

Elżbieta TURNAU

POZIOMY SPOROWE W FORMACJACH DEWOŃSKICH REJONU PIONEK (POLSKA CENTRALNA)

Spore zones of Devonian formations in the vicinity of Pionki (central Poland)

Elżbieta Turnau: Spore zones of Devonian formations in the vicinity of Pionki (central Poland). (In Polish, English summary). Ann. Soc. Geol. Poloniae, 55/3–4: 355–374, 1985, Kraków.

A b s t r a c t: Spore zones: *micrornatus-newportensis*, *polygonalis-emsiensis*, *annulatus-sextantii*, *douglastownense-euryptero* and *optivus-triangularis* are recognised in the Devonian deposits from two boreholes in central Poland. The upper part of the Sycyn Formation and the Czarnolas Formation considered hitherto to be of Siegenian age are assigned to the Gedinnian. Two upper thirds or three fourths of the Zwoleń Formation are assigned to the uppermost Siegenian and Emsian. The overlying carbonate-terrigenous series belongs to uppermost Emsian and/or lowermost Eifelian within the basal portion and to Upper Givetian about the top of the sequence. New interpretation of the stratigraphical significance of the Lower Devonian faunas from the Radom–Lublin area suggests that the Bostovian and Ciepielovian regional stages correspond to the Gedinnian. It is supposed that the continental sedimentation started in the Radom–Lublin area at about the same time as in Podolia, i.e. in late Gedinnian. During the accumulation of the deposits under consideration, the subsidence rate was variable. Two periods of distinctly lower subsidence rate were Siegenian and Eifelian to early Givetian.

Key words: stratigraphy, spore zones, Lower and Middle Devonian, Bostovian, Ciepielovian, Central Poland.

Elżbieta Turnau: Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, 31-002 Kraków, ul. Senacka 3, Poland.

manuscript received: October, 1984

accepted: October, 1984

Treść: W utworach dewonu z otworów wiertniczych rejonu Pionek wyróżniono zony sporowe: *micrornatus-newportensis*, *polygonalis-emsiensis*, *annulatus-sextantii*, *douglastownense-euryptero* i *optivus-triangularis*. Górną część formacji sycyńskiej (fm) i formację czarnoleską (fm), którym do tej pory przypisywano wiek zigeński, zaliczono do żedynu. Górne dwie trzecie lub trzy czwarte formacji zwoleńskiej (fm) zaliczono do najwyższego zigeny i emsu. Zalegająca wyżej seria węglanowo-teryogeniczna należy do najwyższego emsu i/lub eiflu w partii przyspągowej i do górnego żywetu w pobliżu stropu. Według przedstawionej nowej interpretacji dotychczasowych danych faunistycznych regionalne piętra bostowskie i ciepielowskie odpowiadają żedynowi, a nie, jak sugerowano dotychczas, żedynowi i zigenowi. Przypuszcza się, że sedymentacja lądowa rozpoczęła się na badanym obszarze w tym samym w przybliżeniu czasie co na Podolu, to znaczy w późnym żedynie. Porównanie stosunków miąższościowych osadów zaliczonych do kolejnych pięter dewonu sugeruje, że tempo akumulacji było zmienne. Dwa okresy wyraźnie wolniejszej subsydencji musiały mieć miejsce w zigenie, a także w eiflu i wczesnym żywecie.

WSTĘP

W pracy przedstawiono stratygraficzne wyniki badań sporowych utworów dewonu z otworów wiertniczych Pionki 1 i Pionki 4. Otwory te, wykonane przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych „Geonafta”, zostały usytuowane we wsi Suskowola niedaleko Pionek, na północny wschód od Radomia (fig. 1). Rejon Pionek należy do tak zwanego obszaru radomsko-lubelskiego, na którym utwory różnych pięter dewonu napotkano w ponad stu otworach wiertniczych.

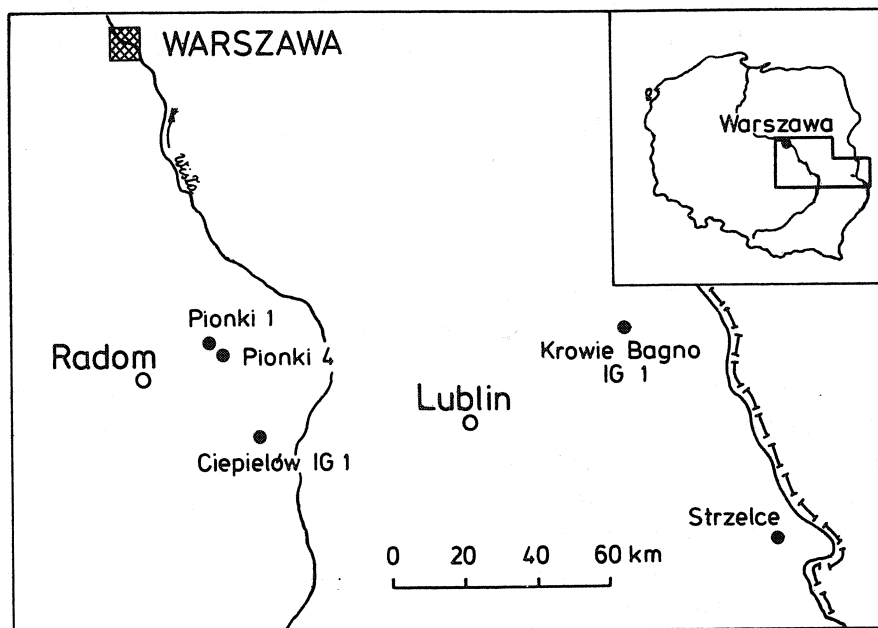


Fig. 1. Lokalizacja wymienionych w tekście otworów wiertniczych obszaru radomsko-lubelskiego
Fig. 1. Localisation map of Radom—Lublin area showing position of boreholes referred to in text

Badania sporowe nad utworami dewonu omawianego obszaru nie były do tej pory prowadzone na szerszą skalę, poświęcono im bowiem zaledwie dwie wzmianki w dwu notatkach paleobotanicznych (Jakubowska, 1968, 1974). Celem badań, zapoczątkowanych niniejszą pracą, jest ustalenie zasięgu pionowego zon sporowych w utworach datowanych faunistycznie, określenie wieku utworów lądowych oraz płytkomorskich pozbawionych prawie zupełnie fauny oraz dostarczenie lub uściślenie danych na temat zasięgu wiekowego poszczególnych formacji.

Profil Pionki 4 jest jednym z najbardziej interesujących profili badanego obszaru ze względu na swoją kompletność. Utwory dewonu napotkano tu na głębokości od 1320 do 3036 m. Wprawdzie nie zostały one przebite, lecz nawiercona tu sekwencja dewońska licząca 1716 m obejmuje część utworów żedynu (według przedstawionych w tej pracy danych sporowych) po osady franu (Senkowicz, 1973; Łobanowski & Przybyłowicz, 1979). Ponadto w profilu tym są reprezentowane osady wycofującego się zbiornika morskiego, na których leżą osady lądowe przykryte z kolei osadami transgredującego morza.

Autorka dziękuje Dyrekcji Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych „Geonafta” za udostępnienie próbek, oraz dr. Henrykowi Łobanowskiemu (Warszawa) za wskazanie opracowanych wierceń,

pomoc w pobraniu próbek oraz cenne uwagi dotyczące stratygrafii i litologii sekwencji dewońskiej z Pionek. Autorka wyraża również swą wdzięczność za krytyczne uwagi dotyczące tekstu i figur prof. Ryszardowi Gradzińskiemu (Kraków) i dr. Leszkowi Chudzikiewiczowi (Kraków).

