

## WARSTWY ŚWIĘTOMARSKIE DEWONU ŚRODKOWEGO GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH I OGNIWA ŻNIATYŃSKIEGO Z SE LUBELSZCZYZNY W ŚWIETLE WYNIKÓW BADAŃ PETROGRAFICZNYCH

### PETROGRAPHIC STUDY OF THE MIDDLE DEVONIAN ŚWIĘTOMARZ BEDS OF THE HOLY CROSS MOUNTAINS AND THE ŻNIATYŃ MEMBER FROM THE SE LUBLIN AREA

MARIA KULETA<sup>1</sup>, JAN MALEC<sup>2</sup>

**Abstrakt.** W Górach Świętokrzyskich utwory terygeniczne środkowego żywetu są obecne tylko w regionie łysogórskim, gdzie w części wschodniej występują między iłowcami warstw skalskich a wapieniami biostromalnymi warstw pokrzywiańskich, natomiast w zachodniej – między iłowcami warstw skalskich i nieczulickich. Utwory te, należące do warstw świętomarskich, składają się z mułowców i piaskowców, a ich miąższość dochodzi do ok. 100 m. Pod względem składu piaskowce to drobnoziarniste arenity kwarcowe, wapieniste arenity kwarcowe, rzadziej sublityczne, oraz waki kwarcowe i sublityczne, które mają podrzędny udział w laminowanych mułowcach ze szczątkami roślin. Podobny charakter petrograficzny mają równowiekowe piaskowce ogniwa żniatyńskiego z otworu wiertniczego Terebin IG 4 z południowo-wschodniej Lubelszczyzny. Źródłem materiału detrytycznego piaskowców warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego były reaktywowany orogen zbudowany ze skał silikoklastycznych oraz kratoniczna strefa bloku kontynentalnego. Do środkowodewońskiego basenu łysogórskiego materiał terygeniczny był dostarczany systemem deltowym z południowego wschodu. Środowiskiem sedymentacji warstw świętomarskich był obszar proksymalnej i dystalnej części prodelty progradującej w kierunku zachodnim.

**Słowa kluczowe:** petrografia, utwory terygeniczne, żywet, Góry Świętokrzyskie.

**Abstract.** In the Holy Cross Mountains, Middle Givetian terrigenous deposits occur only in the Łysogóry region. In its eastern part they are found between claystones of the Skały Beds and biostromal limestones of the Pokrzywianka Beds, whereas in the western part – between claystones of the Skały Beds and the Nieczulice Beds. These deposits are ascribed to the Świętomarz Beds and consist of mudstones and sandstones reaching about 100 m in thickness. The sandstones are comprised of fine-grained quartz arenites, calcareous quartz arenites, rare sublithic arenites, quartz and sublithic wackes, being subordinate to laminated mudstones with plant remnants. The same petrographic characteristics are exhibited by the Żniatyń Member known from the Terebin IG 4 borehole, SE Lublin area. The sources of detrital material for the Świętomarz Beds and the Żniatyń Member were a recycled orogen built of siliciclastic rocks, and a cratonic zone of continental block. The terrigenous material was supplied to the Middle Devonian Łysogóry basin from the south-east through a deltaic system. The depositional environment was a proximal and distal area of prodelta that prograded to the west.

**Key words:** petrography, terrigenous deposits, Givetian, Holy Cross Mountains.

<sup>1</sup> Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Oddział Świętokrzyski w Kielcach; adres prywatny: ul. Chopina 13 m. 33, 25-344 Kielce.

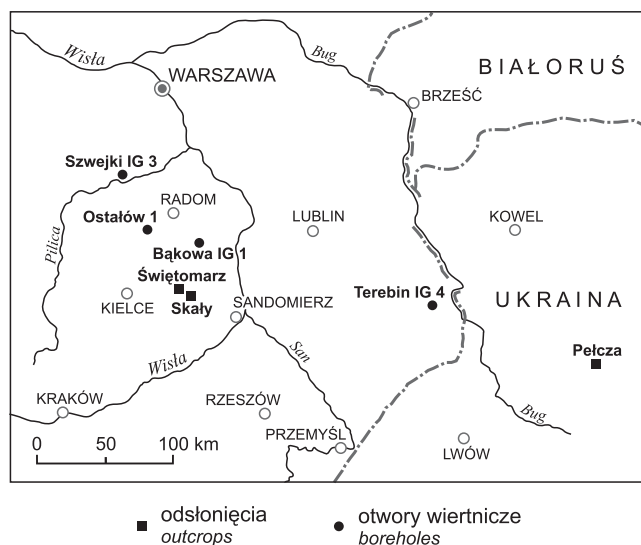
<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce; e-mail: jan.malec@pgi.gov.pl.

## WSTĘP

W profilu żywetu regionu łysogórskiego Gór Świętokrzyskich nad utworami węglanowymi i iłowcowymi zaliczanymi do warstw skalskich występuje silikoklastyczna seria skał na warstw świętomarskich, która składa się z kompleksów mułowcowo-piaskowcowych (Czarnocki, 1950; Pajchłowa, 1957; Kotański, 1959; Filonowicz, 1968, 1969; Kłossowski, 1985; Malec, 2012). We wschodniej części regionu łysogórskiego miąższość tych utworów dochodzi do 100 m. W profilu dewonu środkowego pozycja biostratygraficzna warstw świętomarskich przypada na konodontowe poziomy *rhenanus/ varcus* i być może najniższą część poziomu *ansatus* ze środkowego żywetu (Malec, Turnau, 1997; Turnau, Racki, 1999). Sedymentacja warstw świętomarskich przebiegała na obszarze głębszego szelfu, w proksymalnej i dystalnej części prodelty, należącej najprawdopodobniej do średniej wielkości systemu deltowego (Malec, 2012).

W regionie kieleckim Gór Świętokrzyskich równowiekowe utwory dewonu środkowego są reprezentowane przez wapienie i dolomity warstw stringocefalowych z niższej części formacji z Kowali. Ich sedymentacja zachodziła na obszarze płytkomorskiej platformy węglanowej (M. Narkiewicz i in., 1990, 2006; Racki, 1993; Szulczewski, 1995).

Poza Górami Świętokrzyskimi w profilu żywetu odpowiedniki litologiczne i wiekowe warstw świętomarskich rozpoznano na stosunkowo dużym obszarze Polski południowo-wschodniej. Utwory terygeniczne występujące na północ od Gór Świętokrzyskich, w basenie łysogórsko-radomskim, w profilach otworów wiertniczych Ostalów 1, Bąkowa IG 1 i Szwejki IG 3 (Pajchłowa, 1975; Żakowa i in., 1986; Malec i in., 1996), wyróżniono jako formację piaskowców i mułowców z Ostalowa (M. Narkiewicz, 2011a; M. Narkiewicz i in., 2011). Żyweckie utwory terygeniczne południowo-wschodniej Lubelszczyzny wyodrębniono jako ogniwo żniatyńskie formacji telatyńskiej (Miłaczewski, 1981; M. Narkiewicz, 2011b), a ich pozycję biostratygraficzną określono na kono-



**Fig. 1. Lokalizacja odsłonień i profili wiertniczych**

Localization of the outcrops and boreholes

dontowe poziomy *rhenanus/ varcus*–*ansatus* (K. Narkiewicz, M. Narkiewicz, 1998; K. Narkiewicz, Bultynck, 2007; Turnau, K. Narkiewicz, 2011). Za wschodnią granicą Polski podobną pozycję stratygraficzną mają utwory terygeniczne żywetu występujące w okolicy Pełczy na Wołyniu (Samsownik, 1923, 1950; Turnau, 1930; fig. 1).

W pracy przedstawiono wyniki badań petrograficznych utworów warstw świętomarskich z Gór Świętokrzyskich oraz wyniki porównawczych analiz petrograficznych piaskowców ogniwa żniatyńskiego z profilu otworu wiertniczego Terebin IG 4 z południowo-wschodniej Lubelszczyzny. Rezultaty badań wskazują na duże podobieństwo składu petrograficznego piaskowców z obu obszarów.

## MATERIAŁ BADAWCZY I METODY BADAŃ

W regionie łysogórskim utwory terygeniczne warstw świętomarskich odsłaniają się fragmentarycznie na kilku obszarach synkliny bodzentyńskiej: w okolicy Skął i Pokrzywianki, w profilu Świętomarz–Śniadka oraz w rejonie Wzdółu (Pajchłowa, 1957; Filonowicz, 1962, 1963, 1968, 1969; fig. 2, 3). Tylko w rejonie Świętomarza, Wymysłowa i Śniadki znajduje się kilka większych odsłonień tej jednostki (fig. 4). W pozostałej części regionu łysogórskiego wychodnie warstw świętomarskich występują w postaci niewielkich sztucznych odkrywek lub obecność tych utworów przejawia się tylko w formie zwierzeliny.

