

Środowisko sedimentacji piaskowców „warstw z Krynek” w rejonie Nietuliska (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich)

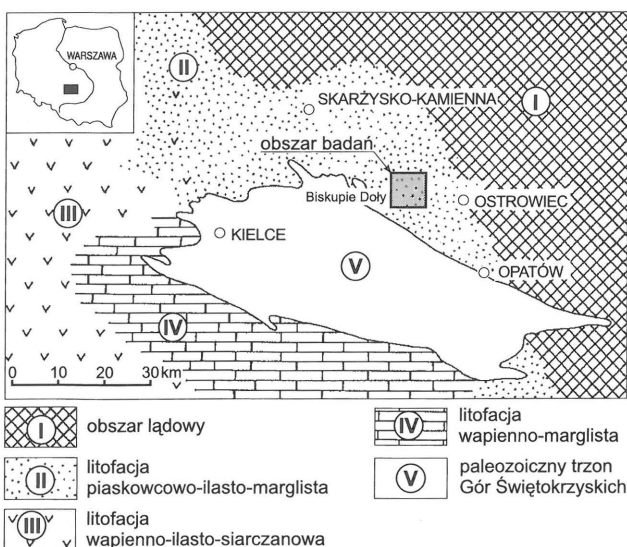
Wiesław Trela*

Ruchy tektoniczne na przełomie środkowego i późnego pstręgo piaskowca doprowadziły do wydzwignięcia platformy wschodnioeuropejskiej wraz z północnym i północno-wschodnim obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich, obniżenie zaś obszaru położonego na południu. Po tej zmianie w układzie paleogeograficznym powstała seria osadów deltowo-morskich. Materiał był transportowany z północy i północnego wschodu (ryc. 2) (Senkowiczowa, 1965, 1970; Senkowiczowa & Ślącza, 1962). Cykl sedimentacyjny rozpoczęty w późnym pstrym piaskowcu kończy się, w środkowej i północno-wschodniej części obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, sedimentacją osadów „warstw z Krynek” (ryc. 1, 2). Utwory tej jednostki powstały w środowisku lądowym, częściowo płytkomorskim (Karaszewski, 1966; Senkowiczowa, 1965, 1970, 1982). Zarys problematyki na temat środowiska sedimentacji i ogólnych warunków depozycji utworów „warstw z Krynek” został przedstawiony na podstawie obserwacji terenowych w okolicy Nietuliska, Witulina i Dołów Biskupich (ryc. 1, 2). Ogólna miąższość osadów tej jednostki waha się od 10 m na wschodzie do 35 m w rejonie Skarżyska Kamiennej (Senkowiczowa, 1965).