Niniejsza praca została wykonana w ramach tematu węzłowego Polskiej Akademii Nauk, MR.1.16.

SYTUACJA GEOLOGICZNA

Na obszarze radomsko-lubelskim utwory dewonu leżą na utworach syluru bez widocznych znaczniejszych przerw w sedimentacji, co stwierdzono po raz pierwszy w otworach Kock IG 1 i Ciepiałów IG 1 (Pajchłowa, 1964; Miłaczewski, 1974; Tomczyk, 1974; Tomczykowa, 1974). Zalegają one pod utworami karbo-
nu lub różnych systemów mezozoiku.

LITOSTRATYGRAFIA

Pierwszy podział litostratygraficzny utworów dewonu omawianego obszaru został wprowadzony przez Miłaczewskiego i Żelichowskiego (1970), a następnie zmodyfikowany i uzupełniony przez Miłaczewskiego (1981).

F o r m a c j a s y c y Ń s k a (fm). Formacja sycyńska jest najstarszą z formacji dewońskich omawianego regionu. Zawiera ona ciemnoszare skały ilasto-
mułowcowe z cienkimi przewarstwieniami i soczewkami wapieni. Fauna morska jest obfita, szczególnie w dolnej części formacji. Stwierdzona miąższość wynosi 170 do 700 m.

W Pionkach 4 przebito jedynie górną część formacji sycyńskiej. Zaliczono do niej (Miłaczewski *et al.*, 1983) utwory z głębokości od 3036 do 2871 m.

F o r m a c j a c z a r n o l e s k a (fm). Formacja ta charakteryzuje się obecnością przewarstwiających się ciemnoszarych i szarozielonawych mułowców i iłowców pylastych oraz szarych piaskowców kwarcowych zawierających liczne powierzchnie rozmyć i bioturbacje. Obecna jest fauna płytkomorska i lagunowa, zanikająca ku górze. Miąższość wynosi od 30 do 200 m.

W profilu Pionki 4 do formacji czarnoleskiej zaliczono utwory z głębokości od 2871 do 2700 m (Miłaczewski *et al.*, 1983).

F o r m a c j a z w o l e ń s k a (fm). Formacja ta charakteryzuje się obecnością przewarstwiających się czerwonych i zielonawych, niekiedy plamistych, mułowców i iłowców pylastych oraz jasnoszarych piaskowców kwarcowych. Występuje tu skąpa fauna lagunowa i lądowa oraz skamieniałości roślinne. Stwierdzona miąższość wynosi do 1300 m.

W otworze Pionki 1 osady tej formacji nawiercono na głębokości od 1805 do 1396 m (Senkowicz, 1973; Łobanowski & Przybyłowicz, 1979). W otworze Pionki 4 do formacji zwoleńskiej zaliczono utwory z głębokości od 2700 do 1820 m (Miłaczewski *et al.*, 1983).

W północno-zachodniej części omawianego obszaru morskie osady zalegające ponad formacją zwoleńską nie zostały do tej pory podzielone w sposób formalny na jednostki litostratygraficzne. Miłaczewski (*in* Miłaczewski *et al.*, 1983) dokonał jedynie prowizorycznego nieformalnego podziału tych utworów na trzy serie.

Seria węglanowo-terygeniczna. Sekwencja ta zawiera ciemnoszare dolomity, przewarstwiające się w wyższej partii z mułowcami dolomitycznymi i przechodzące w najwyższej partii w jasnoszare piaskowce przewarstwione z wapieniami i dolomitami piaszczystymi. W otworze Pionki 4 seria węglanowo-terygeniczna występuje na głębokości od 1820 do 1640 m.

Seria dolomitowa. Sekwencja ta zawiera dolomity, margle dolomityczne i wapień dolomityczny. Obejmuje ona w Pionkach 4 osady z głębokości od 1640 do 1587 m.

Seria wapienno-koralowcowa. Utwory serii wapienno-koralowcowej tworzą szarobrunatne i beżowe wapień. Występują one w otworze Pionki 4 na głębokości od 1587 do 1320 m (głębokość 1320 m podaje autorka za Miłaczewskim; Senkowicz, 1973, oraz Łobanowski & Przybyłowicz, 1979 podają dwie inne głębokości stropu utworów dewonu w otworze Pionki 4, a mianowicie 1318 m – na figurach, oraz 1378 m – w tekście).

DOTYCHCZASOWE POGLĄDY NA WIEK FORMACJI DEWOŃSKICH REGIONU RADOMSKO-LUBELSKIEGO

BIOSTRATYGRAFIA DEWONU DOLNEGO – DYSKUSJA

W omawianym regionie najbogatsza i najdokładniej opracowana fauna pochodzi z dolnej części formacji sycyńskiej. Fauna ta ubożeje w górnej części formacji i jest jeszcze bardziej skąpa w wyżej leżącej formacji czarnoleskiej.

Na podstawie fauny, przede wszystkim trylobitów, z utworów dewonu dolnego Gór Świętokrzyskich i rejonu radomsko-lubelskiego Tomczykowa (1962) wyróżniła warstwy bostowskie, a następnie wyżej leżące warstwy ciepiewskie (Tomczykowa, 1974). Te jednostki zostały później nazwane piętrami: bostowskim i ciepiewskim (Tomczyk *et al.*, 1977). Pierwsze z wymienionych pięter koreluje Tomczykowa (1974) z żedynem, drugie zaś z zigenem. Korelacja dolnej części piętra bostowskiego z dolnym żedynem, a przynajmniej jego częścią, jest dobrze udokumentowana, gdyż występują tu trylobity *Acastella elsana* Richter & Richter, *Acastella tiro* Richter & Richter i *Warburgella rugulosa rhenana* Alberti (Tomczykowa, 1962). Natomiast korelacja górnego bostowu z górnym żedynem podobnie jak korelacja ciepiewu z zigenem budzą zastrzeżenia. Poziomy trylobitowe górnego bostowu (Tomczyk *et al.*, 1977), w porządku zstępującym, są następujące:

Digonus vialai

Digonus bostoviensis

Phacopina n.sp.

Warburgella rugulosa rugulosa

W utworach górnego bostowu występuje także *Acastava patula* Hollard (por. Tomczykowa, 1974).

Warburgella rugulosa (Alth) znana jest z Alaski, kanadyjskich rejonów arktycznych, z Newady, Północnej Afryki i Europy, a mianowicie z Reńskich Gór

Łupkowych, Alp Karnijskich, Barrandienu i Podola. Gatunek ten występuje w tych obszarach w obrębie poziomu *Monograptus uniformis* lub jego odpowiedników (Ormiston, 1977). Podgatunek *Warburgella rugulosa rugulosa* (Alth) notowano w utworach dolnego żedynu Reńskich Gór Łupkowych i Podola (Alberti, 1969, tabela 5). *Acastava patula* Hollard znana jest z Maroka, gdzie występuje wraz z *Warburgella rugulosa*, *Monograptus uniformis* Přibyl i *Icryodus woschmidtii* Ziegler (Ormiston, 1977), gatunkami typowymi dla dolnego żedynu. Pozostałe gatunki trylobitów notowane w utworach górnego bostowu mają zasięg stratygraficzny słabo poznany; dwa z nich to gatunki opisane po raz pierwszy przez Tomczykową (1975b).

