

Występowanie łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi w złożu Siedlec–Moszczenica

Tomasz Toboła*

Prace wiertnicze, przeprowadzone po II wojnie światowej na obszarze zapadliska przedkarpackiego, dostarczyły licznych danych geologicznych dotyczących występowania badeńskiej formacji solonośnej (Garlicki, 1979, z literaturą). Rezultatem tych badań było również odkrycie i udokumentowanie nowych złóż soli kamiennej m.in. na zachód od Bochni w Łęczkowicach i Siedlcu–Moszczenicy (Garlicki, 1960, 1970a, b, 1971a, b).

Szczegółowe studium litologiczne profili badeńskiej serii solnej wykształconej w facji chlorkowej, pozwoliło na wydzielenie pod kątem petrologicznym charakterystycznych utworów przewodnich, do których zalicza się m.in. kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi (Garlicki, 1968, 1971a, 1979). Kompleks ten został stwierdzony zarówno w osadach solnych miocenu autochtonicznego (Garlicki 1968), jak i allochtonicznego (Garlicki, 1970a, 1971, 1979; Poborski, 1952). Ponadto przypuszcza się, że jego odpowiednikiem „facjalnym” są sole zielone pokładowe występujące w złożu wielickim (Garlicki, 1979; Wiewiórka, 1974).

Zarys budowy geologicznej złoża Siedlec–Moszczenica

Złoże soli kamiennej Siedlec–Moszczenica należy do ciągu złóż bocheńskiego Podkarpacia (ryc. 1). Znajduje się ono w obrębie miocenu sfałdowanego (allochtonicznego) w tzw. jednostce głównej (Poborski & Skoczylas-Ciszewska, 1963). Jest to złożo typu pokładowego o skomplikowanej budowie wewnętrznej. Wykonane na obszarze miejscowości Siedlec i Moszczenica otwory wiertnicze powierzchniowe oraz udostępnienie złoża wyrobiskami górniczymi, pozwoliło na przedstawienie profilu litologicznego oraz budowy geologicznej złoża (Garlicki, 1970a; Szybist & Toboła, 1995).

W profilu litologicznym, podobnie jak w sąsiednich złożach, wyróżnionych zostało pięć cyklotemów solnych, w tym trzy z nich mają sole kamienne. Są to sole południowe, środkowe i północne poprzedzielane kompleksami iłowców, iłowców marglistych i iłowców z anhydrytami (Garlicki, 1960, 1970a, 1971b; Szybist & Toboła, 1995).

W budowie geologicznej złoża zaznaczają się dwa odmiennie style tektoniczne. Na zachodzie dominuje tzw. styl łęzkowski charakteryzujący się znaczną szerokością serii solnej w górnej części złoża i zwężeniem w środkowej. Ponowny wzrost szerokości złoża obserwuje się w spągowej jego części. W kierunku wschodnim tektonika ta stopniowo zanika, przechodząc w tzw. styl bocheński. Odznacza się on wąską wychodnią podczwartorzędową serii solnej i znacznym rozszerzeniem złoża w rejonie poziomów VI i VII (Szybist & Toboła, 1995).

Cechą charakterystyczną budowy wewnętrznej złoża jest skomplikowany przebieg warstw. Wyraża się on stromym fałdowaniem, wyciśnięciami i zgrubieniami komple-

ksów solnych, licznymi przerwaniem warstw itp. (Szybist & Toboła, 1995). Ze względu na dużą podatność na plastyczne odkształcenia, największe rozprzestrzenienie w złożu mają sole środkowe (ryc. 2). Występują one głównie w części środkowej złoża.

Występowanie łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi w złożu Siedlec–Moszczenica

Na obszarze Siedlca i Moszczenicy kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi został stwierdzony w większości otworów wiertniczych powierzchniowych nawiercanych lub całkowicie przebijających serię solną, jak np. MŁ-2, MŁ-3, MŁ-4, MŁ-13, Sch-VI, Sch-VII. Otwory te wykonane w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, obecnie nie dostarczają istotnych informacji przydatnych do szczegółowej analizy tego kompleksu. Wynika to głównie z braku dostępu do rdzeni wiertniczych, co uniemożliwia pobranie próbek i przeprowadzenie badań laboratoryjnych.