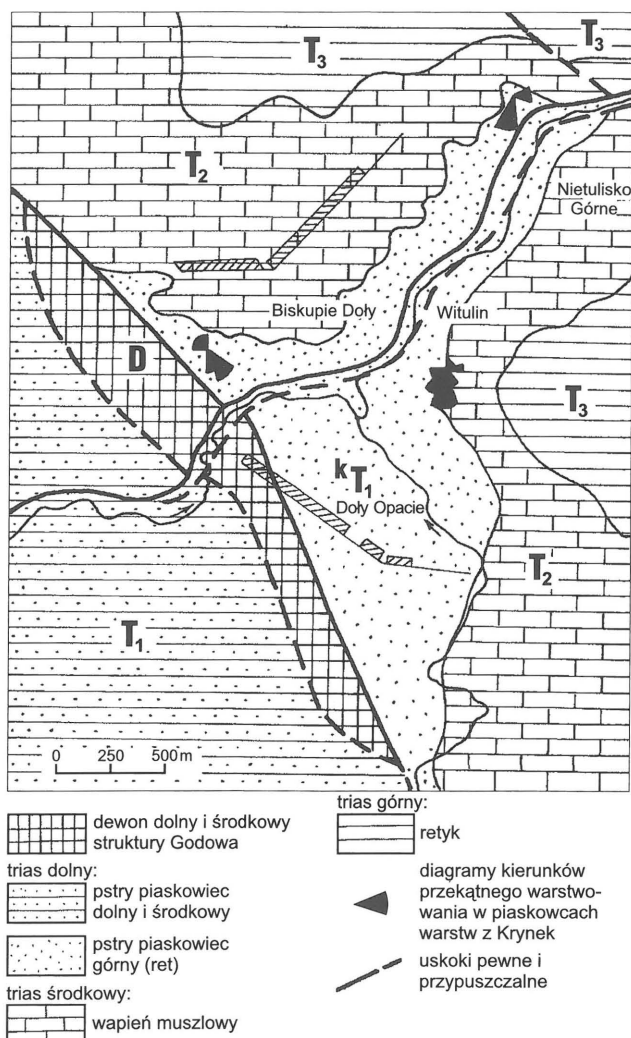
Ogólna charakterystyka litologiczna

Warstwy z Krynek są wykształcone głównie jako szarżółte, rdzawożółte piaskowce średnio- i gruboziarniste z domieszką frakcji drobnoziarnistej, podrzędnie piaskowce drobnoziarniste oraz wiśniowe mułowce i ilowce (ryc. 3). Uławicenie osadów, widoczne lepiej lub gorzej jest podkreślone licznymi powierzchniami erozyjnymi stropowymi lub spagowymi. Miąższość ławic piaskowców średnio- i gruboziarnistych zmienia się od kilkudziesięciu cm do maks. 1,5

m. Piaskowce drobnoziarniste są cienko- i średnioławicowe, zaś wiśniowe osady mułowcowo-ilowcowe tworzą warstwy o miąższości 40–50 cm. Wśród osadów piaszczystych są powszechne zestawy z warstwowaniem przekątnym o małej i dużej skali typu tabularnego i rynnowego. Laminacja w piaskowcach jest związana ze zmianą wielkości ziarna, zaś granice między laminami są przeważnie gradacyjne. Piaskowce są złożone w 86–90% z kwarcu, kwarcu żyłowego. Fragmenty skał występują sporadycznie, są to kwarcyty, piaskowce drobnoziarniste, rogowce. Skalenie zwierztałe występują w niewielkiej ilości około 2%. Ziarna kwarcu tkwią w ilasto-żelazistym matriks, stanowiącym 8–12% przeciętnej objętości skały. Tlenki żelaza tworzą cienkie otoczki na powierzchni ziarn kwarcu, które są przeważnie półobtoczone, rzadziej półostrokrawędziste. Większość piaskowców wykazuje umiarkowanie dobre i dobre wysortowanie (ryc. 4).

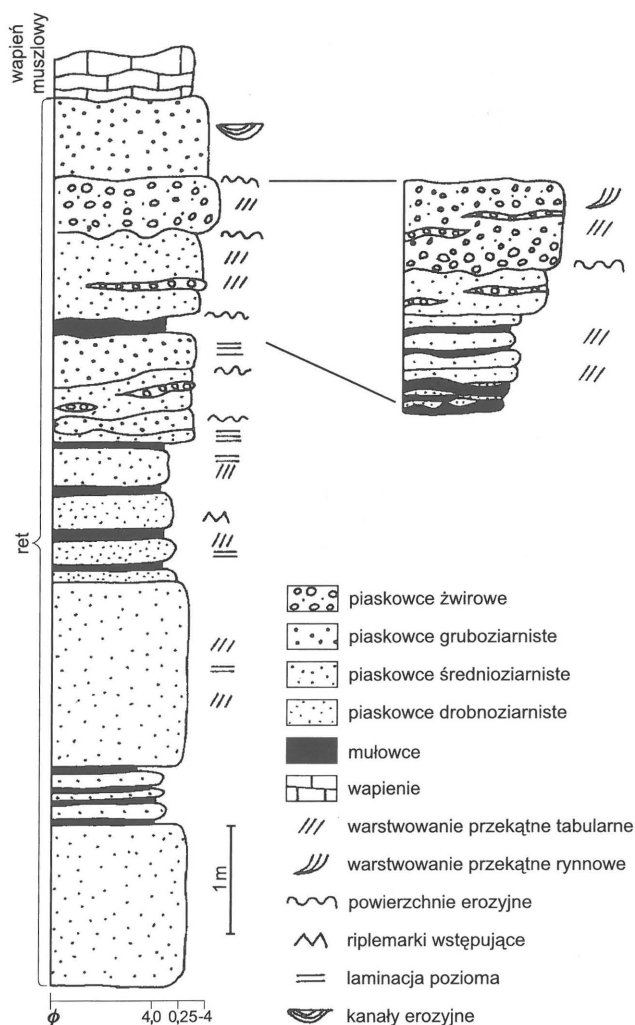


Ryc. 1. Rozmieszczenie facji retu w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (wg Senkowiczowej, 1970)