Próbki skał z warstw świętomarskich do badań petrograficznych pobrano głównie z profilu Świętomarz–Śniadka i okolic Pokrzywianki, znajdujących się na zachód od profilu Grzegorzowice–Skąły (fig. 2, 3). W Pokrzywiance

w wyniku prac ziemnych odsłonięto profil dolnej części warstw świętomarskich o miąższości ok. 18 m, składający się z kompleksów mułowcowo-piaskowcowych. W tej samej okolicy, w rowie badawczym, odsłonięto profil z pogranicza warstw świętomarskich i pokrzywiańskich: ok. 6 m stropowej części warstw świętomarskich i ok. 0,5 m węglanowych utworów spągowej części warstw pokrzywiańskich. W profilu Świętomarz–Śniadka próbki pobrano z ok. 18-metrowej sekwencji warstw świętomarskich odsłoniętej w rejonie Wymysłowa, składającej się z utworów mułowcowych z podrzędnym udziałem ławic piaskowcowych. W rejonie Śniadki przedmiotem badań były piaskowce pochodzące ze stropowej części warstw świętomarskich, odsłonięte w serii osuwiskowej w obrębie kompleksu mułowcowego (fig. 5).

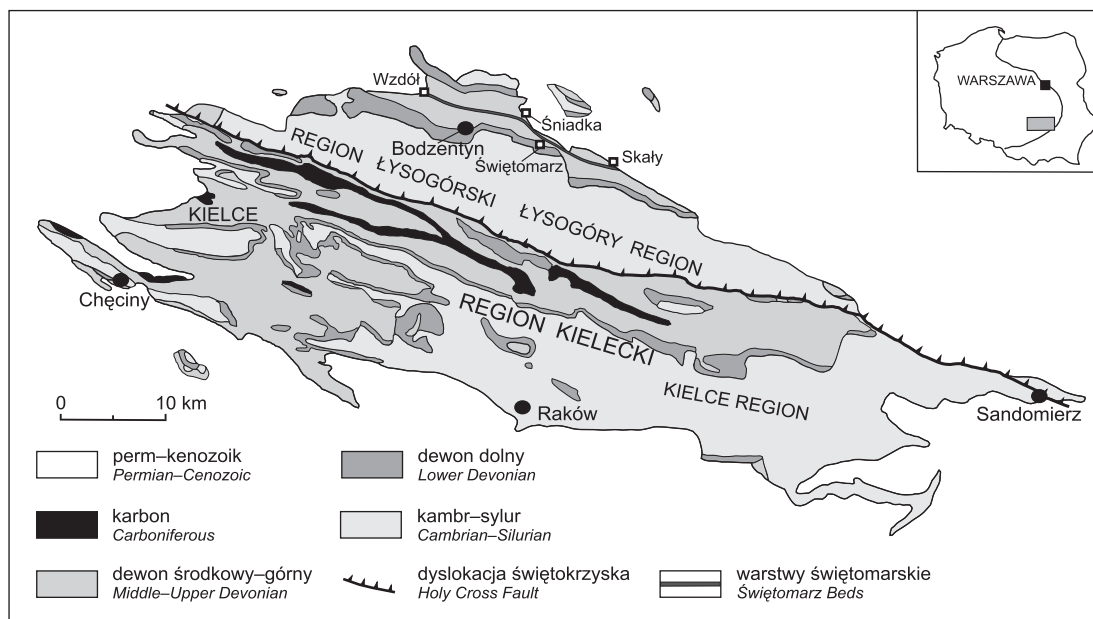


Fig. 2. Lokalizacja warstw świętomarskich w Górach Świętokrzyskich

Localization of the Świętomarsz Beds in the Holy Cross Mountains

Próbki do badań petrograficznych pobrano z tych samych profili warstw świętomarskich w Pokrzywiance (odśl. 1, położenie GPS: 50°54'9.66"N/ 21°8'5.84"E; rów 2, położenie GPS: 50°54'15.76"N/ 21°7'51.69"E), Wymysłowie (odśl. 6, położenie GPS: 50°56'43.31"N/ 21°1'31.46"E) i Śniadce (odśl. 29, położenie GPS: 50°57'15.16"N/ 21°0'44.72"E), które wcześniej wybrano do badań sedymentologicznych. Numeracja i miejsca pobrania próbek z dwóch pierwszych spośród wymienionych miejscowości są zgodne z przedstawionymi na profilach zilustrowanych na figurach 5, 6 i 8 w pracy Malca (2012).

Jak już wspomniano, wyniki badań materiału z warstw świętomarskich z regionu łysogórskiego uzupełniono wynikami wstępnych porównawczych badań petrograficznych równoległych skał z warstw żniatyńskich z południowo-wschodniej Lubelszczyzny, nawierconych otworem wiertniczym Terebin IG 4 (fig. 1, 6).

Cechy petrograficzne utworów warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego określono na podstawie badań mikroskopowych 40 płytek cienkich. Przedmiotem badań były głównie piaskowce – wykonano 23 analizy planimetryczne ich składu ziarnowego i spoiwa. Określono również cechy więzby utworów, wymiary największego i najczęstszego ziarna kwarcu, kształt ziaren i ich obtoczenie oraz orientację i upakowanie składników.

Klasyfikację badanych piaskowców oparto na klasyfikacji Dotta (1964) zmodyfikowanej przez Pettijohna i in. (1972) i Pettijohna (1975; fig. 7A), a następnie przez Jaworowskiego (1987). W celu określenia pochodzenia materiału detrytycznego oraz pozycji geotektonicznej obszaru źródłowego przeprowadzono analizę składu petrograficznego szkieletu ziarnowego piaskowców metodą Gazziego–Dickinsona (Dickinson i in., 1983; fig. 7B, C).

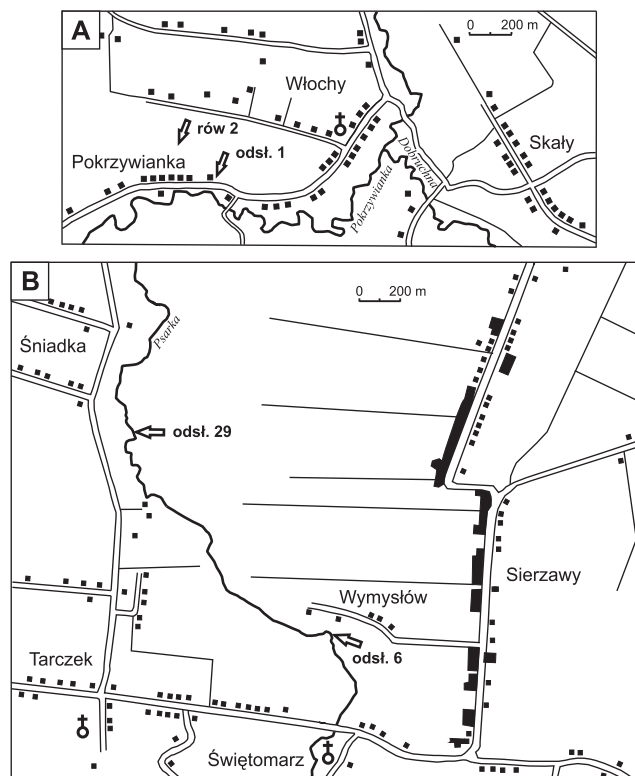


Fig. 3. Lokalizacja badanych profili w rejonie Pokrzywianki (A) oraz Wymysłowa i Śniadki (B)

Localization of studied sections at Pokrzywianka (A), Wymysłów and Śniadka (B)

