloides* (Sowerby), *Lingula sp.*; goniatyta *Anthracosceras sp.*; ślimaki: *Euphemites urei* (Fleming), *Euphemites sp.*, *Donaldina sp.*, *Glabrocingulum sp.* oraz pojedyncze małżoraczki i łuski ryb.

Na głębokości 924,8 ÷ 925,9 m (odcinek profilu nr 3) występuje dość liczna fauna z dominującymi rodzajami *Edmondia* i *Sanguinolites*. Nagromadzenie szczątków należących do tych rodzajów obserwowano głównie w próbce z głębokości 925,8 m. Ponadto stwierdzono obecność małżów z gatunków: *Edmondia sulcata* (Phillips), *Edmondia bisulcata* F. et M. Řečoř, *Edmondia sp.*, *Edmondia sp.*, *Sanguinolites clavatus* (Etheridge), *Sanguinolites sp.*, *Dunbarella sp.*, *Solemya primaeva* (Philips), *Paralleldon sp.*, *Paleoneilo sp.*; ramienionogów *Lingula mytilloides* (Sowerby) a także goniatyta (*Gastrioceras sp.*), ślimaki (*Euphemites sp.*, *Glabrocingulum sp.*) i nieliczne małżoraczki.

Na głębokości 924,8 ÷ 922,7 m (odcinek profilu nr 2) w szarych iłowcach z drobnymi wkładkami skał węglanowych fauna występuje nieco mniej licznie, a dominującym rodzajem jest *Lingula* z gatunkiem *Lingula mytilloides* (Sowerby). Oznaczono również małże: *Posidonia sulcata* (Hind), *Posidonia corrugata* (Etheridge), *Posidonia sp.*, *Euchondria levicula* Newell, *Euchondria sp.*, *Sanguinolites clavatus* (Etheridge), *Sanguinolites sp.*, *Aviculopecten sp.*, *Dunbarella sp.*; ślimaki *Glabrocingulum sp.*, *Donaldina sp.* i goniatyty *Gastrioceras circumnodosum* Foord. W poziomie tym występują także liczne małżoraczki i pojedyncze łuski ryb oraz jedyny przedstawiciel fauny słodkowodnej (słabo zachowana skorupka małża z rodzaju *Naiadites*).

W najwyższej części analizowanego poziomu faunistycznego (głębokość 922,7 ÷ 921,1 m odcinek profilu nr 1), w obrębie częściowo zsyderyzowanych ciemnoszarych iłowców, stwierdzono obecność nielicznej fauny. Są to głównie, występujące powszechnie w całym analizowanym poziomie, ramienionogi bezzawiasowe: *Lingula mytilloides* (Sowerby), *Lingula sp.*, małżoraczki oraz nieoznaczalne szczątki małżów, ślimaków, goniatyków i łusek ryb.

7. Dyskusja wyników

W profilu otworu wiertniczego Borowo na głębokości 921,1 ÷ 930,0 m stwierdzono obecność bardzo licznej fauny morskiej i brakicznej, z wyraźną dominacją małżów.

Większość gatunków rozprzestrzenionych w profilu to gatunki długowieczne o ograniczonej przydatności stratygraficznej. Obok nich stwierdzono także obecność taksonów, dzięki którym możliwe było określenie pozycji stratygraficznej nawierconych utworów. Należą do nich przedstawiciele goniatyków oraz małżów.

