

## Środowiska sedymentacji i rozwój depozycji osadów górnego czerwonego spągowca w rejonie Poznania

Anna Aksamitowska\*

**Sedimentary environments and evolution of Upper Rotliegendes deposition in the Poznań area (western Poland).** Prz. Geol., 51: 168–174.

*Summary.* Several lithofacies and their sedimentary environments were recognised within Upper Rotliegend deposits. Spatial analysis of genetically related lithofacies, allowed to describe the sequence of sedimentary environments and factors controlling their evolution. It was the basis to characterise the depositional systems of the Upper Rotliegendes in the eastern Wielkopolska area. Two depositional systems were recognised: aeolian and fluvial. Their evolution was controlled by tectonic and climatic factors. This study permits a refinement of paleogeographic interpretation of the Upper Rotliegendes deposits.

**Key words:** Rotliegend, Fore-Sudetic Monocline, facies analysis, sedimentary environments, desert, depositional systems.

W opracowaniu podjęto próbę wykorzystania systemów depozycyjnych jako narzędzia w trakcie interpretacji rozprzestrzenienia i wewnętrznej zmienności ciał sedymentacyjnych. Jako podstawę definiowania systemów depozycyjnych przyjęto określenie środowisk sedymentacji poszczególnych litofacji i ich zespołów oraz interpretację czynników powodujących ich rozwój i cykliczność (Miall, 1996).

Badania prowadzono na rdzeniach wiertniczych z otworów zlokalizowanych w rejonie Poznania. Opisujący obszar położony jest w północnej części monokliny przedsudeckiej, obejmując na południu wyniesienie wolsztyńskie, na północy zaś rów Kórnik, z dyslokacją Poznań–Kalisz (ryc. 1). W tym rejonie osady czerwonego spągowca charakteryzują się dużą zmiennością litologiczną (od brekcji, przez zlepińce, piaskowce, po mułowce), genetyczną (środowiska fluwialne i eoliczne) i miąższościową (od 1 m w otworze Chrzastowa–1a do ponad 1000 m w otworze Kórnik–2). W profilach przeważają piaskowce eoliczne, z mniejszym udziałem utworów pochodzenia fluwialnego. Rozwój tych środowisk oraz zmienność facji i miąższości były uzależnione od aktywności tektonicznej podłoża i zmian klimatycznych.

Przeprowadzone badania pozwoliły na wyróżnienie dwóch systemów depozycyjnych: eolicznego i fluwialnego oraz charakterystykę ich wewnętrznej zmienności i relacji między nimi.

### Metodyka

W celu scharakteryzowania systemów depozycyjnych czyli trójwymiarowych, przestrzennych zespołów powiązanych genetycznie litofacji (Miall, 1996), opisano makroskopowo rdzenie z 12 otworów wiertniczych. Litologia nierdzienionych odcinków została uzupełniona podczas analizy wykresów geofizyki wiertniczej (PG, PNG, PUW). Na podstawie zróżnicowania litologicznego opisywanych skał (skład, cechy teksturalne, struktury sedymentacyjne, barwa osadu) wyróżniono 19 litofacji (tab. 1). Analizując poszczególne litofacje pod względem litologii, barwy, tekstury, struktur sedymentacyjnych oraz

następstwa w profilu pionowym określono warunki i miejsce powstania każdej z nich. Wewnętrzne zróżnicowanie środowisk sedymentacyjnych zinterpretowano na podstawie analizy stochastycznej. Zebrane materiały były podstawą do dokonania korelacji międzyotworowej i opisu systemów depozycyjnych.

### Charakterystyka litofacyjna i środowiska sedymentacji

Celem wydzielenia poszczególnych litofacji było określenie ich środowiska depozycji oraz panujących w nim warunków i zachodzących procesów. Było to podstawą do stworzenia modelu facjalnego opisującego następstwo środowisk sedymentacyjnych w czasie i przestrzeni, a tym samym opisującego paleogeografię badanego obszaru (Gradziński i in., 1986).

Basen czerwonego spągowca był zdominowany warunkami sedymentacji eolicznej i fluwialnej. Osady te powstawały w klimacie suchym i półsuchym, zwrotnikowym, na kontynencie północnej Pangei (Glennie, 1972; Turner, 1980). Środowiskiem powstania osadów czerwonego spągowca była pustynia (Buniak & Mikołajewski, 1997; Hoffman i in., 1997; Karnkowski, 1987, 1997; Karnkowski i in., 1997; Pokorski, 1997).