W dolnym ciepielowie wyróżniła Tomczykowa (in Tomczyk et al., 1977) następujące poziomy trylobitowe (w porządku zstępującym):

Parahomalonotus angusticostatus

Digonus elegans

Trimerus novus

Parahomalonotus forbesi

Acastella rouaulti

W otworze Strzelce IG 2 (Tomczykowa, 1976), w utworach dolnej części dolnego ciepielowu występuje też *Warburgella rugulosa rugulosa* (Alth), której znaczenie stratygraficzne omówiono powyżej. *Acastella rouaulti* (Tromelin & Lebesconte) jest gatunkiem znanym z Masywu Armorykańskiego z północno-zachodniej Francji, gdzie występuje w tej części utworów zaliczanych dawniej do dolnego zigeny, którą uznano później za dolnożedyńską (Richter & Richter, 1954, fide Gandl, 1972). A zatem, w utworach górnego bostowu i najniższego

Ż E D Y N G E D I N N I A N				WIEK - AGE obecna praca - present paper	
Ż E D Y N GEDINNIAN		Z I G E N SIEGENIAN		WIEK - AGE Tomczyk et al. 1977	
BOSTÓW BOSTOVIAN dolny Lower		CIEPIELÓW CIEPIELOVIAN dolny Lower		REGIONALNE REGIONAL	PIĘTRA STAGES
górny Upper		górny Upper			
—				<i>Monograptus</i> cf. <i>uniformis</i> *	
—				<i>Monograptus microdon</i> cf. <i>silesicus</i> *	
—				<i>Acastella heberti</i> <i>elsana</i> *	
—				<i>Acastella tiro</i> *	
—				<i>Warburgella rugulosa</i> *	
—				<i>Spathognathodus steinhornensis</i> *	
—				<i>Spathognathodus primus</i> *	
—				<i>Ozarkodina typica denckmanni</i> *	
brak danych no data		—		<i>Streelispora newportensis</i>	

Fig. 2. Zasięgi wybranych żedyńskich gatunków z różnych grup systematycznych w utworach bostowu i ciepielowu obszaru radomsko-lubelskiego. Gatunki typowe dla dolnego żedynu oznaczono gwiazdkami

Fig. 2. Ranges of selected Gedinnian species of various taxonomic groups in Bostovian and Ciepielovian deposits of Radom-Lublin area. Species typical of Lower Gedinnian marked with asterisks

ciepielowu występują prawie wyłącznie gatunki trylobitów typowe dla dolnego żedynu (fig. 2). Jedynym gatunkiem zigeńskim jest *Parahomalonotus forbesi*, jest to jednak forma spotykana rzadko, a zatem jej zasięg stratygraficzny można uważać za niedokładnie zbadany. Zdaniem autorki niniejszej pracy omówiona fauna trylobitów sugeruje, iż piętro bostowskie i przynajmniej najniższa część piętra ciepielowskiego odpowiadają dolnemu żedynowi.

Na dolnożedyński wiek górnego bostowu wskazują też badania konodontowe (Nehring, 1973, 1975). Spośród licznych gatunków występujących w tych utworach w profilu Krowie Bagno IG 1 autorka tu wymienia trzy (por. fig. 2) znane wyłącznie z utworów najwyższego syluru i dolnego żedynu.

W utworach górnego bostowu i ciepielowu występują również małżoraczki, które opracowała Nehring (1973, 1974, 1975, in Miłaczewski *et al.*, 1983). Autorka tu podsumowując w ostatniej z cytowanych prac swe wcześniejsze badania stwierdziła, że w utworach bostowu i ciepielowu występują gatunki żedyńskie lub o szerokim zasięgu, brak natomiast gatunków zigeńskich.

Tentakulity z utworów bostowu i ciepielowu zostały opracowane przez Hajłasz (1968, 1974, 1975, in Miłaczewski *et al.*, 1983). Dwa kolejne zespoły wyróżnione przez tę autorkę zawierają liczne gatunki podawane dotychczas z Podola z horyzontów: borszczowskiego, czortkowskiego i iwaniewskiego, które odpowiadają dolnemu żedynowi (Nikiforowa, 1977). Należy zaznaczyć, że cytowana autorka w żadnej ze swych prac nie sugeruje, iż utwory górnego bostowu i ciepielowu odpowiadają żedynowi.

Zdaniem autorki dane przytoczone powyżej sugerują, że również utwory piętra ciepielowskiego należy zaliczyć do żedynu. Taka interpretacja jest też zgodna z uzyskanymi obecnie wynikami badań sporowych, co omawiane jest w dalszej części pracy.

WIEK FORMACJI DEWOŃSKICH W REJONIE PIONEK

Zgodnie z przedstawioną powyżej nową interpretacją wyników dotychczasowych badań faunistycznych, formacje: sycyńska i czarnońska są wieku żedyńskiego, przynajmniej w północno-zachodniej części obszaru radomsko-lubelskiego. Dane, na podstawie których ~~można~~ by określić wiek formacji zwoleńskiej, są nader skąpe. W otworze Ciepielów IG 1, w górnej części formacji zwoleńskiej napotkano szczątki ryb *Machaeracanthus* sp. i *Psammosteus* sp., które, zdaniem Krassowskiej & Kulczyckiego (1963) mają świadczyć o emskim wieku tej części formacji. Makroflora i spory z górnej części formacji zwoleńskiej z Ciepielowa świadczą o dolnodewońskim wieku tych utworów (Jakubowska, 1968, 1974). Makroflora opisana przez Brzyskiego (1976) z górnej części formacji zwoleńskiej otworu Pionki 4 nie ma większego znaczenia stratygraficznego. Uważa się, że formacja ta jest wieku emskiego (Tomczyk *et al.*, 1977), górnozigeńsko-emskiego (Miłaczewski *et al.*, 1983) lub górnozigeńsko-eifelskiego (Łobanowski & Przybyłowicz, 1979).

W dolnej części serii węglanowo-teryogenicznej występują w otworze Pionki 4 brachiopody *Uncinulus coronatus* (Kayser), *Eoreticularia aviceps* (Kayser) i *Eury-*

spirifer supraspeciosus (Lotze), które zdaniem Łobanowskiego i Przybyłowicz (1979) sugerują górnoeifelski lub dolnożywecki wiek tych utworów. Brak jest bezpośrednich danych na temat wieku wyżej leżących utworów. Serię węglano-wo-terygeniczną zaliczył Miłaczewski (in Miłaczewski *et al.*, 1983) do eiflu i żywetu, zaś serię dolomitową i wapienno-koralowcową do franu.

POZIOMY SPOROWE UTWORÓW DEWONU W REJONIE PIONEK

Spośród 28 próbek skał dewońskich z profilu Pionki 1 i 44 próbek z profilu Pionki 4 odpowiednio 21 i 32 próby zawierały oznaczalne spory. Określono przynależność gatunkową 58 form (w tym 9 nowych gatunków). Pełną listę gatunków i ich zasięgi w poszczególnych zonach przedstawiono na fig. 3. Opisy ważniejszych oraz nowych gatunków są w poprzedniej pracy autorki (Turnau, 1986).