		1	2	3	4	5	6	7	8
Łuski ryb									
Małżoraczk									
Goniatyty	<i>Anthracoceras sp.</i>								
	<i>Anthracoceras vanderbeckei (Ludwig)</i>								
	<i>Gastrioceras sp.</i>								
	<i>Gastrioceras circumnodosum Foord</i>								
Ramiononogi	<i>Rugosochonetes sp.</i>								
	<i>Orbiculoidea sp.</i>								
	<i>Lingula sp.</i>								
	<i>Lingula mytilloides (Sowerby)</i>								
Ślimaki	<i>Glabrocingulum sp.</i>								
	<i>Donaldina sp.</i>								
	<i>Ephemites sp.</i>								
	<i>Ephemites urei (Fleming)</i>								
Małże	<i>Naiadites sp.</i>								
	<i>Paleoneilo sp.</i>								
	<i>Paralleldon sp.</i>								
	<i>Aviculopecten sp.</i>								
	<i>Cardiomorpha sp.</i>								
	<i>Septimyalina sublamellosa (Etheridge)</i>								
	<i>Solemya primaeva (Philips)</i>								
	<i>Sanguinolites sp.</i>								
	<i>Sanguinolites clavatus (Etheridge)</i>								
	<i>Euchondria sp.</i>								
	<i>Euchondria levicula Newell</i>								
	<i>Phestia sp.</i>								
	<i>Phestia stilla (McCoy)</i>								
	<i>Phestia laevirostris (Portlock)</i>								
	<i>Posidonia sp.</i>								
	<i>Posidonia sulcata (Hind)</i>								
	<i>Posidonia corrugata (Etheridge)</i>								
	<i>Nuculopsis sp.</i>								
	<i>Nuculopsis scoticiformis (Tchernyshev)</i>								
	<i>Polidevcia sp.</i>								
	<i>Polidevcia attenuata (Fleming)</i>								
	<i>Dunbarella sp.</i>								
	<i>Dunbarella papyracea (Sowerby)</i>								
	<i>Edmondia sp.</i>								
<i>Edmondia bisulcata F.et. M. Řechoř</i>									
<i>Edmondia shustai F.et. M. Řechoř</i>									
<i>Edmondia arcuata (Phillips)</i>									
<i>Edmondia sulcata (Phillips)</i>									
<i>Edmondia nebrascensis (Geinitz)</i>									
Wydzielone na podstawie makrofauny odcinki profilu		1	2	3	4	5	6	7	8
Głębokość m p.p.t.		921.1	922.7	924.8	925.9	927.7	928.7	929.3	929.6
									930.0

Rys. 4. Makrofauna otworu wiertniczego Borowo

Fig. 4. Occurrence of macrofaunal taxa in the borehole Borowo

Największe znaczenie stratygraficzne ma stwierdzony w profilu na głębokości 928,4m *Anthraceras vanderbeckei* (Ludwig) wskaźnikowy dla horyzontu faunistycznego Dunbarella, którego strop wyznacza granicę wesfału A i B [2, 4, 5, 7]. W dolnej i środkowej części profilu (odcinki 2, 3, 4, 7) zidentyfikowano typowo westfalskie gatunki: *Dunbarella papyracea* (Sowerby), *Edmondia bisulcata* F.et M. Řechoř i *Posidonia sulcata* (Hind). Obecność tych taksonów jest charakterystyczna dla horyzontu faunistycznego Dunbarella [3,4,5,6]. W analizowanym poziomie z fauną stwierdzono również nagromadzenia przedstawicieli rodzaju *Edmondia* wraz z typowo morskimi rodzajami oraz fauny edmodiowo-lingulowej znane licznych profili LZW [2].

Ponadto stwierdzono obecność kilku poziomów z wyraźnie większym niż w pozostałej części profilu nagromadzeniem fauny. Na głębokości 928,7 ÷ 927,7 m (odcinek 5 profilu) stwierdzono występowanie nagromadzenia szczątków, obejmujących rodzaje *Edmondia*, *Polidevcia*, *Posidonia* i *Lingula*. Na głębokości 927,1 m występuje nagromadzenia fauny (w postaci oznaczalnych rodzajowo szczątków) z rodzaju *Posidonia*, a na głębokości 925,8 m szczątków małżów z rodzaju *Edmondia* i *Sanguinolites*. Są to taksony powszechnie występujące w wesfału A LZW [3, 4, 6].

Głównogi występujące w profilu należą do rodzajów *Anthraceras* i *Gastrioceras*, powszechnie występujących w wesfału LZW. Bardzo liczne i występujące w całym profilu (czasami w dużych nagromadzeniach) ramienionogi *Lingula*, należące głównie do gatunku *Lingula mytilloides* (Sowerby), nie mają znaczenia stratygraficznego lecz są wskaźnikiem ekologicznym. Obecność rodzaju *Lingula* może wskazywać na osady przejściowe od środowiska morskiego do słodkowodnego [3, 4, 5]. Nie mają również znaczenia stratygraficznego stwierdzone w badanych utworach szczątki ślimaków, małżoraczki i łuski ryb.

Przeprowadzone badania faunistyczne utworów występujących w profilu otworu wiertniczego Borowo na głębokości 930,0 ÷ 921,1m pozwalają stwierdzić że:

- w analizowanym poziomie występują gatunki *Dunbarella papyracea* (Sowerby), *Edmondia bisulcata* F.et M. Řechoř, *Posidonia sulcata* (Hind) i *Anthraceras vanderbeckei* (Ludwig), wskaźnikowe dla horyzontu faunistycznego Dunbarella, którego strop wyznacza granicę wesfału A i B,
- przynależność analizowanego odcinka profilu do horyzontu faunistycznego Dunbarella potwierdzają charakterystyczne dla tego poziomu zespoły faunistyczne,
- obserwowane spektrum fauny obejmowało wyłącznie faunę morską, ewentualnie brakiczną, nie występowały natomiast typowo słodkowodne rodzaje (poza jedną, silnie zniszczoną skorupką *Naiadites*), powszechnie opisywane w literaturze dla stropowej części poziomu Dunbarella LZW [1,4,6].