### Środowisko eoliczne

Rozwój środowiska eolicznego był uwarunkowany m.in. siłą i kierunkiem wiatrów. Dominowały wiatry z południa i południowego wschodu (Glennie, 1983; Karnkowski, 1999; Kiersnowski, 1997b). Powodowały one formowanie się rozległych pól piaszczystych z sedymentacją wydmową, międzywydmową i pokryw piaszczystych (Ahlbrandt & Fryberger, 1981 — ryc. 2), w obrębie których tworzyły się zróżnicowane osady.

### Osady wydymowe (W)

Są to piaskowce drobnoziarniste, laminowane piaskowcem średnioziarnistym i pylastym; jak również piaskowce różnoziarniste wysortowane bimodalnie, średnioziarniste i gruboziarniste. Kąty nachylenia lamin są zmienne i wahają się pomiędzy 0 a 34, tworząc kompleksy wielkoskalowych warstwowań skośnych (ryc. 3). Przeważnie osad charakteryzuje się dobrym stopniem obtoczenia i wysortowania okruców.

\*Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; andzia@geo.uw.edu.pl

## Osady międzywydmowe (MW)

Powstają w zagłębieniach pomiędzy wydmami, o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach. Spośród wielu takich form, opisanych przez Fryberga i in. (1990), różniących się między sobą procesami sedimentacyjnymi prowadzącymi do ich powstania oraz osadami powstałymi w ich obrębie, na badanym terenie występują obszary międzywydmowe suche i mokre.

Osady obszarów międzywydmowych suchych — charakteryzują się występowaniem piaskowców drobnoziarnistych, miejscami z domieszką gruboziarnistych, czasem ziarna osadu są drobniejsze od piaskowców w otaczających go wydmach. Piaskowce są dobrze i średnio wysortowane. Dominują warstwowania horyzontalne i niskokątowe warstwowania przekątne. Cechą charakterystyczną tych utworów jest brak substancji ilastej. Duże podobieństwo tych osadów do utworów deponowanych w obrębie pokrywy piaszczystej powoduje duże trudności w odróżnieniu tych środowisk. Rozstrzygająca może być miąższość, która w przypadku obszarów międzywydmowych jest dużo mniejsza od pokrywy piaszczystej (Ahlbrandt & Fryberger, 1981; Kocurek & Havholm, 1993).

Osady obszarów międzywydmowych mokrych — składają się na nie piaskowce drobnoziarniste, zailone często bardzo, z pojedynczymi grubszymi okruchami a nawet ziarnami zlepioncowymi. Dominuje nieregularna laminacja horyzontalna podkreślona substancją ilastą i mułowcami (ryc. 3).

## Osady pokryw piaszczystych (PP)

Powstają na obszarach sedimentacji eolicznej przywiązanych do stref marginalnych pól wydmowych, przeważnie usytuowanych od strony nawietrznej, jak również od strony stożków aluwialnych (Kocurek & Havholm, 1993). Powstają one podczas długotrwałych okresów wia-

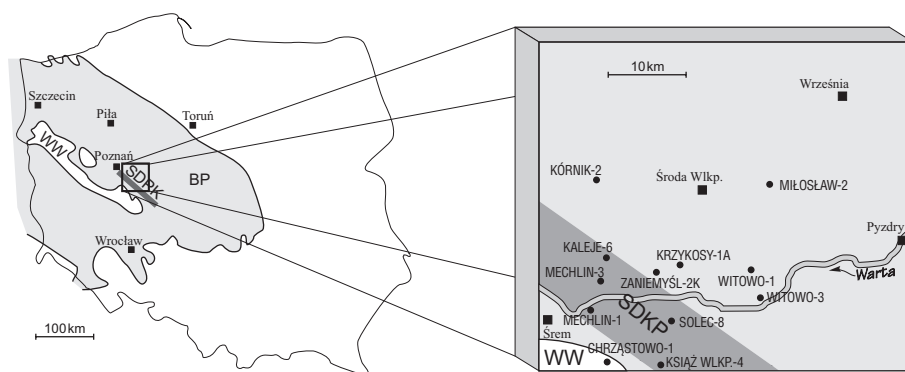
nia silnych wiatrów lub w przypadku ograniczonej dostawy piasku (Kocurek, 1988). Składają się na nie piaskowce od drobnoziarnistych do gruboziarnistych, także różnoziarniste, słabo wysortowane z domieszką grubszych ziarn, nawet żwiru. Charakteryzują się warstwowaniem horyzontalnym i niskokątowym warstwowaniem przekątnym (ryc. 3). W obrębie osadów pokryw piaszczystych mogą występować powierzchnie erozyjne, wkładki osadów wydmowych i fluwialnych.