Zespoły spor z omawianych profili pozwalają wyróżnić pięć różniących się od siebie kolejnych poziomów sporowych. Wiele gatunków obecnych w poszczególnych zespołach ma stosunkowo krótki zasięg pionowy i szerokie rozprzestrzenienie geograficzne, co pozwala na korelację wspomnianych poziomów z zonami sporowymi innych regionów. Do tej pory przedstawiono kilka stratygraficznych schematów sporowych dla różnych części dewonu. Ich przegląd zawarty jest w pracy McGregora (1979). Stratygraficzny schemat sporowy dla utworów syluru i dewonu kontynentu old red i obszarów przyległych został zaproponowany przez Richardsona i McGregora (w druku). Powstał on na podstawie badań palynologicznych przeprowadzonych przede wszystkim w Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Belgii, RFN i Libii. Elementy niektórych zon stwierdzono również w Hiszpanii, Francji i ZSRR (Podole, Litwa, Łotwa) a nawet w Chinach i na Antarktydzie. Zony sporowe omawianego schematu skorelowano w przybliżeniu z zonami konodontowymi oraz graptolitowymi (fig. 4) i innymi.

Zony sporowe wyróżnialne w profilach Pionki 1 i Pionki 4 odpowiadają kilku zonom schematu Richardsona i McGregora (w druku). Są one wieku od żedyńskiego po późnożywecki (ewentualnie wczesnofrański), z dwoma lukami (fig. 5) spowodowanymi nieosadzeniem się lub kondensacją osadów, niekompletnym opróbowaniem profili oraz brakiem spor w próbach z niektórych znacznych przedziałów.

Zona *Emphanisporites micrornatus* – *Streelispora newportensis*

Zona ta obejmuje według Richardsona i McGregora (w druku) utwory prawie całego dolnego żedynu oraz dolną część utworów górnego żedynu. Gatunki uważane przez tych autorów za charakterystyczne dla omawianej zony występują w profilu Pionki 4 w formacji sycyńskiej (głębokość od 3001 do 2876 m). Są to: *Streelispora newportensis* (Chaloner & Streel) Richardson & Lister, *Emphanisporites epicautus* Richardson & Lister, *Chelinospira cassicula* Richardson & Lister i *Cymbosporites proteus* McGregor. Pierwsze trzy z wymienionych gatunków nie były dotąd notowane ani poniżej ani powyżej zony *micrornatus-newportensis*. Stąd

SYSTEM-SYSTEM		SERIA - SERIES		PIĘTRO		STAGE		ZONY SPOROWE SPORE ZONES		ZONY KONODONTOWE CONODONT ZONES		ZONY GRAPTOLITOWE GRAPTOLITE ZONES	
								Richardson & McGregor, in press		Weddige et al., 1979 Ziegler, 1979 Cooper, 1980 Klapper & Johnson, 1980 McCracken & Barnes, 1981 Ziegler & Klapper, 1982		Rickard, 1975 Jaeger, 1979 Cocks et al., 1983 Murphy & Berry, 1983	
D E V O N I A N	UPPER	TURNĘJ											
		TOURNAISIAN		nitidus		vallatus -incochatus							
				-verrucosus		lepidophyta -nitidus				Protognathodus			
				pusillites						costatus			
				-lepidophyta									
				flexuosa-cornuta						styriacus			
										velifer			
										marginifera			
										rhomboidea			
										crepida			
										P. triangularis			
	GÓRNY												
	ŚRODKOWY - MIDDLE												
	DOLNY												

Fig. 4. Przybliżona korelacja zon sporowych, graptolitowych i konodontowych dewonu, według Richardsona i McGregora (w druku), uproszczona

Fig. 4. Approximate correlation of Devonian spore, graptolite and conodont zones, after Richardson & McGregor (in press), simplified

w rejonie Pionek najwyższa część formacji sycyńskiej i formacja czarnolesska są wieku żedynskiego.

W schemacie Richardsona & McGregora (w druku) ponad zoną *micrornatus-newportensis* występuje należąca jeszcze do żedynu zona *breconensis-zavallatus*, która w profilu Pionek może przypadać na część płonnej palynologicznie, dolnej partii formacji zwoleńskiej.

Zona Verrucosisporites polygonalis – Dictyotriletes emsiensis

Według Richardsona i McGregora (w druku) zona ta obejmuje utwory zигenu. Gatunki uważane przez tych autorów za charakterystyczne dla omawianej zony występują w profilu Pionki 1, w formacji zwoleńskiej (przedział od 1677 do 1660 m). Są to: *Breconisporites breconensis* Richardson, Streel, Hassan & Steemans, *Camptonotriletes caperatus* McGregor, *Brochotriletes hudsonii* McGregor & Camfield, *Dibolisporites wetteldorfensis* Lanninger i *D. eifeliensis* (Lanninger) McGregor. Według cytowanych wyżej autorów pierwszy z wymienionych gatunków nie przechodzi do następnej zony. W profilu Pionki 1 *B. breconensis* zanotowano jeszcze w najniższej próbce zawierającej gatunki kolejnej zony *annulatus-sextantii*. Oprócz wyżej wymienionych gatunków w omawianej zonie zanotowano obecność form znanych z utworów zaliczanych do najwyższego zигenu lub najniższego emsu na Litwie (Archangelskaja, 1978, 1980). Są to: *Perotriletes subitus* (Archangelskaja) Turnau, *Brochotriletes rarus* Archangelskaja i *Limbosporites crassus* Archangelskaja.

Zona Emphanisporites annulatus – Camarozonotriletes sextantii

Zona ta obejmuje, według Richardsona i McGregora, utwory dolnego i środkowego emsu. Gatunki uważane przez tych autorów za charakterystyczne dla omawianej zony występują w utworach formacji zwoleńskiej w obydwu omawianych otworach (Pionki 1, głębokość od 1590 do 1423 m, Pionki 4, od 2283 do 1862 m). Zanotowano tu obecność następujących gatunków charakterystycznych dla omawianej zony: *Emphanisporites annulatus* McGregor, *E. schultzei* McGregor, *Verruciretusispora dubia* (Eisenack) Richardson & Rasul, *Apiculiretusispora plicata* (Allen) Streel, *Dibolisporites eifeliensis* (Lanninger) McGregor. Pierwsze trzy z wymienionych gatunków nie były dotąd notowane z utworów poniżej omawianej zony, natomiast *E. schultzei* nie przechodzi do zony następnej. W dolnej części omawianej zony, w profilu Pionki 1, występuje gatunek *Acinosporites münsteri-feliensis* (Franke) Streel znany z utworów najwyższego zигenu Litwy (Archangelskaja, 1980) oraz z dolnego emsu rejonu ardeńsko-reńskiego (Franke, 1965; Streel, 1967).

Wyniki badań sporowych pozwalają skorelować w przybliżeniu profile formacji zwoleńskiej z Pionek 1 i Pionek 4 (fig. 5). W profilu Pionki 1 występują, od dołu, zespoły zony *polygonalis-emsiensis*, których brak w profilu Pionki 4, a następnie zespoły zony *annulatus-sextantii*, obecnej w obydwu profilach. W Pionkach 1,

w zespołach tej ostatniej zony występuje dość licznie i regularnie wspomniany wyżej gatunek *Acinosporites münstereifeliensis*. Nie zanotowano go już w najwyższej próbce z tego otworu (z głębokości 1423 m), ani w żadnej z próbek z Pionek 4. Jest zatem bardzo prawdopodobne, że osady formacji zwoleńskiej z Pionek 1, od dołu do głębokości 1446 m, są starsze od utworów z Pionek 4 z głębokości 2283 m, lub przynajmniej z głębokości 2163 m (od której profil jest dokładniej palynologicznie zbadany dzięki większemu zagęszczeniu próbek). Możemy zatem przyjąć, że w rejonie Pionek górne dwie trzecie lub nawet trzy czwarte formacji zwoleńskiej należą do emsu.