8. Podsumowanie

1. W otworze wiertniczym Borowo strop karbonu nawiercono na głębokości 675,5 m, w nadkładzie osadów karbońskich występują osady jury górnej i kredy reprezentowane głównie przez skały węglanowe i margliste oraz piaski i gliny czwartorzędowe. Osady karbonu to przede wszystkim utwory ilasto-mułowcowe z niewielką domieszką piaszczowców oraz warstwami węgla o różnej miąższości.

2. W spągowej części otworu wiertniczego Borowo (głębokość 921,1÷930,0m) występuje poziom z licznymi szczątkami makrofauny morskiej i brakicznej. Dominującą grupą fauny są małże, ramienionogi bezzawiasowe i małżoraczki, nieco mniej licznie występują przedstawiciele goniatytołów, ślimaków oraz łuski ryb
3. Analiza taksonomiczno-ilościowa szczątków makrofauny, przeprowadzona w celu określenia pozycji stratygraficznej nawierconych utworów, wykazała obecność gatunków wskaźnikowych oraz zespołów faunistycznych charakterystycznych dla horyzontu faunistycznego Dunbarella, czyli granicy wesfału A i B.

Literatura

1. *Hitnarowicz T., Kuchcińska G.*: Opis sedymentacyjno-facjalny poziomu morskiego w serii osadów wesfału Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwartalnik Geologiczny 1976, vol. 20, nr 1, 43÷57.
2. *Kmieciak H., Migier T., Musiał L., Tabor M.*: The Carboniferous biostratigraphy of the Lublin Coal Basin (Poland). W: Podemski M. (red.): Proceedings of the XI International Congress on the Carboniferous and Permian. Prace PIG 1997, nr 157, 1÷247, 173÷187.
3. *Musiał L., Tabor T.*: Korelacja biostratygiczna karbonu górno-polski z innymi obszarami na podstawie makro- i mikrofauny. W: Pajchłowa M.(red.): Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. Karbon. Budowa Geologiczna Polski, Tom III, cz. 1c, 2001, 22÷26.
4. *Musiał L., Tabor M.*: Stratygrafia karbonu na podstawie makrofauny. W: Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego (red. Z. Dembowski, J. Porzycki). Prace PIG 1988, nr 122, 88÷112.
5. *Musiał L., Tabor M.*: Stratygrafia utworów karbonu północno-wschodniej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwartalnik Geologiczny 1979, vol. 23, nr 1, 141÷152.
6. *Musiał L., Tabor M., Żakowa H.*: Makrofauna W: Zdanowski A., Żakowa H. (red.): The Carboniferous system in Poland. Prace PIG tom CXLVIII 1995, 23÷44.
7. *Skompski S.*: Regional and global chronostratigraphic correlation levels in the late Viséan to Westphalian succession of the Lublin Basin (SE Poland). Geological Quarterly 1998, vol. 42, nr 2, 121÷130.
8. *Shulga V.F. Zdanowski A.*: Nowe informacje o stratyfikacji goniatytowej utworów węglonośnych Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Materiały XXV sympozjum Geologia Formacji Węglonośnych Polski 2002, 151 ÷ 156.
9. *Waksmundzka M., I.*: Sequence stratigraphy of Carboniferous paralic deposits in the Lublin Basin (SE Poland). Acta Geologica Polonica 2010, vol. 60, nr 4, 557÷597.
10. *Zdanowski A.*: Jakość węgla w LZW. Biuletyn PIG 2010, nr 439/1, 189 ÷ 198.
11. *Zdanowski A.*: Rozpoznanie złóż węgla kamiennego i boksytów w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Biuletyn PIG - nr 422 2007, 35÷50.
12. *Zdanowski A.*: Karbon Appalachów i jego porównanie z karbonem Górnośląskiego oraz Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Geologia/AGH, T. 33, z. 3, 2007, 127 ÷ 137.
13. *Zdanowski A.* (red.): Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego 1:500000. PIG Warszawa 1999 .
14. *Zdanowski A., Shulga V.F.*: Nowy schemat litostratygraficzny górnej części karbońskiej formacji węglonośnej Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego. Materiały XXVI sympozjum Geologia Formacji Węglonośnych Polski 2003, 153 ÷ 159
15. Profil geologiczno-techniczny otworu Borowo – udostępniony przez PDCo Sp. z o. o.
16. <http://www.pdz.com.au>
17. <http://pdco.pl/Prezentacja.pdf>