

Tytuł projektu: Sedymentologiczne, diagenetyczne i geochemiczne wskaźniki utworzenia wapieni siarkonośnych ze złoża siarki rodzimej Osiek-Baranów Sandomierski: implikacje do genezy polskich złóż siarki rodzimej

Okres realizacji: 29.07.2013-28.07.2017

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2012/07/N/ST10/03465

Kierownik projektu: dr inż. Piotr Olchowy

Złoże siarki rodzimej Osiek-Baranów Sandomierski jest położone północno-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego na głębokości ok. 100-265 m, w obrębie Kotliny Sandomierskiej, w odległości 15 km na południowy zachód od Tarnobrzegu. Siarka występuje w tym złożu w osadach miocenijskich, głównie w wapieniach, a podrzędnie w ilomulowcach, mułach wapiennych, marglach i gipsach. W ramach realizowanego projektu zrekonstruowano warunki utworzenia się utworów siarkonośnych ze złoża, w tym wapieni siarkonośnych, w których występują przemysłowe koncentracje siarki rodzimej. Pozyskano nowe informacje o wykształceniu utworów siarkonośnych oraz nowe informacje geochemiczne z dotychczas słabo rozpoznanych sedymentologicznie utworów siarkonośnych. Pozyskanie tych informacji pozwoliło na uzupełnienie obrazu warunków i mechanizmów depozycyjnych w środowiskach ewaporatowych brzeżnej strefy basenu ewaporatowego.

Badania osadów serii chemicznej złoża skoncentrowano na utworach niegipsowych, w szczególności na wapieniach siarkonośnych, stanowiących trzon skalny złoża. Badania prowadzono m.in. pod kątem cech facjalnych i mikrofacjalnych, w tym zmienności struktur i tekstur sedymentacyjnych, takich jak: warstwowania, rodzajów i orientacji laminacji, powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych, składu ziarnowego, rodzaju i wielkości składników ziarnowych, struktur deformacyjnych i spływowych, rodzaju i form porowatości, osiarkowania, form występowania materii organicznej oraz przejawów innego niż siarka rodzima zmineralizowania osadów siarkonośnych i przemian diagenetycznych, a także charakteru kontaktu wapieni z gipsami.

W badanych utworach wyróżniono trzy osadowe asocjacje facjalne: (1) wapienną, w skład której wchodzi facje: mudstone płonny, mudstone osiarkowany, mudstone poselenitowy płonny, mudstone poselenitowy osiarkowany, floatstone płonny, floatstone osiarkowany, floatstone poselenitowy płonny, floatstone poselenitowy osiarkowany, rudstone płonny, rudstone osiarkowany, rudstone poselenitowy płonny, rudstone poselenitowy

osiarkowany, wapienie gruboposelenitowe, bindstone osiarkowane, oraz utwory pedogeniczne (kalkrety i wertisole); (2) klastyczną, obejmującą margle, muły wapienne, łożowce; oraz (3) gipsową. Facje zawierają liczne struktury i tekstury sedymentacyjne wskazujące na ich sedymentację w warunkach zróżnicowanej energii środowiska, wywołanych, jak się przypuszcza, głównie czynnikami klimatycznymi (sztormy, prądy wodne i falowanie), prowadzącymi do erozji, transportu i (re)depozycji zróżnicowanego jakościowo materiału detrytycznego, rozpuszczania (przejawy krasowienia), rekrytalizacji tła wapiennego i cementacji (głównie kalcytowej i kalcytowo-siarkowej). Procesy te doprowadziły do utworzenia wysokoenergetycznych facji utworów siarkonośnych (floatstone i rudstone) oraz facji niskiej energii (mudstone, bindstone osiarkowane, wapienie gruboposelenitowe i gipsy). Na podstawie cech facjalnych i mineralizacji osadów, w obszarze badań wyróżniono trzy strefy paleogeograficzne – wapieni płonnych, wapienno-gipsową (osiarkowaną) i gipsową, układające się równolegle względem siebie, o przebiegu z północnego zachodu na południowy wschód.