## Środowisko fluwialne

Środowisko fluwialne cechuje się koncentrycznością stref sedimentacji, zależną od morfologii podłoża basenu (Kiersnowski, 1998). Stąd też, przy strefach krawędziowych basenu i skarpach w jego obrębie rozwijały się stożki aluwialne, na zewnątrz od nich osady równi zalewowych (ryc. 2), które przechodziły ku centrum basenu w osady typu playa (nie objęte niniejszą pracą).

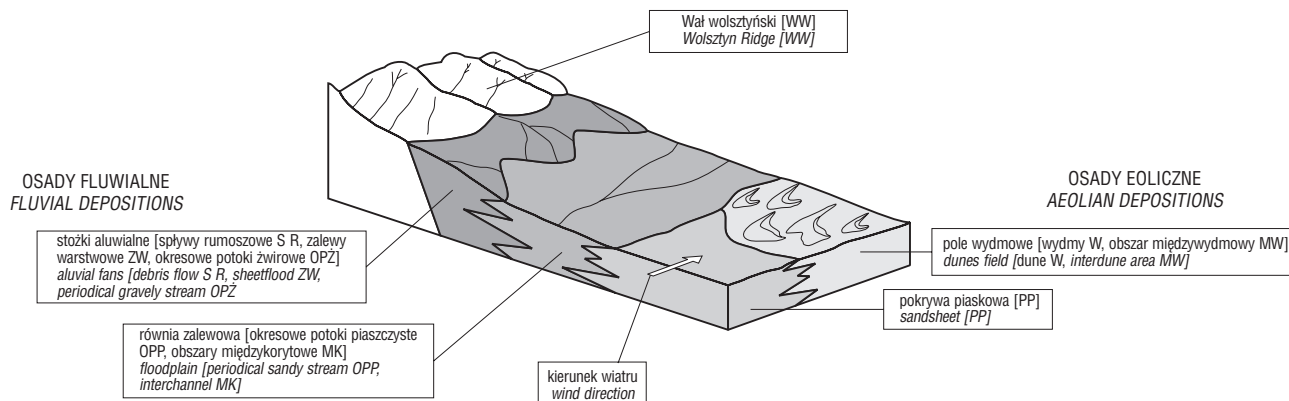
## Osady stożków aluwialnych

W przekroju podłużnym stożka obserwuje się strefowość, polegającą na osadzaniu w części proksymalnej facji żwirowych, w partiach dystalnych natomiast zwiększa się udział facji piaszczystych. Osad jest rozcinany stale zmie-



**Ryc. 1.** Szkic lokalizacyjny otworów wiertniczych wykorzystanych w opracowaniu na tle polskiego basenu czerwonego spągowca (P.H. Karnkowski 1999); BP — polski basen czerwonego spągowca, WW — wał wolsztyński, SDPK — strefa dyslokacyjna Poznań-Kalisz

**Fig. 1.** Sketch map of boreholes in the study area against a background of Polish Rotliegend Basin (P.H. Karnkowski 1999); BP — Polish Rotliegend Basin, WW — Wolsztyn Ridge, SDPK — Poznań-Kalisz Dislocation Zone



**Ryc. 2.** Geneza osadów czerwonego spągowca (kompilacja na podstawie: Ahlbrandt & Fryberger 1981; Karnkowski, 1987a; Kiersnowski, 1997; Miall, 1996)

**Fig. 2.** Origin of the Rotliegend deposits (compiled from Ahlbrandt & Fryberger, 1981; Karnkowski, 1987a; Kiersnowski, 1997; Miall, 1996)

niającymi swe położenie kanałami rozprowadzającymi o charakterze roztokowej rzeki zwirowej. Dodatkowym czynnikiem warunkującym rozwój stożka są zalewy warstwowe powstające po gwałtownych ulewach, powodujących, iż stożek znajduje się pod wodą, płynącą w górnym reżimie przepływu (Blair & McPherson, 1994; Gradziński i in., 1986; Miall, 1996). Na badanym terenie rozpoznano osady spływów rumoszowych, zalewów warstwowych i okresowych potoków zwirowych.