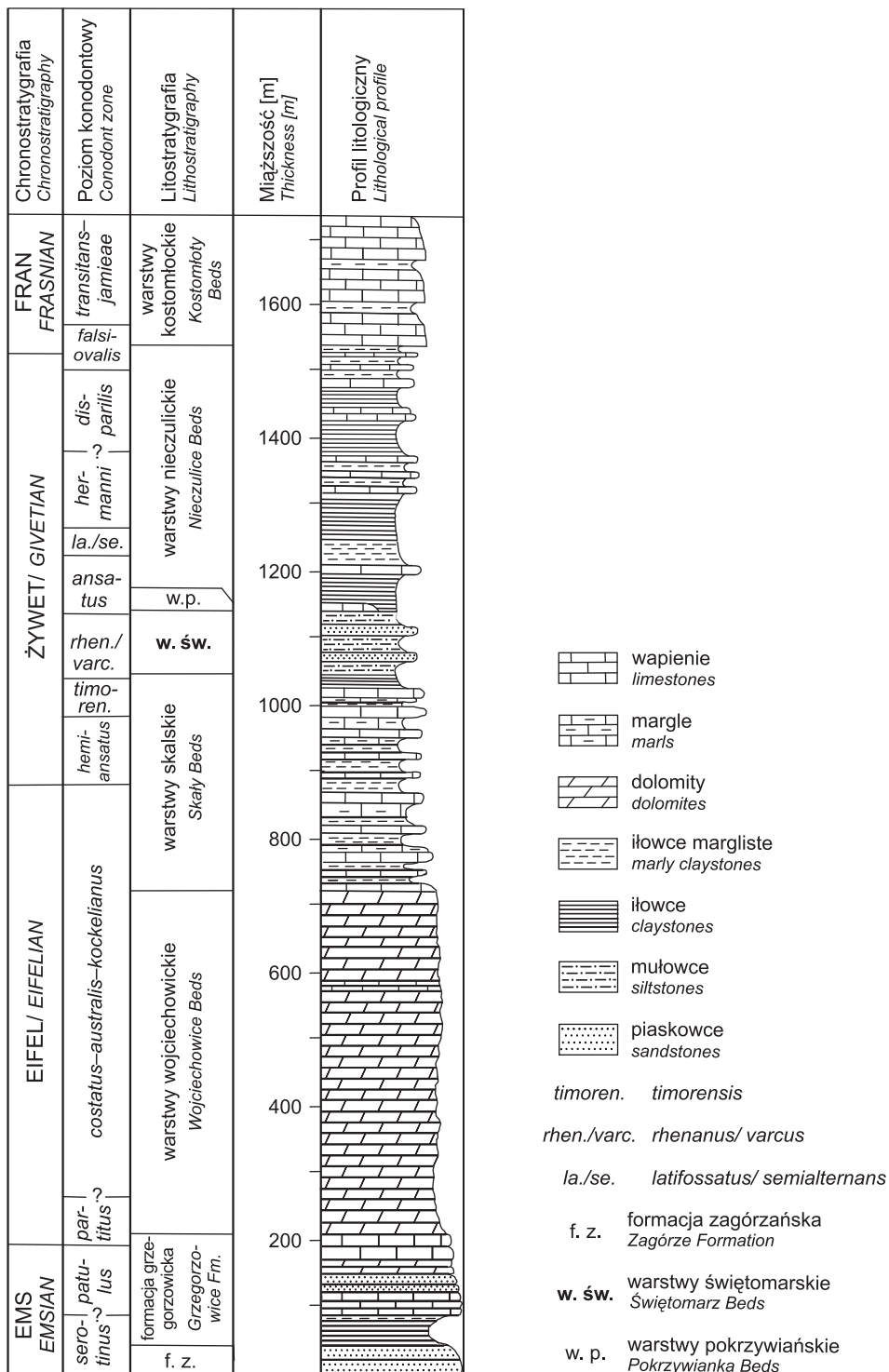
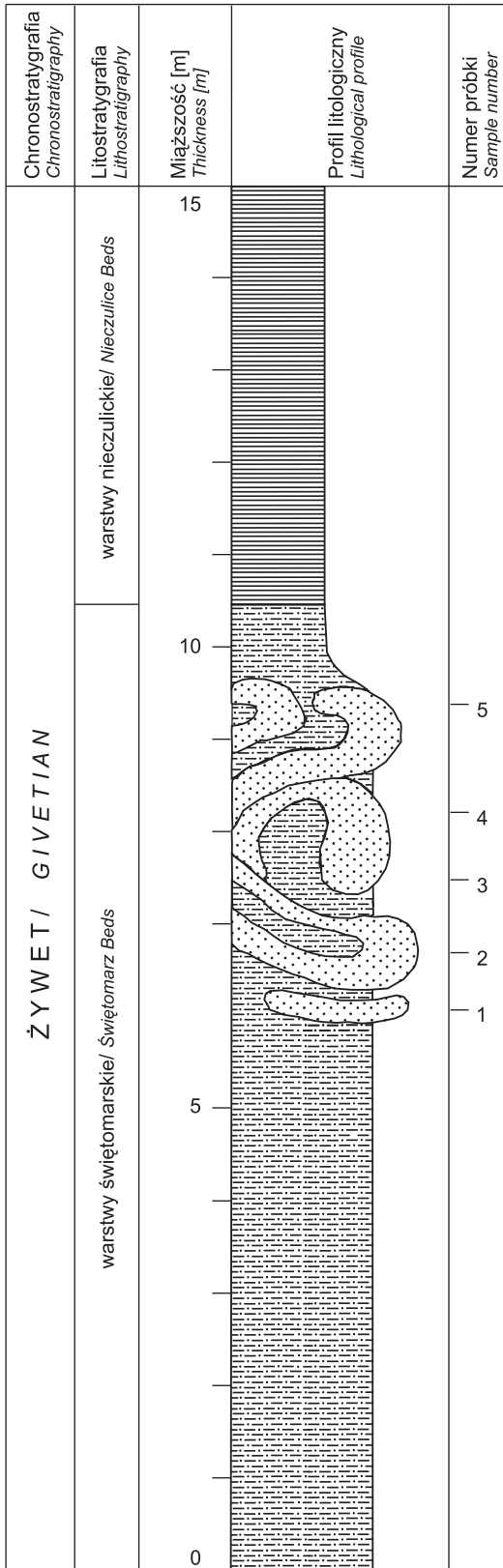


Fig. 4. Występowanie warstw świętomarskich na tle profilu dewonu środkowego regionu łysogórskiego Gór Świętokrzyskich (według Malca, 2012)

Location of the Świętomarz Beds in the Middle Devonian section of the Łysogóry Region in the Holy Cross Mountains (after Malec, 2012)

W odniesieniu do głównych analizowanych składników ziarnowych piaskowców, ich zespołów i spoiwa, przyjęto następujące symbole literowe: Qm – kwarc monokrystaliczny, Qp – kwarc polikrystaliczny, Q = Qm + Qp, F – skalenie, L – okruchy skał, Lt = L + Qp, M – łyszczki, Mx – spoiwo

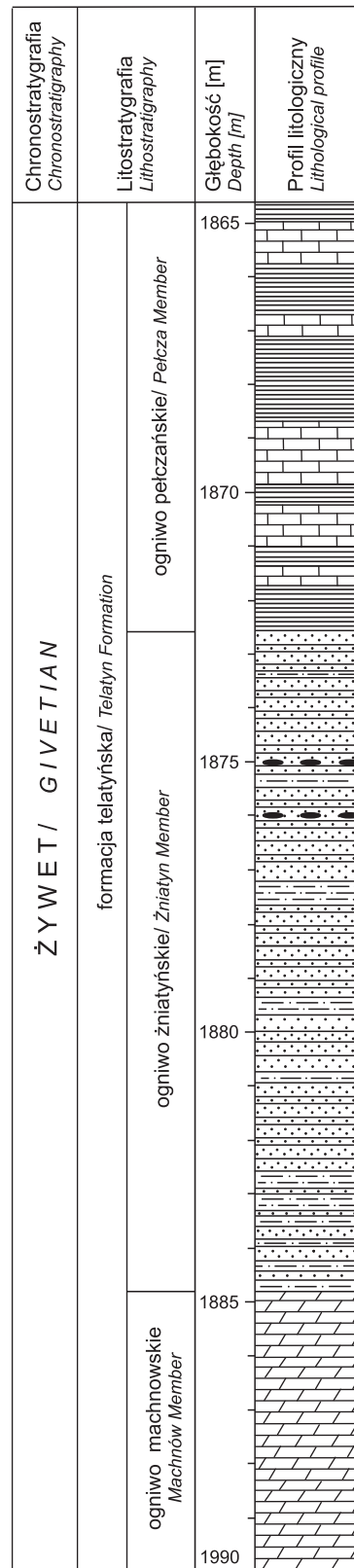
matriksowe – ilasto-żelaziste, Qc – cement kwarcowy, Cc – cement węglanowy. Rozkład zawartości poszczególnych składników oraz ich mikroskopowe cechy przedstawiono w tabeli 1 oraz zilustrowano na tablicach I–III.