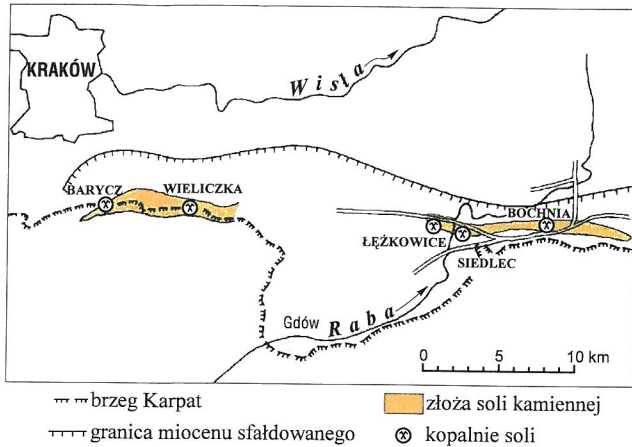
Najwięcej informacji o zaleganiu i wykształceniu tego kompleksu dostarczyły wykonane na obu poziomach kopalnianych, tj. VI i VII otwory podziemne badawcze i kierunkowe wyprzedzające oraz wyrobiska górnicze (ryc. 2). Otwory podziemne badawcze były wiercone głównie w kierunku granicy południowej i północnej złoża (otwory poziome), jak również jego spągu (otwory pionowe). Znaczna ich liczba przyczyniła się do dobrego rozpoznania występowania poszczególnych utworów serii solnej, w tym również łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi.

W rdzeniach wiertniczych pochodzących z tych otworów, warstwy łupku iłowo-anhydrytowego są słabo zachowane. Ulegają one najczęściej pokruszeniu i wymieszaniu, co jest spowodowane głównie ich wykształceniem teksturalnym, tj. drobnym warstwowaniem. Zachowanie takie nie pozwala na sporządzenie szczegółowych profili litostratygraficznych oraz ich porównanie. Odmiennie natomiast jest zachowana sól kryształowa. Występuje ona w formie zbitej, masywnej o dobrze zachowanych cechach strukturalnych i teksturalnych.

Szczególnie dużo danych, o kompleksie łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi, uzyskano z odsłonięć w wyrobiskach górniczych. Został on stwierdzony na obu poziomach kopalnianych w przekopach głównych łączących szyby Siedlec i Moszczenica oraz w poprzeczniach i innych wyrobiskach eksploatacyjnych. W przekopach głównych, biegnących wzdłuż rozciągłości złoża, odsłonięcia tego kompleksu najczęściej występują pod niewielkim kątem do osi wyrobiska. Powoduje to znaczne zwiększenie miąższości pozornej utworów budujących łupki iłowo-anhydrytowe. Wyrobisk tych jest mniej niż prostopadłych do rozciągłości i w większości przypadków są całkowicie lub w znacznej części zabudowane.

Najlepsze rozpoznanie geologiczne wyrobiskami górniczymi, na poziomie VI w okolicy szybu Moszczenica, pozwoliło na zebranie znacznej ilości materiałów. Wykonane w tym rejonie poprzecznie M0/S, M1/S, M2/S wielokrotnie przebiły kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi. Powstałe w ten sposób odsłonięcia są prze-