Zona Grandispora douglastownense – Ancyrospora eurypterota

Zona ta obejmuje według Richardsona i McGregora (w druku) utwory najwyższego emsu i najniższego eiflu. Gatunki uważane przez tych autorów za charakterystyczne dla omawianej zony napotkano w najniższej części serii węglanowo-terygeniczej (Pionki 4, głębokość 1790 do 1759 m). Są to: *Ancyrospora kedoe* (Riegel) Turnau, *Ancyrospora* cf. *nettersheimensis* Riegel, *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson i *Hystricosporites microancyreus* Riegel. W zespołach spor omawianej zony zanotowano również obecność gatunków *Grandispora diamphida* Allen i *Calamospora* sp. cf. *Periplecotriletes tortus* Egorova. Pierwszy z nich jest gatunkiem morfologicznie zbliżonym (a być może konspecyficznym) do *Grandispora douglastownense* McGregor, gatunku nominalnego omawianej zony. *Periplecotriletes tortus* jest charakterystyczny dla zony o tej samej nazwie obejmującej utwory środkowego eiflu (Archangelskaja, 1976), ustalonej dla centralnej i wschodniej części europejskiej części ZSRR. W Łotewskiej SSR (Nienastiewa, 1981) gatunek ten pojawia się już we wcześniejszej zonie *inassuetus-sterlibashevensis*, którą można uważać za wiekowy odpowiednik zony *douglastownense-eurypterota*.

Wszystkie gatunki omawianej zony, które wymieniono powyżej, przechodzą do zony następnej (Richardson & McGregor, w druku), jest zatem możliwe, że najniższa część serii węglanowo-terygeniczej należy już do środkowego eiflu. Autorka uważa to jednak za mało prawdopodobne z uwagi na brak w omawianych zespołach sporowych gatunków następnej zony sporowej. A zatem dolna część serii węglanowo-terygeniczej należy prawdopodobnie do najwyższego emsu lub najniższego eiflu.

Zona Contagisporites optivus – Cristatisporites triangulatus

Zona ta obejmuje, według Richardsona i McGregora (w druku), utwory górnego żywetu i najniższego franu. Elementy tej zony zanotowano tylko w jednej próbce z górnej części serii węglanowo-terygeniczej (Pionki 4, głębokość od 1677 do 1882 m). Występują tu między innymi następujące gatunki: *Cristatisporites triangulatus* (Allen) McGregor & Camfield, *Aneurospora greggsi* (McGregor) Streel, *Geminospora lemurata* Balme. Są to formy uważane za charakterystyczne dla

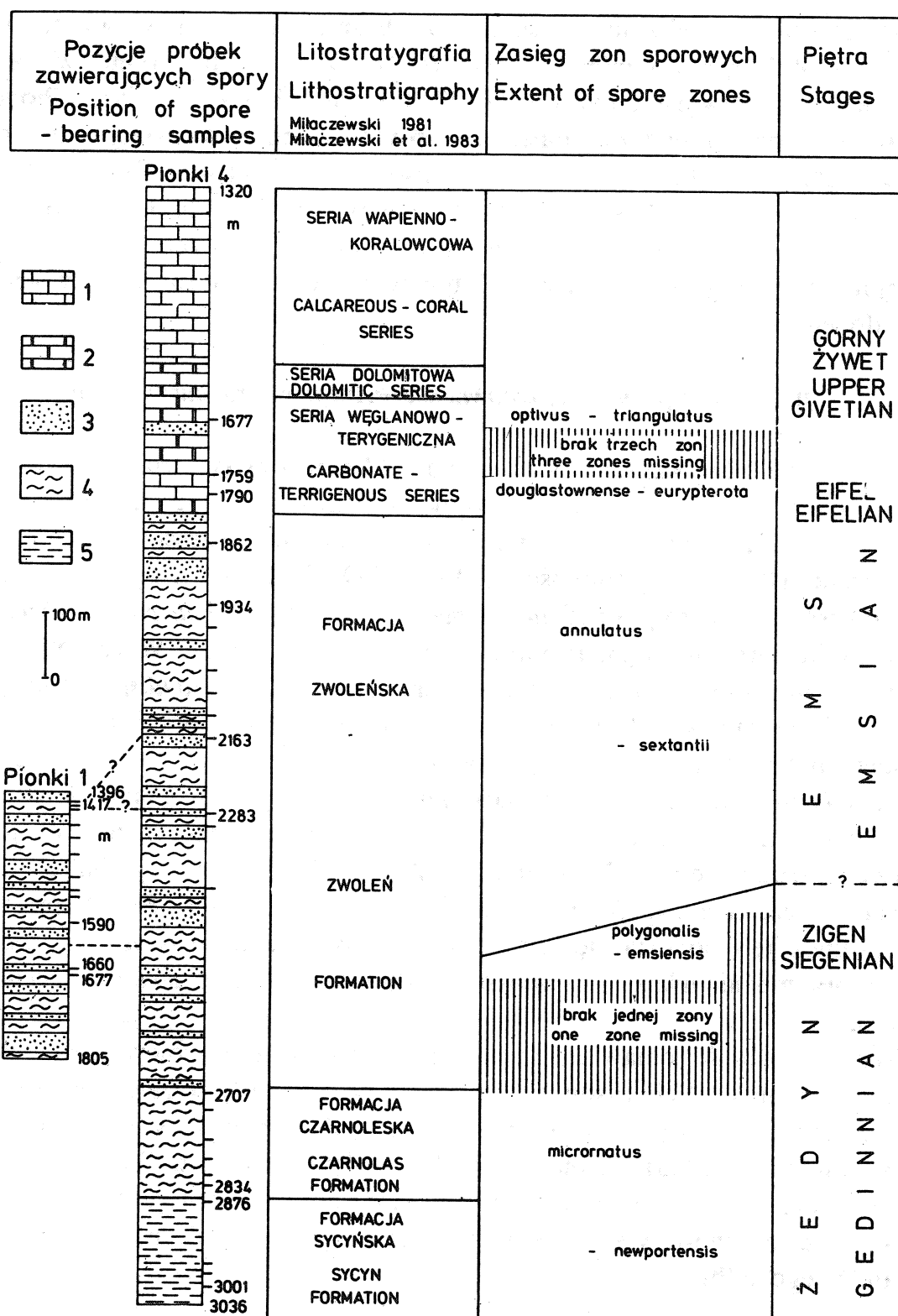


Fig. 5. Stwierdzony zasięg zon sporowych w formacjach dewońskich z rejonu Pionek. Pozycja granicy zon sporowych *polygonalis-emsienensis* i *annulatus-sextantii* w obrębie formacji zwoleńskiej możliwa w dwu wariantach zależnie od wariantów korelacji profili Pionki 1 i Pionki 4. 1 – wapienie, 2 – dolomity, 3 – piaskowce, 4 – mułowce, 5 – iłowce (litologia uproszczona, wg Miłaczewskiego et al., 1983)

Fig. 5. Extent of spore zones in Devonian formations of Pionki area. Position of *polygonalis-emsienensis* and *annulatus-sextantii*. Spore Zones boundary within Zwoleń Formation possible in two variants depending on correlation between Pionki 1 and Pionki 4 sections. 1 – limestones, 2 – dolostones, 3 – sandstones, 4 – mudstones, 5 – claystones (lithology simplified, after Miłaczewski et al., 1983)

zony *optivus-triangulatus* (Richardson & McGregor, w druku). Dwa pierwsze gatunki pojawiają się po raz pierwszy u podstawy tej zony, wszystkie przechodzą do zony następnej. Wydaje się, że utwory górnej części serii węglanowo-terygeniczej należą do górnego żywetu (ewentualnie najniższego franu).