Objaśnienia szrafur litologicznych – fig. 4  
For lithology explanations see Fig. 4

**Fig. 5. Fragment profilu z pogranicza warstw świętomarskich i nieczulickich. Śniadka, odsłonięcie 29**

Profile from the boundary of the Świętomarz Beds and Nieczulice Beds. Śniadka, outcrop 29

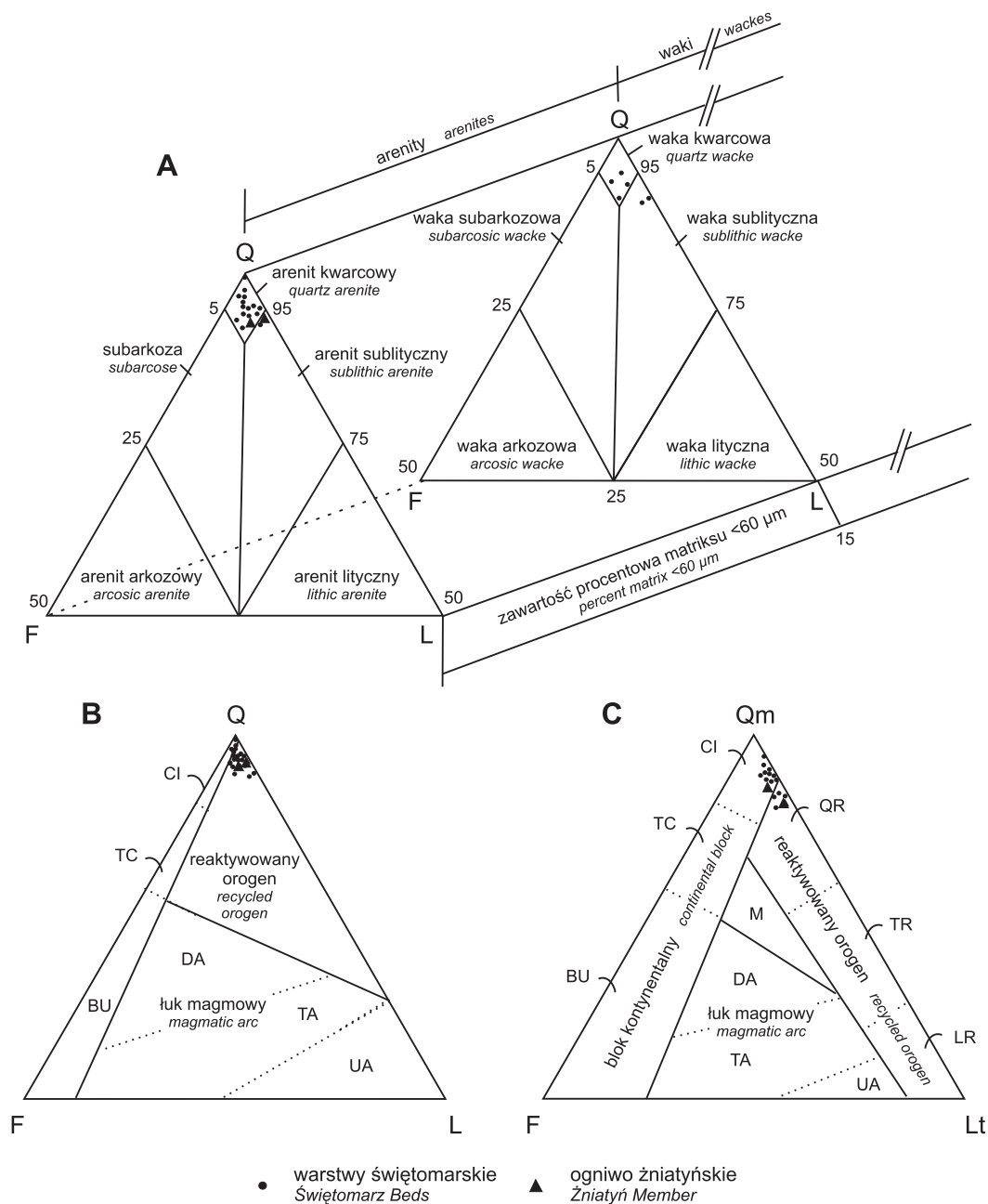


Objaśnienia szrafur litologicznych – fig. 4  
For lithology explanations see Fig. 4

litoklasty  
*lithoclasts*

**Fig. 6. Profil litologiczny ognia żniatyńskiego w otworze Terebin IG 4**

Lithological profile of the Żniatyń Member in the borehole Terebin IG 1



**Fig. 7. A. Diagram klasyfikacyjny piaskowców warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego dewonu środkowego (według Dott, 1964, zmodyfikowany przez Pettijohna i in., 1972 oraz Jaworowskiego, 1987).**

**B, C. Diagramy genetyczne obszarów źródłowych składników detrytycznych (według Dickinsona i in., 1983)**

CL – wewnątrz kratonu, TC – obszar kontynentalny pośredni, BU – wydzwignięty fundament, DA – rozcięty łuk magmowy, TA – częściowo rozcięty łuk magmowy, UA – nierozcięty łuk magmowy, M – strefa mieszana, QR – reaktywowany orogen zasobny w kwarc, TR – strefa przejściowa reaktywowanego orogenu, LR – reaktywowany orogen zasobny w okruchy skał, Q – kwarc, F – skalenie, L – okruchy skał, Qm – kwarc monokrystaliczny, Lt – okruchy skał i kwarc polikrystaliczny

**A. Classification diagram of the Middle Devonian of the Świętomarz Beds and Żniatyń Member sandstones (after Dott, 1964, modified by Pettijohn *et al.*, 1972 and Jaworowski, 1987).**

**B, C. Genetic diagrams of source areas of detrital components (after Dickinson *et al.*, 1983)**

CL – craton interior, TC – transitional continental, BU – basement uplift, DA – dissected magmatic arc, TA – transitional arc, UA – undissected arc, M – mixed zone, QR – quartzose recycled, TR – transitional recycled, LR – lithic recycled, Q – quartz, F – feldspar, L – rock fragments, Qm – monocrystalline quartz, Lt – rock fragments and polycrystalline quartz

Tabela 1

**Wybrane cechy petrograficzne piaskowców warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego**  
Selected petrographical features of sandstones of the Świętomarz Beds and the Żniatyń Member

Lokalizacja	Wymiary Q najcz./najw [mm]	Obtroczenie i kształt Q	Qm	Qp	F	M	L	Inne	Spoiwo			Klasyfikacja	
			[% obj.]						Mx	Qc	Cc		
			[% obj.]						[% obj.]				
Śniadka odśł. 29/5	0,14/0,40	p, k, i, w	54,5	4,2	1,2	4,2	4,8	f	30,3	0	0,8	waka sublityczna	
Śniadka odśł. 29/3	0,18/0,25	p, k, i, w	63,0	2,2	1,4	4,3	2,9	mc	13,8	5,1	7,3	wapnisty arenit kwarcowy	
Śniadka odśł. 29/1	0,12/0,30	p, k, i, w	38,4	3,2	0	6,4	4,0	–	48,0	0	0	waka sublityczna	
Pokrzywianka rów 2/9	0,10/0,15	p, i, w	50,0	2,4	0,8	1,6	0,8	f	4,0	4,8	35,6 d	węglanowy arenit kwarcowy	
Pokrzywianka rów 2/3	0,15/0,25	p, o, i, w	77,9	5,8	1,2	1,2	1,2	mc	5,8	6,9	0	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka rów 2/2	0,13/0,20	p, i, w	67,4	3,4	0	7,9	0	mc	13,4	7,9	0	arenit kwarcowy	
Wymysłów odśł. 6/22	0,12/0,25	p, o, i, w	61,2	6,7	2,9	5,3	1,9	in	7,7	5,7	8,6	wapnisty arenit kwarcowy	
Wymysłów odśł. 6/17	0,15/0,20	p, i, w	59,7	4,5	1,5	4,5	1,5	mc	6,0	7,5	14,8	wapnisty arenit kwarcowy	
Wymysłów odśł. 6/19	0,15/0,45	p, k, i, w	38,6	4,5	2,3	14,8	2,3	–	22,7	9,1	5,7	wapnista waka kwarcowa	
Wymysłów odśł. 6/12	0,10/0,22	p, i, w	49,3	2,7	1,3	9,3	1,3	–	13,3	5,3	17,5	wapnisty arenit kwarcowy	
Wymysłów odśł. 6/9	0,10/0,15	p, i, w	56,3	2,5	2,4	3,8	2,6	–	2,5	2,5	27,4	wapnisty arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/24	0,14/0,30	p, o, i, w	66,7	4,7	1,2	3,5	3,5	mc	7,1	10,9	2,4 d	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/22	0,15/0,35	p, i, w	51,8	4,4	0,9	2,6	3,5	in	25,4	8,8	2,6 d	waka sublityczna	
Pokrzywianka odśł. 1/20	0,12/0,22	p, o, i, w	73,0	3,5	1,7	3,5	2,6	mc	4,4	10,4	0,9 d	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/17	0,15/0,25	p, o, i, w	65,7	3,9	2,0	2,0	2,0	mc	13,7	10,7	0	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/16	0,10/0,18	p, i, w	53,6	2,9	2,9	14,5	1,4	mc	13,1	11,6	0	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/14	0,15/0,25	p, o, i, w	71,2	3,4	1,7	3,4	2,5	mc	7,6	8,5	1,7 d	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/8	0,15/0,30	p, o, i, w	69,8	4,7	2,3	2,3	2,3	mc	9,3	9,3	0	arenit kwarcowy	
Pokrzywianka odśł. 1/6	0,12/0,20	p, i, w	45,9	2,7	0,7	7,5	2,1	mc	33,6	6,1	1,4 d	waka kwarcowa	
Pokrzywianka odśł. 1/5	0,12/0,25	p, i, w	56,8	2,3	1,1	11,4	3,4	mc	13,6	11,4	0	arenit sublityczny	
Pokrzywianka odśł. 1/3	0,15/0,20	p, i, w	54,2	1,9	2,6	4,5	1,9	mc	18,7	16,2	0	waka kwarcowa	
Terebin IG 4 głęb. 1873,4 m	0,23/0,30	p, o, i, w	69,2	5,7	2,3	1,1	3,4	mc	3,5	11,4	3,4	arenit kwarcowy	
Terebin IG 4 głęb. 1873,5 m	0,10/0,15	p, k, i, w	55,2	6,9	1,1	9,2	3,4	mc	14,9	2,4	7,0	arenit sublityczny	