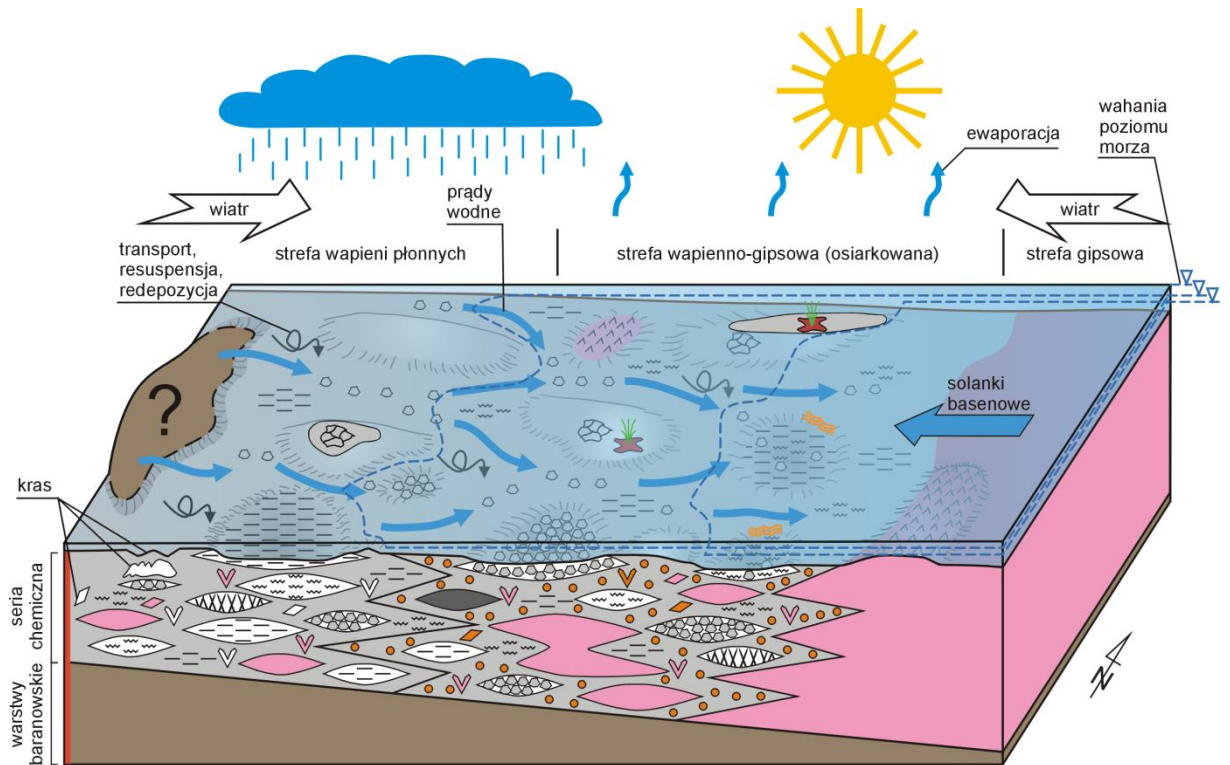
Osady serii chemicznej są zróżnicowane pod względem izotopów trwałych węgla i tlenu. Odmienne cechy izotopowe występują pomiędzy poszczególnymi facjami oraz w ich obrębie. Zróżnicowanie cech izotopowych wykazują facje asocjacji wapiennej oraz facje asocjacji klastycznej. Osady serii chemicznej charakteryzują się wartościami $\delta^{13}\text{C}$ zmieniającymi się od -57‰ do 1,4‰ (średnio -36,3‰) i $\delta^{18}\text{O}$ zmieniającymi się od -9,3‰ do 1‰ (średnio -5‰). Skład izotopowy oraz zakresy zmienności izotopów trwałych węgla i tlenu wskazują, że sedymentacja badanych osadów zachodziła w systemie otwartym, w środowisku odznaczającym się stratyfikacją utleniania bakteryjnego materii organicznej. Zakresy zmienności wartości $\delta^{13}\text{C}$ i $\delta^{18}\text{O}$ wskazują na różne źródła węgla i tlenu podczas sedymentacji i diagenety. Wytrącanie kalcytu zachodziło w warunkach wód ewaporatowych, brakicznych i meteorycznych, w strefach metanogenezy i bakteryjnej redukcji siarczanów. Na podstawie zróżnicowania facjalnego i izotopowego badanych osadów wyróżniono wzdłuż rozciągłości złoża z północnego zachodu na południowy wschód strefy złożowe Niekrasów, Osiek i Skopanie. Strefy te odzwierciedlają odmienne warunki paleośrodowiskowe, wskazujące na ogólny wzrost wpływów wód meteorycznych w kierunku południowo-wschodnim.