Ryc. 2. Mapa odkryta obszaru badań

*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-953 Kielce



Ryc. 3. Profil osadów najwyższego retu w kamieniołomie w Witulinie

Struktury sedimentacyjne i erozyjne

Wśród osadów „warstw z Krynek” wyróżnić można dwa dominujące typy litofacjalne. Typ pierwszy to osady gruboziarniste związane ze środowiskiem o znacznej energii. Drugi typ tworzą osady drobnoziarniste powstałe w niskoenergetycznym środowisku, w warunkach słabych prądów lub stagnującej wodzie.

Utworki pierwszego typu są złożone przeważnie z piaskowców. Osady te niemal w całości są warstwowane przekątnie w dużej i małej skali. Zestawy lamin warstwowane przekątnie o dużej skali typu tabularnego i rynnowego mają miąższość 10–30 cm (ryc. 5). Powierzchnie graniczne zestawów są ostre-erozyjne, płaskie lub faliste (ryc. 6, 9). Często warstwowanie jest podkreślone obecnością intraklastów mułowcowych i drobnopiaskowcowych na powierzchniach lamin. Powszechnie w poszczególnych laminach zaznacza się normalny, frakcyjny rozkład ziarna; najgrubszy materiał gromadził się w dolnej części nachylonej powierzchni warstwowania. Nachylenie lamin sięga 20–25°. Cechy sedimentologiczne tych struktur pozwalają łączyć warstwowanie tego typu z migracją fal piaskowych lub z progradacją stoków piaszczystych, typu mikrodelt (Chudzikiewicz i in., 1979; Gradziński i in., 1986).

Obecne są również wielkoskalowe zestawy typu tabularnego, o miąższości około 50 cm. Nachylenie lamin dochodzi do 30°. Powierzchnie stropowe i spągowe takich zestawów są ostre, erozyjne.

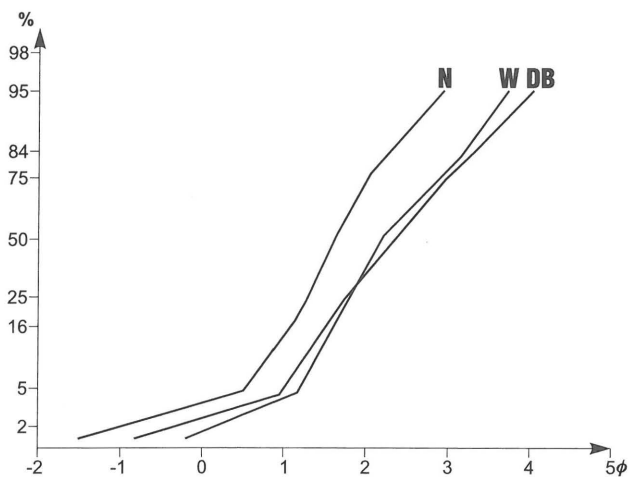
Warstwowanie przekątne o małej skali typu tabularnego i rynnowego występuje w zestawach lamin, których grubość wynosi 1–4 cm. Związane są one z migracją małych riplemarków w warunkach dolnej części dolnego reżimu przepływu (Picard & High, 1973; Reineck & Singh, 1980) (ryc. 6). Powierzchnie zestawów na ogół są erozyjne lub

gradacyjne. Laminy dochodzą kątowo i stycznie do dolnej powierzchni, niekiedy leżą na cienkiej warstwie poziomo laminowanej. W obrębie lamin obserwować można normalną gradację ziarna. Część zestawów powstała w efekcie zasypywania obniżenia dna lub na zaprawowych stokach nierówności (Gradziński i in., 1986). Inne struktury depozycyjne występują w osadach omawianego typu całkowicie podrzędnie. Należy do nich płaska, pozioma laminacja.