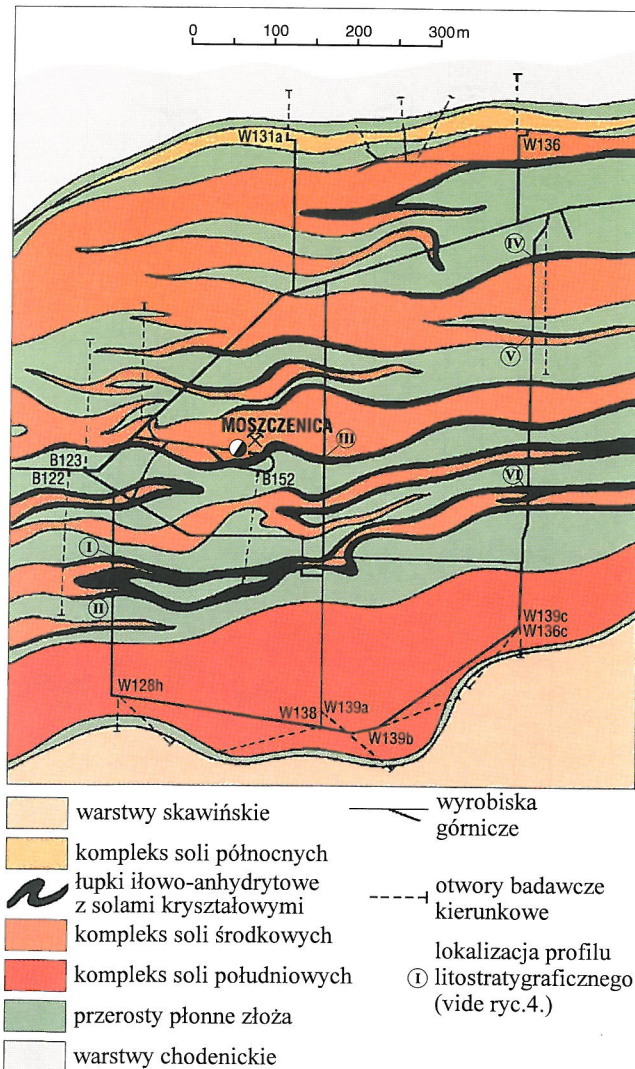
*Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków



Ryc. 1. Mapa występowania złóż soli kamiennej na Podkarpaciu, między Wieliczką a Bochnią (wg Garlickiego, 1968)

ważnie prostopadłe do rozciągłości (ryc. 2). Ich charakterystyczną cechą są również kąty upadu całego kompleksu w większości przypadków wynoszące ok. 45° .

Interesujące odsłonięcia otrzymano w poprzeczni M0/S na odcinku 101–119 m od przekopu głównego oraz w poprzeczni M2/S (ryc. 3). W obu przypadkach zostały odsłonięte szczytowe partie antyklinalnego wygięcia warstw. W poprzeczni



Ryc. 2. Mapa geologiczna poziomu VI w rejonie szybu Moszczenica

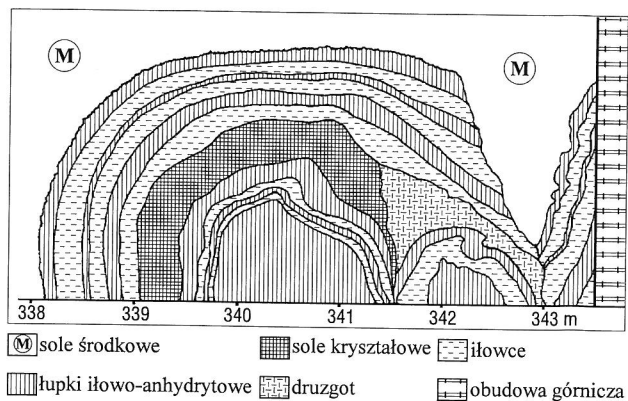
M0/S skrzydła antykliny zapadają łagodnie pod kątem ok. 30° . Budujący ją kompleks łupków iłowo-anhydrytowych ma dwie warstwy soli kryształowych, przy czym granica dolnej z niżej zalegającymi utworami nie została uchwycona (ryc. 4, profil II). W obrębie antykliny nie obserwuje się również większych zaburzeń tektonicznych. Warstwy iłowców i łupków iłowo-anhydrytowych są ciągłe i nie wykazują mikrozaładowań. Jedynie strop i spąg soli kryształowych uległy w niewielkim stopniu plastycznemu odkształceniu.

Odmiennej charakter ma antykлина w poprzeczni M2/S. Skrzydło północne jest prawie pionowe (ryc. 3), natomiast skrzydło południowe uległo zaburzeniom tektonicznym o charakterze nieciągłym. W miejscu soli kryształowych, które zostały wciśnięte i przerwane, pojawia się druzgot złożony z iłowców i łupków iłasto-anhydrytowych. Warstwy leżące ponad solą kryształową również uległy przerwowaniu, a w ich miejsce zostały wciśnięte sole środkowe. Dalszą ich część obserwuje się tuż przy obudowie górniczej, gdzie są one wyraźnie zaburzone (pofałdowane), szczególnie na kontakcie z solami środkowymi. Przeważnie zapadają pod kątem ok. 70° na N.