Q – ziarna kwarcu, Qm – kwarc monokrystaliczny, Qp – kwarc polikrystaliczny, F – skalenie, M – lyszczki, L – okruchy skał, Mx – matriks ilasto-żelazisty, Qc – cement kwarcowy, Cc – cement węglanowy, o – ziarna obtoczone, p – ziarna półobtroczone, k – ziarna kanciaste, i – ziarna izometryczne, w – ziarna wydłużone, f – fragmenty fauny, mc – minerały ciężkie, in – intraklasty, d – dolomit

Q – quartz grains, Qm – monocrystalline quartz, Qp – polycrystalline quartz, F – feldspars, M – mica, L – rock fragments, Mx – argillo-ferruginous matrix, Qc – quartz cement, Cc – carbonate cement, o – rounded grains, p – semi rounded grains, k – angular grains, i – izometric grains, w – elongated grains, f – fragments of fauna, mc – heavy minerals, in – intraclast, d – dolomite

## WARSTWY ŚWIĘTOMARSKIE

Wśród utworów dewonu środkowego Gór Świętokrzyskich jedynie w regionie łysogórskim występuje miąższy kompleks utworów terygeniczych – mułowców i piaskowców. Na wschodzie tego regionu warstwy świętomarskie zalegają między iłowcami ze stropowej części warstw skalnych a wapieniami biostromalnymi warstw pokrzywiańskich, natomiast w części zachodniej znajdują się między iłowcami warstw skalnych od spągu i warstw nieczulickich od stropu (Czarnocki, 1950; Pajchłowa, 1957; Kłossowski, 1985; Malec, 1996, 1999, 2008, 2012; fig. 4).

We wschodniej części regionu łysogórskiego miąższość warstw świętomarskich dochodzi do ok. 100 m i zmniejsza się w kierunku zachodnim do ok. 50–60 m (Pajchłowa, 1957; Filonowicz, 1969; Malec, 2007). W tym samym kierunku maleje udział piaskowców w warstwach świętomarskich. W zachodniej części synkliny bodzentyńskiej warstwy świętomarskie składają się głównie z mułowców o cienkołupkowej oddzielności, rzadziej mułowców bezstrukturalnych, z udziałem cienkoławicowych piaskowców z riplemarkami prądowymi na powierzchni stropowej i odlewami hieroglifów prądowych na powierzchni spągowej. Tylko lokalnie występują w nich piaskowce średnio- i gruboławicowe. Do charakterystycznych utworów warstw świętomarskich należą piaskowce i mułowce zaburzone sedymentacyjnie, wyróżniające się obecnością licznych ławic o cechach utworów chaotycznych. W całej sekwencji warstw świętomarskich

w seriach mułowcowych i mułowcowo-piaskowcowych są obecne odizolowane horyzonty piaskowców osuwiskowych, w postaci fragmentów plastycznie zdeformowanych ławic, toceńców i kier osuwiskowych lub złożonych kompleksów osuwiskowych (Malec, 2011, 2012).

W mułowcach warstw świętomarskich występują rozproszone skamieniałości reprezentowane przez małe ramienionogi, małże, człony łodyg liliowców, goniatyty, fragmenty gałązkowych tabulatów i szczątki roślin. Zróżnicowane zespoły skamieniałości śladowych należą do ichnofacji *Cruziana* (por. Orłowski, Radwański, 1986).

Pozycję biostratygraficzną warstw świętomarskich określono na podstawie znalezionych w nich mikrospor, a także konodontów z warstw skalnych i nieczulickich, które ograniczają te utwory od spągu i stropu (Malec, Turnau, 1997; Turnau, Racki, 1999). Obejmuje ona konodontowe poziomy *rhenanus/ varcus* i być może najniższą część poziomu *ansatus* ze środkowego żywetu.

Sedymentacja warstw świętomarskich zachodziła w systemie deltowym, w proksymalnej i dystalnej części prodelty progradującej ku zachodowi. Współwystępowanie goniatyty i szczątków roślin wskazuje na stosunkowo głębokie środowisko sedymentacji. Na obszar regionu łysogórskiego materiał terygeniczny był dostarczany z południowego wschodu (Malec, 2012).

## OGNIWO ŻNIATYŃSKIE

Ogniwo żniatyńskie to zróżnicowana pod względem litologicznym seria skalna, którą rozpoznano w wielu profilach otworów wiertniczych z południowo-wschodniej Lubelszczyzny (Miłaczewski, 1981). W sekwencji utworów dewonu jednostka ta występuje w formacji telatyńskiej, między ogniwami machnowskim i pelczańskim (fig. 6). Charakterystyczną cechą ogniwa żniatyńskiego jest obecność pakietów drobnoziarnistych piaskowców, których udział w zależności od obszaru jest albo dominujący, albo tylko podrzędny. Oprócz piaskowców na utwory tej jednostki na ogół składają się mułowce i iłowce z przewarstwieniami dolomitów i anhydrytów. W iłowcach występują skamieniałości liścionogów, bezzawiasowych ramienionogów – lingul – i glonów reprezentowanych przez oogonie ramienic, z kolei w piaskowcach – fragmenty ryb i wielkoraków, szczątki flory oraz skamieniałości śladowe. Środowisko sedymentacji ogniwa żniatyńskiego określono jako płytkomorskie o zmiennym zasoleniu, gdzie osady powstawały blisko brzegu (Miłaczewski, 1981). W zależności od topografii dna zbiornika na niektórych obszarach tworzyły się laguny ewaporacyjne, w których powstawały dolomity i anhydryty.

Pozycję biostratygraficzną utworów ogniwa żniatyńskiego w profilu dewonu środkowego Lubelszczyzny wyznaczono na konodontowe poziomy *rhenanus/ varcus-ansatus*

(K. Narkiewicz, Bultynck, 2007; Turnau, K. Narkiewicz, 2011). Na obszarze południowo-wschodniej Lubelszczyzny miąższość ogniwa żniatyńskiego wynosi 17,5–43,0 m (Miłaczewski, 1981).