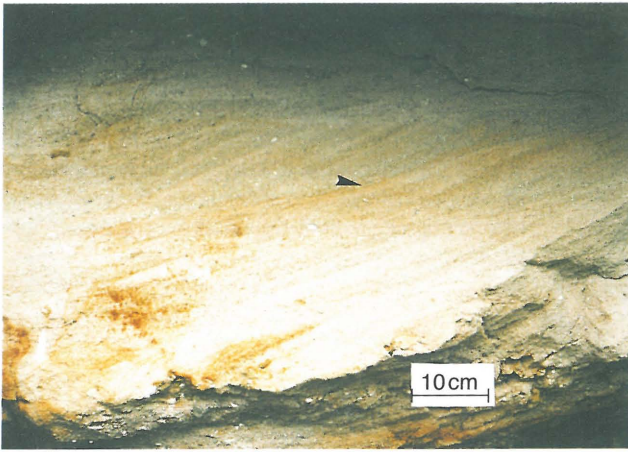
Powszechnie występujące ślady erozji są zaznaczone powierzchniami reaktywacji (ryc. 5) i licznymi rozmyciami śródlawicowymi. Powierzchnie erozyjne, płaskie lub wklęsłe, o bardzo różnym zasięgu lateralnym, można nieraz śledzić na dystansie dziesiątków metrów. W zależności od rozmiarów wirów i intensywności erozyjnej prądów w obrębie powierzchni erozyjnej powstały mniejsze, strome zagłębienia (ryc. 9), niektóre typy kotłów wirowych, bądź płytkie misy erozyjne o łagodnie nachylonych zboczach. Erozyjne rozmycia warstwy piaszczystej o głębokości do 15 cm, są wypełnione przez grubszy materiał żwirowy, charakteryzujący się normalnym uziarnieniem frakcyjnym. Dostrzec można również lateralną zmianę ziarna od drobnego żwiru do drobnoziarnistego piasku. Część rozmyć erozyjnych jest wypełniona drobnoziarnistym materiałem, mułowcem lub piaskowcem drobnoziarnistym. Obecne są również płytkie rozmycia śródlawicowe wypełnione przez osad drobnoziarnisty, mułowcowy, przypominające w przekroju podłużnym jamki wirowe, do 5 cm głębokie (ryc. 10). Wypełnienie wydrążenia materiałem drobniejszym niż osad w którym struktura jest wycięta następuje w przypadku spadku siły transportowej prądu, w fazie jego zaniku, kiedy turbulencja środowiska jest już bardzo niska. W spokojnych warunkach odbywa się sedimentacja materiału drobnoziarnistego z zawiesiny, a układ lamin osadu wypelniającego naśladuje kształt formy erozyjnej (Reineck & Singh, 1980). Większe struktury erozyjne są reprezentowane przez kanały erozyjne o głębokości kilkudziesięciu centymetrów, maksymalnie 70 cm, niekiedy typu złożonego, wypełnione przez piaskowce gruboziarniste (ryc. 8). W przekroju podłużnym przypominają głębokie rozmycia śródlawicowe, w których układ lamin osadu wypelniającego jest odbiciem kształtu struktury erozyjnej.

Analiza litofacjalna

Piaskowce średnio- i gruboziarniste cechuje zmienne wy-sortowanie, umiarkowane i dobre oraz obecność wielozestawów drobno- i wielkoskalowego warstwowania przekątnego tabularnego i rynnowego. Niekiedy zestawy warstwowane



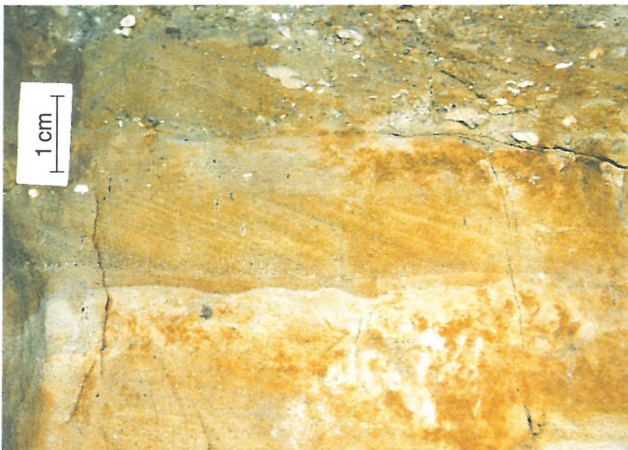
Ryc. 4. Krzywe kumulacyjne rozkładu uziarnienia z Witulina (W), Nietuliska (N), Dołów Biskupich (DB)