Utwory otaczające kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi

Przeprowadzone badania utworów solonośnych na obszarze Siedlca i Moszczenicy pozwoliły na ustalenie profilu litologicznego złoża (Garlicki, 1970a, 1979; Szybist & Toboła, 1995). W profilu tym kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami kryształowymi kontaktuje w spągu z kompleksem iłowców anhydrytowych. Są to szare, margliste iłowce i mułowce w naprzemianległym ułożeniu z kilkucentymetrowymi wstęgami anhydrytu konkrecyjnego i trzewiowcowego. Miąższość całego kompleksu iłowców anhydrytowych wynosi ok. 4 m.

Ponad łupkami iłowo-anhydrytowymi został rozpoznany kompleks soli środkowych o miąższości ok. 25 m. Najczęściej spotykanymi solami w tym kompleksie są sole szare i białe, drobno- i średnioziarniste, wyraźnie pasiaste. Są one stosunkowo czyste. Innym rodzajem soli również często występującym są sole białe i szare, różnoziarniste, częściowo pasiaste a częściowo grubolaminowane piaskiem anhydrytowym. Ponadto w niewielkiej ilości występują sole bardzo czyste białe i szare średnio- i gruboziarniste o charakterystycznym wydłużonym pokroju ziarn. W kompleksie soli środkowych miejscami pojawiają się drobne gniazda lub przerosty iłowców i iłowców z gronami anhydrytu o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów.



Ryc. 3. Profil poprzeczni M2/S na odcinku 338–343 m od przekopu głównego (ocios lewy)

Petrologiczna charakterystyka kompleksu

Zebrane materiały i obserwacje w wyrobiskach górniczych Kopalni Siedlec-Moszczenica, pozwoliły na szczegółowe zapoznanie się z wykształceniem poszczególnych warstw budujących kompleks łupków iłowo-anhydrytowych z solami krystalowymi. Dużym utrudnieniem, w trakcie prac kartograficznych, była obudowa górnicza chroniąca większe partie przerostów płonnych. Bezpośredni kontakt łupków iłowo-anhydrytowych z kompleksem iłowców anhydrytowych był przyczyną ich częściowej zabudowy. Z tego też względu profile przedstawione na ryc. 4 są niekompletne. Brak w nich przede wszystkim części spągowej. Prawdopodobnie jedynym pełnym profilem litostratygraficznym, jaki można prześledzić jest profil nr I (ryc. 4). Wykonano go na podstawie odsłonięcia z poprzecznika M0/S w odległości 82 m od przekopu głównego. Najniżej występującą w tym profilu warstwę ilastą zaliczyć można do kompleksu iłowców anhydrytowych, natomiast utwory zalegające ponad nią są już typowe dla kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych.

W skład kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych z solami krystalowymi wchodzi trzy rodzaje utworów. Są to: sole krystalowe, łupki iłowo-anhydrytowe oraz iłowce. Sole krystalowe tworzą dwie wkładki o podobnym wykształceniu, rozdzielone ok. 90 centymetrowym zespołem warstw łupków iłowo-anhydrytowych i iłowców (ryc. 4). Dolna wkładka soli ma miąższość ok. 70 cm, natomiast górna jest znacznie cieńsza i osiąga grubość ok. 30 cm. Większą miąższość (ok. 40 cm) górnej wkładki zaobserwowano jedynie w profilu V z poprzeczni M2/S (ryc. 4).