W profilu otworu wiertniczego Terebin IG 4 utwory ogniwa żniatyńskiego, występujące na głębokości 1872,9–1884,6 m, są złożone z piaskowców z podrzędnym udziałem mułowców (fig. 6). Piaskowce są drobnoziarniste, najczęściej czarne i ciemnoszare, na ogół silnie zwięzłe, ze zróżnicowanymi wewnętrznymi strukturami sedymentacyjnymi. Dolne powierzchnie ławic piaskowców graniczących z mułowcami najczęściej są nierówne. W piaskowcach o ciemnej barwie występują podrzędnie cienkie (o miąższości 1,4–2,5 cm) warstwy piaskowców jasnoszarych, z nierówną powierzchnią spagową o charakterze pograzowym. W dolnych częściach wielu ławic piaskowcowych występują litoklasty iłowców o średnicy do 2 cm i grubości ok. 1 cm. W piaskowcach najczęściej jest widoczna równoległa laminacja materiału ziarnistego, ponadto powszechne są laminacja przekątna w małej skali oraz laminacja falista. Na powierzchniach oddzielności liczne są łyszczyki. W piaskowcach z głębokości 1879,6–1880,6 m stwierdzono małe skorupki bezzawiasowych ramienionogów z rodzaju *Lingula*. Na głębokości 1880,6–1882,6 m występują piaskowce kwarcowe o barwie



jasnoszarej, laminowane poziomo, częściowo faliście. Na głębokości 1882,6–1883,6 m profil tworzą czarne mułowce z pojedynczymi cienkimi (ok. 2–3 cm) warstwami piaskowców o nieregularnej falistej laminacji. W niższej części pro-

filu, do głębokości 1884,6 m znajdują się piaskowce drobnoziarniste ciemnoszare z wkładkami mułowców o miąższości ok. 5–10 cm.

## BADANIA PETROGRAFICZNE

Piaskowce z badanych profili należą do odmian drobnoziarnistych, są średnio dojrzałe i niedojrzałe teksturalnie (*sensu* Folk, 1968). Występują jako pojedyncze ławice lub ich zespoły (często o zdeformowanym przebiegu) w mułowcach. Składem odpowiadają arenitom kwarcowym, wapnistym arenitom kwarcowym, rzadziej sublitycznym, oraz wacom kwarcowym i sublitycznym.

Pod względem jakościowym skład szkieletu ziarnowego piaskowców jest monotony i stały w całym profilu warstw świętomarskich i żniatyńskich, natomiast proporcje ziaren, a także skład i udział spoiwa zmieniają się. W piaskowcach przeważają drobnopsamitowe ziarna kwarcu (41,6–83,7% obj.), domieszkę stanowią skalenie (0,7–2,9% obj.) i okrucy skał (0,8–4,8% obj.), akcesorycznie występują też minerały ciężkie. Charakterystycznymi składnikami piaskowców są łyszczyki, których udział jest zmienny (1,1–14,8% obj.), nawet w obrębie warstwy czy ławicy, i które są specyficznie rozmieszczone (wzbogacone laminy i smugi). Spoiwo stanowią ilasto-żelazisty matriks (2,5–48,0% obj.), cement kwarcowy (0,0–16,2% obj.) oraz cement kalcytowy (0,0–35,6% obj.), miejscami ulegający dolomityzacji (tab. 1).

**Kwarc (Q)** występuje głównie w postaci ziaren drobno-psamitowych, dobrze wysortowanych, monokrystalicznych (Qm), udział odmian polikrystalicznych (Qp) jest niewielki, kilkuprocentowy (tab. 1). Na obrazie mikroskopowym ziarna o zarysach izometrycznych znacznie przeważają nad wydłużonymi (tab. I: 1). W arenitach kwarcowych są obecne także ziarna obtoczone, a w wakach kanciaste (tab. I: 2). Pierwotne zarysy ziaren często są słabo widoczne, co wynika z obecności kwarcowego spoiwa regeneracyjnego i braku otoczki ilastej. W większych ziarnach nierzadko występują wzrostki cyrkonu i innych drobnych mikrolitów. Zauważalne są także ślady wcześniejszych otoczek ilastych, co może wskazywać na resedymentację ziaren ze starszych utworów piaskowcowych. Na kontakcie z cementem kalcytowym ziarna kwarcu często wykazują ślady korozji (tab. I: 3, II: 5).

Ziarna **skaleni (F)** nie odbiegają wielkością od ziaren kwarcu, mają średni stopień obtoczenia i izometryczne zarysy. Skalenie to prawie czyste albity ulegające kaolinityzacji skaleni potasowe. W materiale z otworu wiertniczego Terebin IG 4 odnotowano obecność mikroklinu.

**Łyszczyki (M)** występują głównie w postaci blaszek biotyту, rzadziej muskowitu, o długości 0,2–1,0 mm. Tworzą wzbogacone laminy i smugi wspólnie z drobniejszymi ziarnami kwarcu lub są luźno, nieregularnie i kierunkowo rozmieszczone w piaskowcowym tle (tab. I: 4). Biotyt wykazuje wpływ zróżnicowanych procesów degradujących strukturę, prowadzących do zmiany barw pleochroicznych, odbarwienia

i rozluźnienia blaszek z wydzielaniem wokół nich i w szczelinach tlenków żelaza oraz przejścia w chloryty. Zastąpienie biotyту chlorytem powoduje rozmycie kształtów ziaren i powstanie spoiwa intergranularnego. Muskowit jest obecny jako czyste drobne blaszki rozsiane w tle piaskowca lub występuje we wzbogaconych laminach wspólnie z biotytem i produktami jego rozkładu (tab. I: 6).

**Litoklasty (L)** są reprezentowane przez fragmenty skał krzemionkowo-ilasto-chlorytowych, trudnych do dokładniejszej identyfikacji ze względu na pigmentację ich tła wodorotlenkami żelaza (tab. II: 1).

Kontakty wymienionych składników ziarnistych piaskowców najczęściej są punktowe, rzadko podłużne. Nie zaobserwowano również plastycznych deformacji blaszek łyszczyków, co wskazuje na niski stopień kompaktacji mechanicznej osadów i utrwalenie szkieletu ziarnowego głównie w wyniku kwarcowej i węglanowej cementacji.

Ze względu na brak zmienności jakościowej szkieletu ziarnowego piaskowców ich skład petrograficzny różnicują: obecność lub brak spoiwa węglanowego, sposób rozmieszczenia pozostałych komponentów lepiszcza, a także widoczne w mikroskali sedymentacyjne struktury deformacyjne.

Masa ilasto-żelazista – **matriks (Mx)**, ma głównie charakter spoiwa porowego w arenitach kwarcowych i sublitycznych oraz bazalno-porowego tła w wakach. Spoiwo porowe jest wykształcone w formie wzbogaconych, gniazdowych i nieregularnych stref (tab. II: 2), które oprócz genezy sedymentacyjnej mogą być związane z procesami wczesnej diagenety i zapelnianiem pustych przestrzeni międzyziarnowych oraz z dodatkową impregnacją wodorotlenkami żelaza podczas telodiagenety. Pod względem ilości i sposobu rozmieszczenia matriksu wyróżniają się waki z profilu Śniadki (odśł. 29/1 i 29/5, fig. 5, tab. I: 2). W illitowym tle impregnowanym wodorotlenkami żelaza występują w nich luźno, regularnie rozmieszczone ziarna kwarcu i skaleni, okruców skał i łyszczyków, zazwyczaj ułożonych kierunkowo.

**Cement kwarcowy (Qc)** wykształcił się w dwóch etapach. W pierwszym powstały syntaksjalne obwódki kwarcowe na ziarnach, co było poprzedzone powstaniem z reguły cienkiej, miejscami bardzo słabo widocznej, otoczki ilasto-żelazistej. W drugim etapie kwarc stopniowo wypełniał wolne przestrzenie porowe (tab. I: 1, 4, II: 3).

Obecność **spoiwa węglanowego (Cc)** porowego i podstawowego również jest związana z procesem diagenety cementacyjnej. Jest to proces późniejszy od utworzenia się autigenicznego spoiwa kwarcowego, na co wskazuje nadtrawienie zarówno ziaren kwarcu, jak i obwódek regeneracyjnych. Powszechne jest zastępowanie sparem całych ziaren kwarcu

oraz pozostałych składników szkieletu i spoiwa (tabl. I: 3, II: 5). Największym udziałem cementu kalcytowego odznaczają się piaskowce z rejonu Wymysłowa (kalcyt stanowi do 27% obj. całej skały; tab. 1, tabl. I: 3; Malec, 2012 – fig. 6, odsł. 6). Duża ilość spoiwa węglanowego występuje także w stropowej partii warstw świętomarskich w profilu Pokrzywianki (tab. 1; Malec, 2012 – fig. 8, rów 2, próbka 9). Część spoiwa węglanowego może być w tym przypadku sedymentacyjna, na co wskazują pojedyncze bioklasty i bliski kontakt z wapieniami bioklastycznymi nadległych warstw pokrzywiańskich (tabl. III: 5, 6). Tworzący cement kalcyt ulega dolomityzacji wokół stref związanych ze spękaniem (tabl. III: 1). Domieszkę dolomitu stwierdzono również w dolnej części warstw świętomarskich w Pokrzywiance (tab. 1, Malec, 2012 – fig. 5, odsł. 1), w ilasto-żelazistym matriksie.