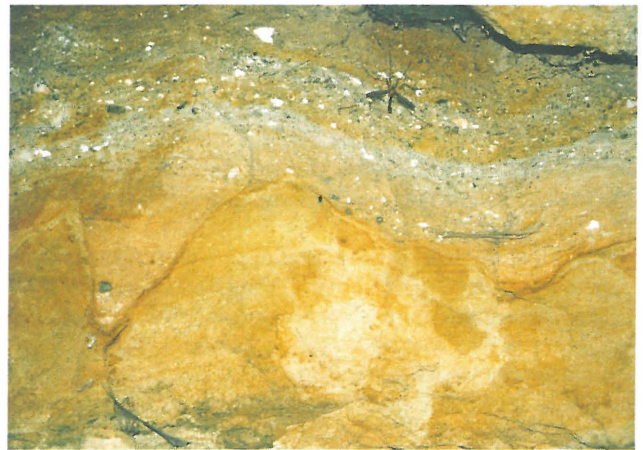
Ryc. 5. Piaskowiec gruboziarnisty z warstwowaniem przekątnym wielkoskalowym i powierzchniami reaktywacji (strazki)



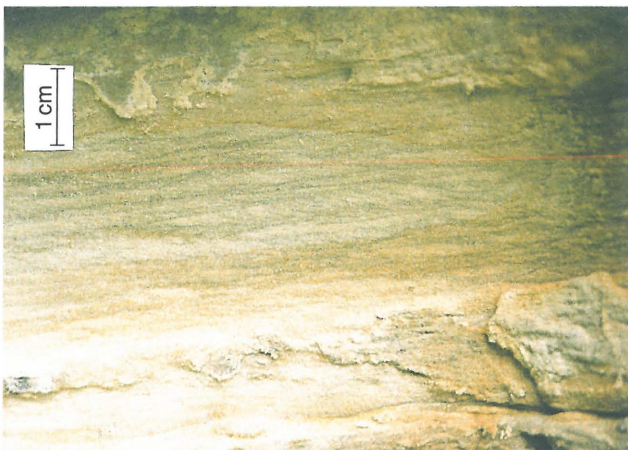
Ryc. 8. Kanał erozyjny o charakterze rozmycia śródławicowego



Ryc. 6. Zestawy warstwowane przekątnie w małej skali z wyraźną gradacją ziarna i erozją powierzchnią spągu zestawu



Ryc. 9. Powierzchnia erozyjna ze stromo wciętym zagłębieniem, przykryta materiałem grubszym, żwirowym



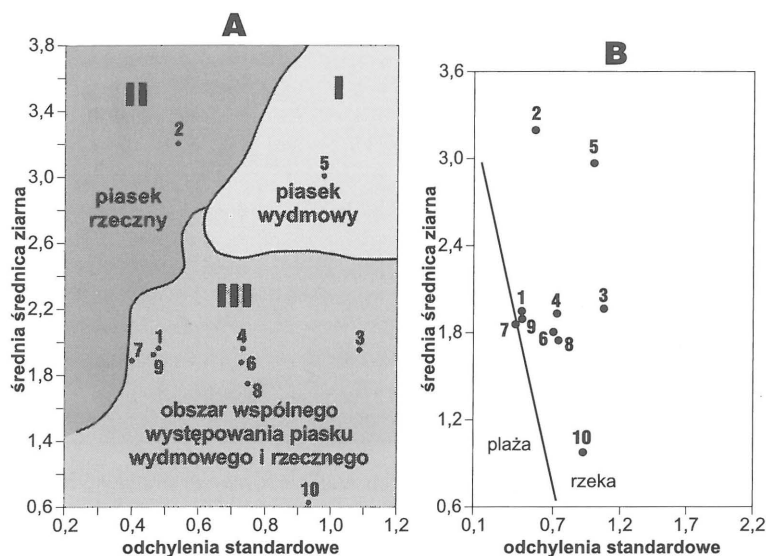
Ryc. 7. Piaskowiec drobnoziarnisty z warstwowaniem riplemarkowym (riplemarki wstępujące typu A)