Cechy facjalne wskazują, że facje płonne i osiarkowane osadzały się w bardzo płytkim środowisku, odpowiadającym warunkom okołowaporatowej wapiennej równi łożowej. Rozkład miąższości, charakter granic z podłożem i nadkładem oraz skład i cechy facjalne sugerują, że strefa ta rozwijała się w sąsiedztwie obszaru lądowego (z którego dostarczany był

materiał detrytyczny, klastyczny i roślinny) na skraju basenu ewaporatowego (gipsowego). Wyspa rozwinęła się prawdopodobnie na nachylonym progu tektonicznym w obrębie rozległego basenu ewaporatowego. Rozkład facjalny wskazuje jednocześnie, że depozycja facji okołoevaporatowych nie była oddzielona barierą od obszaru sedimentacji gipsów basenowych. Charakter depozycji przybrzeżnej sukcesji okołoevaporatowej odpowiada rampie depozycyjnej, pochylonej nieznacznie w stronę basenu, co umożliwiało wpływ zasolonych wód basenowych w obszar sedimentacji wapiennej i wapienno-klastycznej. Obszar rampy odznaczał się fluktuacjami poziomu wody na skutek ewaporacji i zdarzeń klimatycznych, czego efektem są facje wapienne detrytyczne, przewarstwienia gipsów i wapieni poselenitowych (uległych diagenecie) oraz liczne relikty gipsu selenitowego, wskazującego na wzrost w osadach różnych facji. Spadek udziału gipsów w serii chemicznej w kierunku południowo-zachodnim wyznacza progresywne rozcieńczenie wód przybrzeżnych w tym kierunku.

Obszar depozycji okołoevaporatowej był zróżnicowany morfologicznie. Obok obszarów względnie głębszych o spokojniejszej sedimentacji, połączonych obniżeniami dna stanowiącymi strefy paleoprądkowe, którymi były transportowane i osadzone zawiesina wapienna i ilasta, intraklasty wapienne, siarkowe, gipsowe i ilaste oraz materiał roślinny i detrytyczny, istniały lokalne płycizny, krótkotrwałe eksponowane subaeralnie, na co wskazują liczne i lokalnie obfite poziomy ze szczelinami z wysychania, porami pokorzeniowymi i zażelazieniami oraz rozwój inicjalnych utworów pedogenicznych w postaci kalkretów i wertisoli.

Przeprowadzone badania wzbogacają stan wiedzy na temat wykształcenia złoża siarki i wyjaśniają jeden z zasadniczych problemów genezy mioceńskich złóż siarki rodzimej w brzeżnej części zapadliska przedkarpackiego, jakim jest rozpoznanie warunków utworzenia wapieni siarkonośnych. Wnoszą nowe argumenty przemawiające za osadowym pochodzeniem i syngedymacyjną genezą siarki rodzimej.



Legenda:

Mudstone	Wapenie gruboposelenitowe	Utwory pedogeniczne	Kryształy gipsu
Gipsy	Bindstone osiarkowane	Osiarkowanie	Szczeliny z wysychania
Margle	Ilo-mułowce	Próżnie po kryształach gipsu	Roślinność
Floatstone/rudstone	Mułki wapienne	Pseudomorfozy siarki po kryształach gipsu	Uskok

Model środowiska sedymentacji osadów osiarkowanych z rejonu złoża siarki rodzimej

Osiek-Baranów Sandomierski