Opisane składniki szkieletu ziarnowego i spoiwa w piaskowcach i mułowcach są rozmieszczone kierunkowo, laminacyjnie (tabl. I: 5, 6) lub chaotycznie. Cechą charakterystyczną jest obecność sedymentacyjnych struktur deformacyjnych dobrze widocznych w mikroskali w partiach skał z udziałem lamin łyszczykowych. Struktury te zaznaczają się wygięciem lamin i poszczególnych blaszek, przerwaniem przebiegu lamin, obecnością kopułowych i fałdowych stref oraz oderwanych płatów, np. piaskowców otoczonych drobniejszym materiałem (tabl. III: 2, 3). W przypadku niektórych szlifów ułożenie składników można określić jako chaotyczne.

Najlepiej podkreślają to blaszki łyszczyków, które są rozmieszczone nierównomiernie, gniazdowo, a poszczególne blaszki są ułożone w różnych kierunkach: poziomo, pionowo i skośnie (tabl. II: 2, III: 4).

Duże zróżnicowanie kierunku rozmieszczenia blaszek łyszczyków zaobserwowano też w tych partiach piaskowców, gdzie minerały te nie tworzą wzbogaconych lamin i występują tylko w niewielkiej ilości, jako luźno rozmieszczona domieszka. Cecha ta, wraz z widoczną makroskopowo deformacją osadu, może wskazywać na wysokoenergetyczny i szybki transport materiału. Znaczny udział matriksu i jednocześnie dobre wysortowanie i średnie obtoczenie ziaren kwarcu może wiązać się z brakiem możliwości segregacji składników i powstaniem inwersji strukturalnej.

Pozycję geotektoniczną obszaru źródłowego materiału klastycznego piaskowców określono na podstawie trójkątnych diagramów według Dickinsona i in. (1983), po przeliczeniu na 100% udziału kwarcu mono- i polikrystalicznego, skaleni i okruchów skał. Na trójkącie, którego naroża stanowią Q, F i L, punkty projekcyjne reprezentujące badane próbki piaskowców z regionów świętokrzyskiego i lubelskiego znajdują się głównie w polu reaktywowanego orogenu. Zbliżona jest pozycja punktów na trójkącie, którego narożniki stanowią Qm, F i Lt, przy czym wyraźnie zaznacza się ich przesunięcie w strefę kratonu wewnętrznego wyróżnianego w polu bloku kontynentalnego (fig. 7).

## OBSZAR ŹRÓDŁOWY

Struktury prądowe na spągowych powierzchniach piaskowców warstw świętomarskich wskazują ogólnie, że osady terygeniczne były transportowane do basenu łysogórskiego z południowego wschodu (Malec, 2012). Według Miłaczewskiego (1981) materiał terygeniczny ogniwa żniatyńskiego występującego w południowo-wschodniej Lubelszczyźnie pochodził z północnego wschodu. Jako źródło materiału klastycznego równowiekowych piaskowców z okolic Pełczy na Wołyniu wskazywano skały krystaliczne płyty wołyńskiej (Turnau, 1930). Porównanie wielkości ziaren kwarcu z piaskowców warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego oraz piaskowców z rejonu Pełczy wskazuje, że wielkość materiału terygenicznego maleje w kierunku wschodnim, a najdrobniejszy jest on na obszarze zachodniego Wołynia (Malec, Kuleta, 2008; Malec, 2012). Wyniki analizy petrograficznej dowodzą, że obszarem źródłowym detrytus z warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego były reaktywowany orogen i kratoniczna strefa bloku kontynentalnego.

Dość wysokie tempo sedymentacji warstw świętomarskich świadczy o tym, że materiał terygeniczny pochodził z intensywnie erodowanego obszaru alimentacyjnego o charakterze orogenicznym, w którego budowie mógł uczestniczyć materiał z niszczonego bloku kontynentalnego. Do basenu łysogórskiego materiał ten był transportowany systemem deltowym (Malec, 2012). Stosunkowo duże rozprzestrzenienie środkowozwyciekich utworów terygenicznym poza regionem łysogórskim Gór Świętokrzyskich (rejon Szwejek koło Nowego Miasta nad Pilicą, Ostałowa, Bąkowej, południowo-wschodnia Lubelszczyzna, zachodni Wołyń) jest związane najprawdopodobniej z depozycją osadów w tym samym systemie deltowym. Spośród żyweckich kompleksów piaskowcowo-mułowcowych największą miąższością oraz największą ilością materiału terygenicznego wyróżniają się warstwy świętomarskie. Wskazuje to, że łysogórska część środkowodewońskiego basenu sedymentacyjnego znajdowała się najbliżej obszaru źródłowego materiału klastycznego.

## PODSUMOWANIE

Z porównania cech petrograficznych piaskowców z rejonu łysogórskiego i lubelskiego, z uwzględnieniem danych Miłaczewskiego (1981), wynika, że jakościowy skład i pro-

porcje komponentów detrytycznych i spoiwa tych utworów są w dużej części podobne. Główną treść ławic piaskowców stanowią drobnoziarniste arenity kwarcowe, wapieniste arenity

kwarcowe, rzadziej arenity sublityczne, przechodzące gradacyjnie, nieregularnie lub laminacyjnie w waki kwarcowe i sublityczne, wzbogacone w minerały łuszczkowe. Udział spoiwa kalcytowego i dolomitowego wiąże się w większości z procesami diagenety cementacyjnej. Sedymentacyjne źródło węglanu wapnia może mieć miejsce w piaskowcach występujących w stropowej części rowu 2 w Pokrzywiance, gdzie piaskowce kontaktują z wapieniami bioklastycznymi nadległych warstw pokrzywiańskich. Na obrazie mikroskopowym struktury deformacyjne, najwyraźniej widoczne w partiach skał z udziałem lamin łuszczkowych, przejawiają się wygięciem lamin, przerwaniem ich przebiegu, obecnością kopułowych i fałdowych stref oraz oderwanych płatów lub chaotycznym rozmieszczeniem składników. Chaotyczne rozmieszczenie pojedynczych blaszek łuszczków, zaobserwowane w tle piaskowcowym, może wskazywać, oprócz przyczyn związanych z deformacją osadu, na wysokoenergetyczny i szybki transport materiału detrytycznego. Znaczny udział matriksu wraz z dobrym wysortowaniem i średnim obtoczeniem ziaren kwarcu można wiązać z inwersją strukturalną charakterystyczną dla środowiska o dużej energii transportu.

Wyniki analizy porównawczej materiału terygenicznego warstw świętomarskich, ogniwa żniatyńskiego i utworów

klastycznych z okolic Pelczy wskazują na spadek wielkości ziaren kwarcu w kierunku krystalicznej tarczy wołyńskiej. Źródłem materiału okrucowego piaskowców warstw świętomarskich i ogniwa żniatyńskiego były reaktywowany orogen zbudowany ze skał silikoklastycznych oraz kratoniczna strefa bloku kontynentalnego. Materiał terygeniczny warstw świętomarskich był dostarczany do basenu łysogórskiego systemem deltowym z południowego wschodu. Sedymentacja osadów zachodziła na skłonie zbiornika, na obszarze proksymalnej i dystalnej części prodelty progradującej w kierunku zachodnim. Warstwy świętomarskie oraz równowiekowe utwory terygeniczne żywe występujące w południowo-wschodniej Polsce i na zachodnim Wołyniu na Ukrainie powstały najprawdopodobniej w tym samym systemie deltowym (Malec, 2012).