Ryc. 10. Ślady erozyjnej działalności prądu turbulentyjnego w postaci „jamek” wypełniony mułowcem piaszczystym. Powyżej warstewka piaskowca drobnoziarnistego z małymi strukturami prądowymi

przekątnie są przedzielone ławicami z laminacją horyzontalną lub pakietami piaskowców „bezstrukturalnych”. Wśród osadów omawianego typu występują również pojedyncze zestawy o miąższości do 10 cm, powstałe w rezultacie migracji małego stoku progradującego. Licznie występują rozmycia i kanały erozyjne oraz powierzchnie reaktywacji. Przypuszczalnie są to osady wałów piaszczystych przyujściowych lub wzdłużbrzegowych.

Piaskowce drobnoziarniste, dobrze i umiarkowanie wysortowane z warstwowaniem przekątnym o małej skali są przewarstwiane cienkimi wkładkami mułowców i bardzo drobnoziarnistego piaskowca. Złożone są z wielozestawów warstwowanych przekątnie o małej skali typu rynnowego i tabularnego. Zestawy warstwowane przekątnie o dużej skali występują sporadycznie. Nielicznie występują cienkie zestawy z



Ryc. 11. Zależność między standardowym odchyleniem a przeciętną średnicą ziarna dla: a — piasku wydymowego i rzeczno-
wydymowego; b — piasku rzeczno-
wydymowego i plażowego; próbki: 1, 2, 4, 7, 10 — Witulina, 3, 5, 6 — Doły Biskupie, 8, 9 — Nietulisko

warstwianiem typu riplemarkowego lub smużystego, związane z wędrówką małych riplemarków wstępujących (ryc. 7).

W obrębie piaskowców średnio- i drobnoziarnistych zanotowano obecność zestawów lamin nachylonych w przeciwnym kierunku, typu „rybich ogonów”, o miąższości 15 cm, które można wiązać ze środowiskiem plażowym.

Na powierzchni ławic w Witulinie są obecne ślady tropów gadów, odciski skorup małży *Costatoria costata* (Zenker) oraz ślady *Planolites Nicholson* i *Paleophycus* Hall o przebiegu prostoliniowym, ustawione horyzontalnie w stosunku do powierzchni ławic (Karaszewski, 1966; Senkowiczowa, 1982; Fuglewicz i in., 1990).

W stropie „warstw z Krynek” występuje wyraźnie indywidualizująca się ławica piaskowca żwirowego o miąższości około 1 m. Frakcję żwirową tworzą otoczki kwarcu o wielkości maks. 1,2 cm. Dolna granica ławicy jest wyraźną powierzchnią erozyjną dającą się śledzić w kamieniołomie w Witulinie na dystansie kilkudziesięciu metrów. Ponad tą powierzchnią leży piaskowiec zlepieńcowy o normalnym uziarnieniu frakcyjnym, które niekiedy zanika i frakcja żwirowa jest rozmieszczona w sposób nieuporządkowany. Z rzadka dostrzec można ślady wielkoskalowego warstwiania przekątnego. Liczne drobne otoczki kwarcu wskazują na dłuższą drogę transportu oraz obróbkę i selekcję materiału prowadzącą do eliminacji otoczek o mniejszej odporności. Cechy sedimentologiczne tego osadu świadczą o depozycji z prądów o wysokiej energii.