UWAGI KOŃCOWE

Wyniki badań palynologicznych oraz nowa interpretacja wcześniejszych opracowań faunistycznych sugerują, że utwory zaliczane do regionalnego piętra bostowskiego i ciepiewskiego są wieku żedynskiego. Stąd, przynajmniej w północno-zachodniej części obszaru radomsko-lubelskiego, sedimentacja morska zakończyła się jeszcze w żedynie, a nie jak dotąd przypuszczano w późnym zigenie. Sedimentacja lądowa rozpoczęła się prawdopodobnie w najpóźniejszym żedynie. Wprawdzie nie ma na to bezpośrednich dowodów, ale ponieważ w formacji czarnońskiej z otworu Pionki 4 występują zespoły sporowe zony *micronatus-newportensis*, można się spodziewać, że najniższa część palynologicznie płonnej dolnej części formacji zwolenńskiej należy do kolejnej zony *breconensis-zavallatus*.

W ten sposób lądowa seria dniestrowska na Podolu (por. Miłaczewski, 1981, fig. 17) byłaby nie tylko facjalnym, ale również wiekowym odpowiednikiem formacji zwolenńskiej. Wniosek ten, wynikający z przesłanek biostratygraficznych, jest też zgodny z danymi z dziedziny paleogeografii. Jak wynika z licznych danych geologicznych dotyczących utworów dolnego dewonu obszaru południowo-wschodniej Polski i ZSRR, obszar radomsko-lubelski i obszar Podola były usytuowane podobnie w stosunku do NE brzegu basenu morskiego, w którym psadzały się znane dziś utwory żedynu (por. Miłaczewski, 1981, fig. 53). Regresja, która w regionach kontynentu Old Red doprowadziła do zakończenia warunków morskich w późnym żedynie i wczesnym zigenie, była zjawiskiem na dużą skalę związanym ze zmianami eustatycznymi (House, 1974). Na obszarach usytuowanych podobnie w obrębie basenu początek sedimentacji lądowej mógł być w przybliżeniu synchroniczny.

Interesujące są różnice miąższości utworów poszczególnych pięter dewonu w profilu Pionki 4. Porównując je można pominąć kąty upadów w kolejnych formacjach, różnice są bowiem nieznaczne (por. Senkowicz, 1973, pp. 652–654). W omawianym profilu utwory żedynu udokumentowano palynologicznie w obrębie osadów o grubości około 400 m (fig. 5). Jeżeli dodać do tego jeszcze około 350 m nieprzebitych w tym otworze osadów formacji sycyńskiej, której dolna granica odpowiada w rejonie Pionek dolnej granicy żedynu (Miłaczewski, 1981), to na utwory żedynu przypada co najmniej 750 m osadów. Utwory zigenu natomiast mają w profilu Pionek od kilkunastu do 300 m miąższości, chociaż zigen trwał około $1\frac{1}{2}$ raza dłużej niż żedyn (van Eysinga, 1978). Utwory emsu (ems trwał około $2\frac{1}{2}$ razy krócej niż zigen) mają w profilu Pionek co najmniej 420 m, a prawdopodobnie 500–600 m. Utwory eiflu i dolnego żywetu nie przekraczają 150 m miąższości, czyli są kilka razy cieńsze niż utwory emsu, choć przeciąg czasu ich powstawania był w przybliżeniu taki sam.

Jak widać, akumulacja omawianych osadów odbywała się w warunkach zmiennej subsydencji. W żedynie była ona dość szybka choć malejąca, wolna w zigenie, szybsza w emsie i znów wolniejsza w środkowym dewonie. Wśród geologów brak jednolitego poglądu na charakter związków pomiędzy eustazją a epejrogenezą oraz na ich następstwo w czasie. Na omawianym obszarze zmniejszoną subsydencję zigeny poprzedziła wielkoskalowa regresja żedyńska, a zwiększona subsydencja emsu nastąpiła po rozpoczęciu się w zigenie (House, 1974) nowej transgresji. Natomiast powiązanie zmniejszonej subsydencji środkowego dewonu z odpowiednimi zjawiskami eustatycznymi nastęrcza trudności, bowiem środkowy dewon był okresem dalszego pogłębiania się mórz. Najwidoczniej powody zmiennego tempa subsydencji w dolnym i środkowym dewonie omawianego rejonu były złożone.

LITERATURA CYTOWANA – REFERENCES

- Alberti, G.K.B., 1969. Trilobiten des jüngeren Siluriums sowie des Unter- und Mitteldevons. I. *Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges.* 520: 1–691. Frankfurt a. M.
- Archangelskaja, A.D., 1976. K oboznowaniu ejfelskiego gorizonta zony Periplecotriletes tortus centralnych oblastej ewropejskiej czasti SSSR. In: *Rezultaty palynologičeskich issledowanij dokembria, paleozoja i mezozoja SSSR*. Nauka, Moskwa, pp. 39–66.
- Archangelskaja, A.D., 1978. Spory niżnego dewona Litowskiej SSR. *Paleont. Żurn.*, (2): 113–120.
- Archangelskaja, A.D., 1980. Spory rastenij iz niekotorych razrezow niżnego dewona zapadnych regionow russkoj platformy. *Trudy VNIGNI*, 217: 26–45, 141–153.
- Brzyski, B., 1976. Sporogonites champanii, Prototaxites lafontii, Prototaxites sp. and Pachytheca sp. from the Devonian of Suskowola near Radom (central Poland). *Acta Paleobot.*, 17 (1): 3–16.
- Eysinga, van, F.W.B., 1978. *Geological Time Table*. Elsevier, Amsterdam.
- Franke, F., 1965. *Mikrofossilien eines unterdewonischen Brandschieferprofils nahe Münstereifel*. Inaug. Dissert. Freien Universität Berlin, Haale-Saale, pp. 1–82.
- Gandl, J., 1972. Die Acastavinae und Asteropyginae (Trilobita) Keltiberiens (NE Spanien). *Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges.* 530: 1–182. Frankfurt a. M.
- Hajłasz, B., 1968. Dolnodewońskie tentakulity z otworu wiertniczego Ciepielów IG-1. *Kwart. Geol.*, 12 (4): 812–825. Warszawa.
- Hajłasz, B., 1974. Tentakulity z utworów dewonu dolnego. In: Niemczycka, T. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepielów IG 1, 20. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 99–101.
- Hajłasz, B., 1975. Tentakulity z osadów dolnego dewonu. In: Niemczycka, T. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Krowie Bagno IG-1, 25. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 115–116.
- House, M.R., 1974. Facies and time in Devonian tropical areas. *Proc. Yorksh. Geol. Soc.*, 40: 233–281.
- Jakubowska, L., 1968. Badania paleobotaniczno-stratygraficzne osadów dewońskich z wierceń Ciepielów i Dorohucza. *Kwart. Geol.*, 12 (3): 507–518. Warszawa.
- Jakubowska, L., 1974. Wyniki badań paleobotaniczno-stratygraficznych osadów dewońskich. In: Niemczycka T. (Ed.) *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepielów IG-1, 20, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 101–102.
- Krassowska, A. & Kulczycki, J., 1963. Dewon w okolicy Ciepielowa. *Przegl. Geol.* (8): 394–395. Warszawa.
- Łobanowski, H. & Przybyłowicz, T., 1979. Tidal flat and flood-plain deposits in the Lo-