*Badania sfinansowano w ramach projektu badawczego nr 61.2401.0502.00.0 Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Autorzy dziękują prof. Zdzisławowi Migaszewskiemu za przetłumaczenie tekstu na język angielski oraz prof. Markowi Narkiewiczowi za udostępnienie danych o profilu otworu wiertniczego Terebin IG 4.*

## LITERATURA

- CZARNOCKI J., 1950 — Geologia regionu łysogórskiego w związku z zagadnieniem złoża rud żelaza w Rudkach. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **1**.
- DICKINSON W.R., BEARD L.S., BRAKENRIDGE G.R., REJAVEC J.L., FERGUSSON R.C., INMAN K.T., KNEPP R.A., LINDBERG F.A., RYBERG P.T., 1983 — Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **93**: 222–235.
- DOTT R.H., 1964 — Wacke, greywacke, and matrix: what approach to immature sandstone classification? *J. Sediment. Petrol.*, **34**, 3: 625–632.
- FILONOWICZ P., 1962 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Bodzentyn. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FILONOWICZ P., 1963 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Słupia Nowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FILONOWICZ P., 1968 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Słupia Nowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FILONOWICZ P., 1969 — Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Bodzentyn. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FOLK R.L., 1968 — Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin, Texas.
- JAWOROWSKI K., 1987 — Kanon petrograficzny najczęstszych skał osadowych. *Prz. Geol.*, **35**, 4: 205–209.
- KŁOSSOWSKI J., 1985 — Sedymentacja środkowego dewonu w regionie łysogórskim (profil Świętomarz–Śniadka). *Prz. Geol.*, **33**, 5: 264–267.
- KOTAŃSKI Z., 1959 — Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich. Wydaw. Geol., Warszawa.
- MALEC J., 1996 — Wyniki badań utworów dewonu w rejonie Nieczulic i Skał. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **52**: 78–81.
- MALEC J., 1999 — Profil litologiczny i zróżnicowanie facjalne osadów dewonu środkowego w regionie łysogórskim Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **55**: 149–151.
- MALEC J., 2007 — Profil dewonu w otworze Bostów 7. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **63**: 52–54.
- MALEC J., 2008 — Profil z pogranicza warstw świętomarskich, pokrzywiańskich i nieczulickich w regionie łysogórskim Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **64**: 37–38.
- MALEC J., 2011 — Warstwy świętomarskie dewonu środkowego w regionie łysogórskim Gór Świętokrzyskich. *W: VI Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne* (red. W. Trela i in.). Ameliówka k. Kielc, 17–18 maja 2011 r.: 67–68. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
- MALEC J., 2012 — Warstwy świętomarskie dewonu środkowego w Górach Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **452**: 131–166.
- MALEC J., KULETA M., 2008 — Zróżnicowanie litofacjalne i petrograficzne osadów warstw świętomarskich dewonu środkowego Gór Świętokrzyskich. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **64**: 51–53.
- MALEC J., TURNAU E., 1997 — Middle Devonian conodont, ostracod and miospore stratigraphy of the Grzegorzowie–Skały section, Holy Cross Mountains, Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sci.*, **45**, 1: 67–86.
- MALEC J., MIŁACZEWSKI L., NARKIEWICZ K., NARKIEWICZ M., 1996 — Stratigraphy of the Devonian in the Szweji IG 3 deep well, Central Poland. *Geol. Quart.*, **40**, 3: 367–392.
- MIŁACZEWSKI L., 1981 — Dewon południowo-wschodniej Lubelszczyzny. *Pr. Inst. Geol.*, **101**: 3–90.

- NARKIEWICZ K., NARKIEWICZ M., 1998 — Conodont evidence for the mid-Givetian Taghanic Event in south-eastern Poland. *Palaeont. Polon.*, **58**: 213–223.
- NARKIEWICZ K., BULTYNCK P., 2007 — Conodont biostratigraphy of shallow marine Givetian deposits from the Radom–Lublin area, SE Poland. *Geol. Quart.*, **51**, 4: 419–442.
- NARKIEWICZ M., 2011a — Litostratygrafia, systemy depozycyjne i cykle transgresywno-regresywne dewonu środkowego i frasn basenu łysogórsko-radomskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **196**: 7–52.
- NARKIEWICZ M., 2011b — Litostratygrafia, systemy depozycyjne i cykle transgresywno-regresywne dewonu basenu lubelskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **196**: 53–146.
- NARKIEWICZ M., RACKI G., WRZOLEK T., 1990 — Litostratygrafia dewońskiej serii stromatoroidowo-koralowcowej w Górach Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **34**, 3: 433–456.
- NARKIEWICZ M., RACKI G., SKOMPSKI S., SZULCZEWSKI M., 2006 — Zapis procesów i zdarzeń w dewonie i karbonie Gór Świętokrzyskich. *W: Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich* (red. S. Skompski & A. Żylińska). 77 Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Ameliówka k. Kielc, 28–30 czerwca 2006 r.: 51–77. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- NARKIEWICZ M., NARKIEWICZ K., TURNAU E., 2011 — Rozwój sedymentacji dewońskiej w basenie łysogórsko-radomskim i lubelskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **196**: 289–318.
- ORŁOWSKI S., RADWAŃSKI A., 1986 — Middle Devonian sea-anemone burrows, *Alpertia sanctacrucensis* ichnogen. et ichnosp. n., from the Holy Cross Mountains. *Acta Geol. Polon.*, **36**, 1–3: 233–249.
- PAJCHŁOWA M., 1957 — Dewon w profilu Grzegorzowice–Skały. *Biul. Inst. Geol.*, **122**: 145–254.
- PAJCHŁOWA M., 1975 — Dewon. *W: Bąkowa IG 1* (red. T. Niemczycka). *Profile Głęb. Otw. Wiertn. Inst. Geol.*, **26**: 47–51.
- PETTIJOHN K.J., 1975 — Sedimentary rocks. Harper and Row, New York.
- PETTIJOHN F.J., POTTER P.E., SIEVER R., 1972 — Sand and sandstone. Springer-Verlag, New York.
- RACKI G., 1993 — Evolution of the bank to reef complex in the Devonian of the Holy Cross Mountains. *Acta Paleont. Pol.*, **37**: 87–182.
- SAMSONOWICZ J., 1923 — O utworach paleozoicznych okolic Ostroga i Pełczy na Wołyniu. *Spraw. Pol. Inst. Geol.*, **2**, 1/2: 39–48.
- SAMSONOWICZ J., 1950 — Dewon Wołynia. *Acta Geol. Polon.*, **1**, 4: 401–519.
- SZULCZEWSKI M., 1995 — Depositional evolution of the Holy Cross Mts. (Poland) in the Devonian and Carboniferous – a review. *Geol. Quart.*, **39**, 4: 471–488.
- TURNAU M., 1930 — Dewon okolic Pełczy na Wołyniu. *Kosmos A*, **54**: 859–885.
- TURNAU E., NARKIEWICZ K., 2011 — Biostratigraphical correlation of spore and conodont zonations within Givetian and ?Frasnian of the Lublin area (SE Poland). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **164**: 30–38.
- TURNAU E., RACKI G., 1999 — Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **106**: 237–271.
- ŻAKOWA H., RADLICZ K., MALEC J., 1986 — Podłoże permu w okolicy Szydłowca. *Kwart. Geol.*, **30**, 1: 23–48.

## SUMMARY

The Middle Givetian section of south-eastern Poland is represented by a complex of terrigenous deposits ranging from several to 100 m in thickness. They were found in the Ostaków 1, Bąkowa IG 1 and Szwejki IG 3 borehole, as well as in the Łysogóry region of the Holy Cross Mountains, SE Lublin area and in the vicinity of Povcha in western Ukraine (Fig. 1). In the Łysogóry region these deposits are represented by the Świętomarz Beds (Fig. 2).

The petrographic studies included four profiles of the Świętomarz Beds of the Łysogóry region from the area of Pokrzywianka, Wymysłów and Śniadka (Figs 3, 4, 5). The comparative petrographic analyses were carried out in the Terebin IG 4 borehole, SE Lublin area (Fig. 6).

In the Devonian section of the eastern part of the Łysogóry region, the Świętomarz Beds lie between claystones of the Skały Beds and biostromal limestones of the Pokrzywianka Beds, whereas in the western part – between claystones of the Skały Beds and the Nieczulice Beds (Fig. 4). Biostratigraphically, the Świętomarz Beds encompass the conodont zones *rhenanus/ varcus* and maybe the lowest part of the *ansatus* zone (Malec, Turnau, 1997; Turnau, Racki, 1999).

Sandstones of the Świętomarz Beds and the Żniatyń Member are represented by fine-grained quartz arenites, calcare-

ous quartz arenites, and quartz and sublithic wackes (Plates I, II, III: 1–4). In the Łysogóry region they pass into the Pokrzywianka Beds composed of bioclastic limestones (Plate III: 5, 6). The composition of sandstone grain fabric is invariable and monotonous along the whole profiles of the Świętomarz Beds and the Żniatyń Member (Table 1). Petrographic analysis of the sandstones indicate that the sources of terrigenous material for the Świętomarz Beds and the Żniatyń Member were a recycled orogen built of siliciclastic rocks and a cratonic zone of continental slope (Fig. 7). Sedimentary structures that occur within the Świętomarz Beds and the presence of numerous plant remnants in mudstones indicate that terrigenous material was supplied to the Łysogóry basin from the south-east through a deltaic system. The deposition of the Świętomarz Beds took place in a proximal and distal area of prodelta that prograded to the west. The Świętomarz Beds and coeval Givetian terrigenous deposits that occur in the area of south-eastern Poland and western Volhynia (Ukraine) represent sediments which are presumably linked to the same deltaic system (Malec, 2012).