Osady drugiego z dominujących typów litofacjalnych są złożone z materiału o drobniejszym ziarnie, głównie mułowców i bardzo drobnoziarnistych piaskowców oraz podrzędnie drobno- i średnioziarnistych piaskowców (ryc. 3). Sporadycznie trafiają się intraklasty, głównie mułowcowe, tkwiące w spągu osadów drobnopiaszczystych. Osady tego typu wyróżniają się wiśniową barwą, wkładki piaszczyste zaś mają na przemian wiśniową i białą barwę. Piaskowce drobno- i średnioziarniste tworzą soczewki i cienkie faliste warstewki z wyraźnie zaznaczoną spagową powierzchnią erozyjną; ich miąższość dochodzi do 10 cm. Mułowce i piaskowce bardzo drobnoziarniste makroskopowo pozbawione są struktur wewnętrznych, niekiedy tylko dostrzec

można ślady laminacji falistej lub smużystej. W przewarstwieniach piaszczystych niekiedy zaznacza się niewyraźne, niskokątowe warstwowanie przekątne. Cechy sedimentologiczne opisywanych osadów wskazują na depozycję z zawiesiny przy niewielkim współdziałaniu prądów trakcyjnych. Soczewki i warstewki piaskowców o grubszym ziarnie powstały w trakcie migracji małych riplemarków prądowych lub prądowo-falowych w środowisku, gdzie silniejszy ruch wody spowodowany był przepływem lub falowaniem. Część z nich powstała w efekcie zasypywania płyczn i nierówności dna przez piaski.

Podsumowanie

W późnym recie po transgresji morskiej odpowiedzialnej za powstanie marglisto-dolomitycznych i ilasto-piaszczystych warstw z Dalejowa, w środkowej części północnego obrzeżenia nastąpiło lokalne spłytenie zbiornika i sedimentacja „warstw z Krynek”. Wykształcenie ławic oraz obecność licznych powierzchni erozyjnych sugeruje dość częste zmiany szybkości przepływu, intensywności transportu i depozycji materiału.

Cechy sedimentologiczne i teksturalne (ryc. 11), ślady pełzania i obecność małży morskich w osadach najwyższego retu w rejonie Nietuliska i Witulina wskazują na sedimentację w środowisku płytkomorskim, przybrzeżnym. „Warstwy z Krynek” powstały prawdopodobnie w rezultacie rozwoju delty piaszczystej, wkraczającej na obszar przybrzeża. Równina deltowa była przykryta cienką warstwą wody. Na jej powierzchni były obecne liczne formy depozycyjne w postaci riplemarków prądowo-falowych, stoków progradujących i wałów piaszczystych. Istotnym elementem jej morfologii były również wały przyujściowe, powstające u wylotu kanałów rozprowadzających i wały wzdłużbrzegowe, na granicy krawędzi równi, modelowane przez falowanie morza. Płyczn osłonięte wałami piaszczystymi miały charakter lagun, w których powstawały osady mułkowe i drobnoziarniste piaski. Nie wykluczone, że część piaskowców, dobrze wysortowanych jest pochodzenia eolicznego i dokumentuje kopalne wydmy powstałe na odsłoniętych częściach wałów piaszczystych lub na obszarze sąsiadującej plaży.

L i t e r a t u r a

- CHUDZIKIEWICZ L., DOKTOR M., GRADZIŃSKI R., HACZEWSKI G., LESZCZYŃSKI S., ŁAPTAŚ A., PAWEŁCZYK J., POREBSKI S., RACHOCKI A. & TURNAU E. 1979 — *Studia Geol. Pol.*, 62: 1–61.
- FUGLEWICZ R., PTASZYŃSKI T. & RDZANEK K. 1990 — *Acta Palaeont. Pol.*, 35: 109–163.
- GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A. & UNRUG R. 1986 — *Zarys sedimentologii*. Wyd. Geol.
- KARASZEWSKI W. 1966 — *Kwart. Geol.*, 10: 327–333.
- PICARD M.D. & HIGH L.R. 1973 — *Sedimentary structures of ephemeral streams*. Elsevier, Amsterdam.
- REINECK H.E. & SINGH I.B. 1980 — *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, Berlin.
- SENKOWICZOWA H. 1965 — *Kwart. Geol.*, 9: 769–783.
- SENKOWICZOWA H. 1970 — *Pr. Inst. Geol.*, 56: 21–30.
- SENKOWICZOWA H. 1982 — *Kwart. Geol.*, 26: 559–584.
- SENKOWICZOWA H. & ŚLĄCZKA A. 1962 — *Ibidem*, 6: 35–49.