- wer Devonian of the western Lublin Uplands (after the boreholes Pionki 1 and Pionki 4). *Acta Geol. Pol.*, 29 (4): 383–407. Warszawa.
- McGregor, D.C., 1979. Spores in Devonian stratigraphical correlation. In: House, M.R., Scruton, T.C. & Basset, M.G. (Ed.), *The Devonian System. Palaeontological Assoc. Spec. Pap.*, 23, pp. 164–184.
- Miłaczewski, L., 1974. Litologia i stratygrafia. In: T. Niemczycka (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepłów IG-1, 20: 83–90. Warszawa.
- Miłaczewski, L., 1981. Dewon południowo-wschodniej Lubelszczyzny. *Prace Inst. Geol.*, 101: 1–90. Warszawa.
- Miłaczewski, L. & Żelichowski, A.M., 1970. Wgłębna budowa geologiczna obszaru radosko-lubelskiego. In: *Przewodnik 42 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 7–32.
- Miłaczewski, L., Radlicz, K., Nehring, M. & Hajłasz, B., 1983. Osady dewonu w podłożu północno-zachodniej części lubelskiego odcinka niecki brzeźnej. *Biul. Inst. Geol.*, 344: 23–56. Warszawa.
- Nehring, M., 1973. Mikrofauna osadów dolnego dewonu z otworu wiertniczego Krowie Bagno IG-1. *Kwart. Geol.*, 17 (1): 52–72. Warszawa.
- Nehring, M., 1974. Małżoraczki z utworów dewonu dolnego. In: Niemczycka, T. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepłów IG-1, 20, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 96–99.
- Nehring, M., 1975. Analiza zespołu małżoraczek i konodontów z dewonu dolnego. In: Miłaczewski, L. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Krowie Bagno IG-1, 25, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 116–120.
- Nienastiewa, W.E., 1981. Niżnij i srednij dewon Latwii. In: *Dewon i karbon Pribaltiki*, Zinatne, Ryga, pp. 410–419.
- Nikiforowa, O.J., 1977. Podolia. In: Martinsson, A. (Ed.), *The Silurian–Devonian boundary*. Schweizerbart. Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 52–64.
- Ormiston, A.R., 1977. Trilobites. In: Martinsson, A. (Ed.), *The Silurian–Devonian boundary*. Schweitzerbart. Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 65–83.
- Richardson, J.B. & McGregor, C.D. (w druku – in press). Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone region. *Geol. Surv. Canada Bull.*
- Pajchłowa, M., 1964. Wstępne dane o dewonie na niżu polskim. *Kwart. Geol.*, 8 (2): 224–231. Warszawa.
- Senkowicz, E., 1973. Budowa geologiczna rejonu Pionki–Zwoleń (NW część obszaru lubelskiego). *Acta Geol. Pol.* 23 (4): 645–699. Warszawa.
- Streel, M., 1967. Associations de spores du Dévonien inférieur Belge et leur signification stratigraphique. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 90 (1): B11–53.
- Tomczyk, H., 1974. Litologia i stratygrafia. In: Niemczycka T. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepłów IG 1, 20, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 80–82.
- Tomczyk, H., Pajchłowa, M. & Tomczykowa, E., 1977. Poland. In: Martinsson, A. (Ed.), *The Silurian–Devonian boundary*. Schweizerbart. Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 65–83.
- Tomczykowa, E., 1962. Warstwy bostowskie i ich odpowiedniki stratygraficzno-facjalne. *Przegl. Geol.*, (8): 403–406. Warszawa.
- Tomczykowa, E., 1974. Charakterystyka faunistyczna i stratygrafia żedynu oraz zigeny dolnego. In: Niemczycka, T. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Ciepłów IG 1, 20, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 90–96.
- Tomczykowa, E., 1975a. Najniższy dewon. In: Miłaczewski, L. (Ed.), *Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Krowie Bagno IG 1, 25, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 106–109.
- Tomczykowa, E., 1975b. The trilobite subfamily Homalonotinae from the Upper Silurian and Lower Devonian of Poland. *Acta Paleont. Pol.*, 20 (1): 3–46.

- Tomczykowa, E., 1976. Biostratygrafia najniższego dewonu. In: Miłaczewski, L. (Ed.), *Profilę głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego*, Strzelce IG 1, Strzelce IG 2, 31, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 68–73.
- Turnau, E., 1986. Lower to Middle Devonian spores from the vicinity of Pionki (central Poland). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 46: 311–354.

SUMMARY

The subsurface Devonian deposits of the Radom–Lublin area (Fig. 1) are known from more than one hundred boreholes. They are of considerable thickness and represent all the Devonian stages. The marine lowermost Devonian deposits of this area overlie the Silurian ones without any traces of marked breaks in sedimentation. They are of regressive facies and pass into continental deposits of the Old Red Sandstone type, which in turn are overlain by marine sediments. The lithostratigraphic division of these deposits has been introduced by Miłaczewski & Żelichowski (1970), Miłaczewski (1981), and Miłaczewski *et al.* (1983).

In the Pionki 4 borehole the Devonian deposits have been pierced between 1378 and 3036 m. This 1658 m thick sequence includes part of the Sycyn Formation, Czarnolas Formation, Zwoleń Formation, Carbonate-Terrigenous “Series”, Dolomitic “Series” and Calcareous-Coral “Series”. In the Pionki 1 borehole the deposits of the Zwoleń Formation have been pierced between 1396 and 1805 m.

Determinable spores have been recovered from some intervals of the sections (Fig. 5). Five spore zones of the division proposed by Richardson & McGregor (in press) have been recognized (Fig. 3). The spore succession is not complete, there are gaps in the spore record between the first and the second zone and between the fourth and the fifth one.

Emphanisporites micrornatus – *Streelispota newportensis* Zone

Spore assemblages of this zone have been found in the Sycyn and Czarnolas Formations of the Pionki 4 borehole, which indicates a Gedinnian age of this part of the section. The following species diagnostic of this zone are recorded: *Streelispota newportensis* (Chaloner & Streel) Richardson & Lister, *Emphanisporites epicautus* Richardson & Lister, *Chelinospora cassicula* Richardson & Lister and *Cymbosporites proteus* McGregor.

Verrucosisporites polygonalis – *Dictyotriletes emsiensis* Zone

The spore assemblages of this zone have been found in the Zwoleń Formation of the Pionki 1 borehole indicating a Siegenian age of this part of the section. The following species diagnostic of the zone are recorded: *Breconisporites breconensis* Richardson, Streel, Hassan & Steemans, *Camptozonotriletes caperatus* McGregor, *Brochotriletes hudsonii* McGregor & Camfield, *Dibolisporites wetteldorfensis* Lanninger and *D. eifeliensis* (Lanninger) McGregor.

Emphanisporites annulatus – *Camarozonotriletes sextantii* Zone

The assemblages of this zone occur in the Zwoleń Formation in both boreholes indicating an early to mid-late Emsian age of the upper halve of this formation. The following species diagnostic of the zone are recorded: *Emphanisporites annulatus* McGregor, *E. schultzei* McGregor, *Verruciretusispora dubia* (Eisenack) Richardson & Rasul, *Apiculiretusispora plicata* (Allen) Streel, *Dibolisporites eifelensis* (Lanninger) McGregor.