Sole krystalowe obu warstw są wykształcone podobnie. Mają charakterystyczną teksturę witrażową, w której substancja ilasta jest zgromadzona głównie na granicach kryształów halitu, tworząc wokół nich otoczki. Jej zawartość stopniowo wzrasta w kierunku spągu i stropu warstwy. Niewielka ilość substancji ilastej występuje również w obrębie niektórych kryształów tworząc słabo widoczne i nieostre smugi lub skupienia. Wielkość kryształów halitu jest zmienna i waha się od 1 do 6 cm. Są one najczęściej bezbarwne, czyste, rzadziej natomiast pojawiają się kryształy o mlecznym zabarwieniu lub o pasmowej budowie tzw. „kryształy łódkowe”. W większości przypadków mają one prawidłowe wykształcenie. Często towarzyszą im kilkumilimetrowej średnicy grona anhydrytu, występujące na kontaktach kryształów z substancją ilastą. Cechą charakterystyczną soli krystalowych jest również wydzielanie — w trakcie rozdrabniania — intensywnego i szybko zanikającego zapachu bitumini. W obserwacjach, przeprowadzonych pod lupą binokularną, w kryształach halitu są widoczne partie o dużym zagęszczeniu, regularnie występujących inkluzji ciekłych i ciekło-gazowych o wielkość ok. 0,1 mm. Większe inkluzje są spotykane sporadycznie i nie wykazują prawidłowości rozmieszczenia.

Na kontakcie z łupkami iłowo-anhydrytowymi sole krystalowe miejscami przechodzą w sole szare, bardzo zailone o strukturze porfirowej. Tekstura tej partii soli jest przeważnie bezładna, a jedynie w części przylegającej bezpośrednio do łupków, zaznacza się laminacja substancją ilastą i przejście w łupki iłowo-solno-anhydrytowe. Kryształy halitu mają rozmiary od ok. 1 mm do 8 mm i wykształcenie hipautomorficzne lub ksenomorficzne. Większe z nich są czyste, bezbarwne o bardziej regularnej budowie.

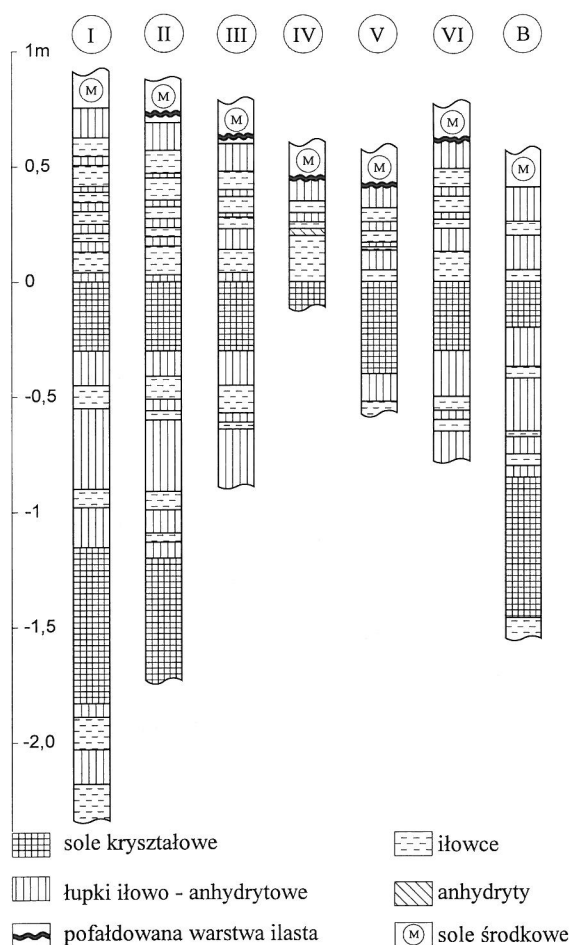
Łupki iłowo-anhydrytowe występują w postaci warstewek o grubościach od 2 cm do 35 cm (ryc. 4). Mają teksturę laminowaną, podkreśloną naprzemianległym ułożeniem cienkich warstewek anhydrytu mezokrystalicznego o miąższości ok. 1 mm i iltu szarego o grubości od 1 do 2 mm.

Warstwy te są rozdzielone iłowcami szarymi i brunatnoszarymi o grubościach od 3 do 20 cm.

W części profilu występującej pomiędzy wkładkami soli krystalowych obserwuje się znaczną przewagę miąższościową łupków iłowo-anhydrytowych nad iłowcami (ryc. 4). Warstewki łupków iłowo-anhydrytowych osiągają tu największą miąższość w całym profilu dochodząc do 35 cm. Warstwy ilaste natomiast są stosunkowo cienie (3–12 cm).

Ponad górną wkładką soli krystalowych, miąższości warstw łupków są znacznie mniejsze i wynoszą od 2 do 12 cm na kontakcie z solami środkowymi. W tej części profilu proporcje łupków i iłowców wyrównują się, z nieznaczną przewagą tych drugich.

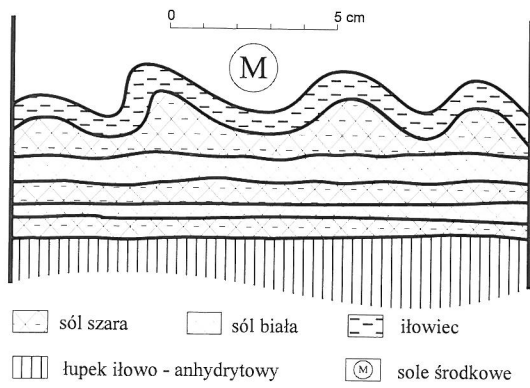
Na kontakcie kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych z solami środkowymi zaobserwowano występowanie w pięciu profilach charakterystycznie zafałdowanej warstewki iłowców o miąższości do 1 cm (ryc. 4, 5). Warstewka ta przeważnie występuje bezpośrednio na łupku lub też jest oddzielona od niego kilkucentymetrowej miąższości warstwą soli białych i szarych (ryc. 5). Amplituda fałdów wynosi ok. 1 cm, a szerokość ok. 3 cm. Zafałdowania te nie odzwierciedlają się w soli ani w łupkach iłowo-anhydrytowych.



① — profile litostratygraficzne w Kopalni Siedlec - Moszczenica (lokalizacja ryc. 1.)

② — profil litostratygraficzny w Kopalni Bęchnia

Ryc. 4. Zestawienie profili litostratygraficznych kompleksu łupków ılowko-anhydrytowych z solami krystalowymi



Ryc. 5. Kontakt kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych z solami środkowymi (poprzeczna M0/S 112 m od przekopu głównego)

Warunki sedimentacji

Wykształcenie kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych z solami krystalowymi świadczy o stosunkowo zmiennych warunkach ich sedimentacji. Gwałtownym zmianom ulegało przede wszystkim stężenie roztworów oraz dostawa materiału terygenicznego. Czynniki te można wiązać głównie ze zmianami warunków atmosferycznych takich jak temperatura i ilość opadów.

Okres sedimentacji łupków iłowo-anhydrytowych i warstw iłowców przeważnie odznaczał się zmniejszeniem stężenia roztworu nie pozwalającym na wytrącanie soli kamiennych. Naprzemianległe ułożenie w łupkach cienkich warstewek anhydrytu i iłowców, świadczy o krótkotrwałych i gwałtownych jego zmianach, prawdopodobnie związanych z porami roku. Można przypuszczać, że sedimentacja anhydrytu przypadła na okres letni, gdy parowanie przewyższało dopływ wód słodkich, co w konsekwencji doprowadziło do zwiększenia stężenia roztworu. W porze roku chłodniejszej i bardziej wilgotnej dochodziło natomiast do osadzenia warstewek ilastych w wyniku zwiększonej dostawy materiału ilastego poprzez dopływ wód słodkich.

Grubsze warstwy ilaste, rozdzielające łupki iłowo-anhydrytowe można traktować jako utwory również związane z okresami chłodniejszymi. Ze względu na ich miąższość, okresy te były prawdopodobnie znacznie dłuższe i nie związane z porami roku.

W przeciwieństwie do warunków powstania warstw ilastych, sole krystalowe reprezentują stosunkowo długie okresy cieplejsze. Ich charakterystyczna tekstura witrażowa wskazuje według Garlickiego (1979) na spokojną i wolną sedimentację z silnie skoncentrowanych roztworów. Powstanie jej tłumaczy wzrastaniem na dnie basenu krystalów halitu, które wyciskały powoli osadzający się ił oraz drobne konkrety anhydrytu.