Grandispora douglastownense – *Ancyrospora eurypterota* Zone

The samples of the basal part of the Carbonate-Terrigenous "Series" contained spores characteristic of this zone, which suggests a latest Emsian or earliest Eifelian age of these deposits. The following diagnostic species are recorded: *Ancyrospora kedoe* (Riegel) Turnau, *Ancyrospora* cf. *nettersheimensis* Riegel, *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson and *Hystricosporites microancyreus* Riegel.

Contagisporites optivus – *Cristatisporites triangulatus* Zone

One sample from the upper part of the Carbonate-Terrigenous "Series" contained species characteristic of this zone, which is of late Givetian to earliest Frasnian age. These are: *Cristatisporites triangulatus* (Allen) McGregor & Camfield, *Aneurospora greggsi* (McGregor) Streel, and *Geminospora lemurata* Balme.

These results provide new information on the age of the Lower and Middle Devonian deposits of the vicinity of Pionki. The part of the Sycyn Formation pierced in the Pionki 4 borehole contains fauna of the Ciepielovian aspect (Tomczykowa, personal communication, 1983). The Ciepielovian was considered by Tomczyk *et al.* (1977) and Tomczykowa (1974, 1975a, 1976) to be the equivalent of the Siegenian. The new interpretation of the faunistic data (Fig. 2) and the present spore data suggest that the Ciepielovian corresponds to a part of the Gedinnian.

OBJAŚNIENIA PLANSZ – EXPLANATIONS OF PLATES

Plansza – Plate I

Wszystkie fotografie $\times 1000$, z wyjątkiem gdy zaznaczono inaczej.
All magnifications $\times 1000$, except when otherwise stated.

Wybrane gatunki zony *micronatus-newportensis*
Selected species of *micronatus-newportensis* Zone

- 1, 2. *Chelinospora cassicula* Richardson & Lister, Pionki 4, 2707 m
3. *Ambitisporites ailutus* (Hoffmeister) Richardson & Lister, Pionki 4, 2913 m
4. *Aneurospora* sp. Pionki 4, 3001 m
5. *Emphanisporites rotatus* McGregor, Pionki 4, 2950 m
6. *Emphanisporites epicautuus* Richardson & Lister, Pionki 4, 2707 m

- 7, 9, 10. *Streelispota newportensis* (Chaloner & Streel) Richardson & Lister, Pionki 4, 2707 m
8. *Cymbosporites proteus* McGregor & Camfield, Pionki 4, 2707 m
- 11, 13. *Retusotriletes* sp. Pionki 4, 2770 m, $\times 500$.
12. *Tholisporites divellomedium* (Chibrikova) Turnau, Pionki 4, 2707 m
14. *Tholisporites chulus* var. *chulus* Richardson & Lister, Pionki 4, 2736 m

Plansza — Plate II

Wszystkie fotografie $\times 500$

All photographs $\times 500$

Wybrane gatunki zony *polygonalis-emsienensis*
Selected species of *polygonalis-emsienensis* Zone

- 1, 2. *Breconisporites breconensis* Richardson, Streel, Hassan & Steemans, Pionki 1, 1660 m
3. *Acinosporites münstereifeliensis* (Franke) Streel, Pionki 1, 1660 m
4. *Brochotriletes hudsonii* McGregor & Camfield, Pionki 1, 1677 m
5. *Camptozonotriletes caperatus* McGregor, Pionki 1, 1677 m
6. *Brochotriletes rarus* Archangelskaja, Pionki 1, 1660 m
7. *Dibolisporites eifeliensis* (Lanninger) McGregor, Pionki 1, 1977 m
8. *Apiculiretusispora* cf. *brandtii* Streel, sensu Riegel, Pionki 1, 1677 m
9. *Apiculiretusispora plicata* (Allen) Streel, Pionki 1, 1677 m
10. *Clivosispora* sp., Pionki 1, 1660 m

Wybrane gatunki zony *annulatus-sextantii*
Selected species of *annulatus-sextantii* Zone

11. *Apiculiretusispora plicata* (Allen) Streel, Pionki 4, 1996 m
12. *Brochotriletes hudsonii* McGregor & Camfield, Pionki 4, 2283 m
13. *Apiculiretusispora* cf. *brandtii* Streel sensu Riegel, Pionki 1, 1590 m
14. *Tholisporites chulus* var. *chulus* Richardson & Lister, Pionki 4, 2163 m
15. *Anulatisporites jonkeri* Riegel, Pionki 1, 1590 m
16. *Camptozonotriletes caperatus* McGregor, Pionki 1, 1590 m

Plansza — Plate III

Wszystkie fotografie $\times 500$, z wyjątkiem gdy zaznaczono inaczej

All photographs $\times 500$, except when otherwise stated

Wybrane gatunki zony *annulatus-sextantii*
Selected species of *annulatus-sextantii* Zone

- 1, 2. *Emphanisporites schultzei* McGregor, 1 — Pionki 4, 2098 m, 2 — Pionki 1, 1590 m
- 3, 4. *Emphanisporites annulatus* McGregor; 3 — Pionki 4, 2061 m; 4 — Pionki 4, 1996 m
5. *Emphanisporites erraticus* McGregor, Pionki 1, 1447 m
6. *Emphanisporites rotatus* McGregor, Pionki 1, 1541 m
7. *Dibolisporites* cf. *gibberosus* (Naumova) Richardson, Pionki 4, 1964 m
8. *Dibolisporites eifeliensis* (Lanninger) McGregor, Pionki 4, 1996 m, $\times 1000$
9. *Verruciretusispora dubia* (Eisenack) Richardson & Rasul, Pionki 4, 1964 m
10. *Verrucosporites polygonalis* Lanninger, Pionki 1, 1590 m
11. *Dibolisporites wetteldorfensis* Lanninger, Pionki 4, 2163 m

Wybrane gatunki zony *douglastownense-eurypterota*
Selected species of *douglastownense-eurypterota* Zone

12. *Ancyrospora kedoe* (Riegel) Turnau, Pionki 4, 1759 m
13. *Ancyrospora* cf. *nettersheimensis* Riegel, Pionki 4, 1790 m
14. *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson, Pionki 4, 1790 m

Plansza — Plate IV

Wszystkie fotografie × 500

All photographs × 500

Wybrane gatunki zony *douglastownense-eurypterota*
Selected species of *douglastownense-eurypterota* Zone

1. *Hystricosporites microancyreus* Riegel, Pionki 4, 1759 m
- 2, 5. *Grandispora diamphida* Allen, Pionki 4, 1790 m
4. *Calamospora* sp. cf. *Periplecotriletes tortus* Egorova, Pionki 4, 1759 m

Wybrane gatunki zony *optivus-triangularatus*
Selected species of *optivus-triangularatus* Zone

3. *Aneurospora greggsi* (McGregor) Streel, Pionki 4, 1677 m
6. *Samarisporites triangularatus* (Allen) McGregor & Camfield, Pionki 4, 1677 m
7. *Retusotriletes rugulatus* Riegel, Pionki 4, 1677 m
8. *Geminospora tuberculata* (Kedo) Allen, Pionki 4, 1677 m
9. *Rhabdosporites langii* (Eisenack) Richardson, Pionki 4, 1677 m
10. *Geminospora lemurata* Balme, Pionki 4, 1677 m