Nieco odmienną hipotezę powstania tego typu tekstur przedstawił Handford (1991), według którego krystalizacja halitu może zachodzić w nieskonsolidowanym i nasyconym solanką osadzie. Główny powód wzrostu krystalów upatruje w kapilarnym przemieszczaniu solanek i ich lokalnej koncentracji. Z szybkością ich wzrostu wiąże natomiast różne formy wykształcenia oraz ilość i sposób rozmieszczenia zanieczyszczeń w obrębie ziarn halitu. Dla krystalów nie zawierających substancji ilastej lub zawierających ją w niewielkiej ilości (tj. podobnie jak w przypadku soli krysta-

lowych omawianego kompleksu) przyjmuje powolną krystalizację ze słabo skoncentrowanych roztworów.

Granica pomiędzy łupkami iłowo-anhydrytowymi a solami krystalowymi jest nieostra. Zmiana warunków sedimentacji zachodząca stosunkowo szybko w tym okresie doprowadziła do powstania niewielkiej miąższości soli szarych. Utwory te w kierunku łupków iłowo-anhydrytowych przechodzą stopniowo od soli o teksturze bezładnej, poprzez laminowanych substancją ilastą do łupków iłowo-solno-anhydrytowych.

Struktury spływowo, typowe dla niespokojnego obszaru sedimentacji jakim było zapadlisko przedkarpaccie, wielokrotnie były opisywane w literaturze geologicznej dotyczącej sedimentacji soli badeńskich (np. Garlicki, 1968, 1979). Obserwowano je głównie w osadach ilasto-siarczanowych, gdzie warstwy świeżo osadzonego i nieskonsolidowanego anhydrytu uległy upłynnieniu oraz przemieszczeniu po nachylenym nawet pod niewielkim kątem dnie zbiornika. Zdaniem autora tego typu mechanizm zaburzeń można zastosować również do występującej w górnej części profilu, charakterystycznej pofałdowanej warstewki ilastej (ryc. 5). Warstewka ta tuż po osadzeniu, prawdopodobnie w wyniku drgań sejsmicznych uległa niewielkiemu przemieszczeniu oraz zafałdowaniu.

Podsumowanie

Wykonane wyrobiska górnicze w Kopalni Siedlec-Moszczenica pozwoliły na szczegółowe zapoznanie się z wykształceniem kompleksu łupków iłowo-anhydrytowych z solami krystalowymi. Na podstawie zebranych materiałów i przeprowadzonej analizy petrograficznej tego kompleksu można stwierdzić, że kompleks ten:

- ma dwie wkładki soli krystalowych przedzielonych naprzemianległymi warstewkami łupków iłowo-anhydrytowych i iłowców,

- w stropie kontaktuje z kompleksem soli środkowych a spąg stanowią utwory kompleksu iłowców anhydrytowych,

- powstał on w zmiennych warunkach sedimentacyjnych prawdopodobnie o charakterze regionalnym. Zmianom podlegało głównie nasycenie roztworu oraz dostawa materiału terygenicznego do zbiornika sedimentacyjnego.

- odznacza się dużą stałością wykształcenia zarówno na obszarze Kopalni Siedlec-Moszczenica, jak również w bezpośrednio sąsiadujących złożach Łęzkowic i Bochni,

- charakterystyczne wykształcenie pozwala na łatwą jego identyfikację w profilu serii solnej.

L i t e r a t u r a

- GARLICKI A. 1960 — Prz. Geol., 8: 43–45.
 GARLICKI A. 1968 — Biul. Inst. Geol., 215: 5–78.
 GARLICKI A. 1970a — Kwart. Geol., 14: 350–360.
 GARLICKI A. 1970b — Biul. Inst. Geol., 251: 609–614.
 GARLICKI A. 1971a — Kwart. Geol., 15: 726–727.
 GARLICKI A. 1971b — Ibidem, 15: 930–946.
 GARLICKI A. 1979 — Pr. Geol. PAN, 119: 1–67.
 HANDFORD C. R. 1991 — Developments in Sedimentology, 50: 1–66.
 POBORSKI J. 1952 — Biul. Inst. Geol., 78: 1–160.
 POBORSKI J. & SKOCZYLAŚ-CISZEWSKA K. 1963 — Roczn. Pol. Tow. Geol., 33: 339–348.
 SZYBIŚ A. & TOBOŁA T. 1995 — Prz. Geol., 43: 682–686.
 WIEWIÓRKA J. 1974 — Stud. i Mat. do Dziejów Żup Solnych w Polsce, 3: 46–58.