### Osady spływów rumoszowych (SR)

Do osadów spływów rumoszowych należą brekcje i zlepnieńce o rozproszonym szkielecie ziarnowym, matriksie piaszczysto-ilastym, charakteryzujące bardzo złym stopniem obtoczenia i wysortowania okruchów (ryc. 3). Zazwyczaj budują one proksymalne części stożka. Przeważnie jest to osad bezstrukturalny, miejscami obserwuje się subhoryzontalne ułożenie wydłużonych ziarn oraz odwrócone i normalne uziarnienie frakcjonalne. Spąg poszczególnych cykli depozycyjnych (mogących dochodzić do 25 m) jest ostry, nieerozyjny (Blair & McPherson, 1994; Gradziński i in., 1986; Turner, 1980; Steel, 1974). Zlepnieńce są często przeławiane piaskowcem masywnym lub z czytelnymi strukturami. Są to osady powstałe podczas przepływu wód pozostałych po spływie (Steel, 1974).

### Osady zalewów warstwowych (ZW)

Osady zalewów warstwowych są zróżnicowane od bardzo grubookruchowych brekcji i zlepnieńców do mułowców (ryc. 3). Zalew powstaje na skutek katastrofalnej powodzi pod wpływem gwałtownych opadów okresowych. Zlepnieńce mają warstwowanie horyzontalne, sporadycznie przekątne. Miejscami widoczne jest normalne uziarnienie frakcjonalne. Osady zlepnieńcowe charakteryzują się zwartym szkieletem ziarnowym niekiedy z imbrykacją; ich miąższość nie przekracza 1 m (Blair & McPherson, 1994; Turner, 1980). Osady piaszczyste są warstwowane horyzontalnie lub pod niewielkim kątem. Ich spąg jest ostry, czasem erozyjny.

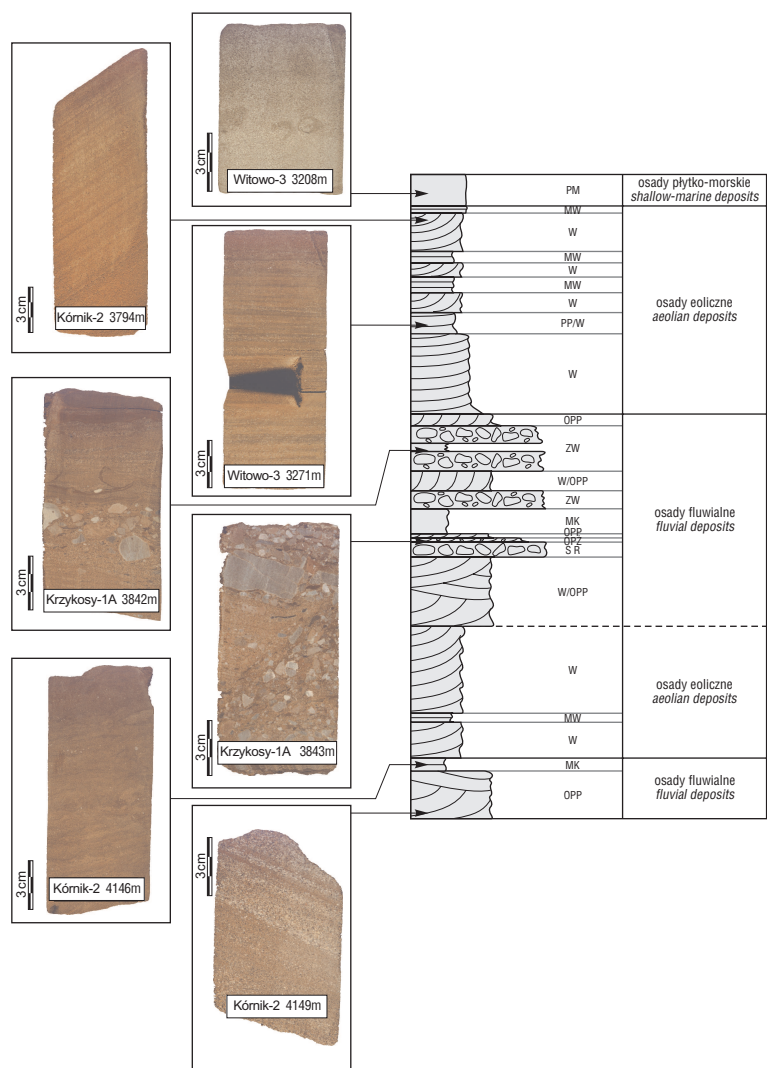
### Osady okresowych potoków zwirowych (OPŻ)

Powstają podczas mniejszych, choć równie gwałtownych opadów. Powodują rozcinanie wcześniej zdeponowanych osadów spływu rumoszowego i wymywanie osadu piaszczystego. Stąd charakterystycznym osadem roztokowego potoku zwirowego są zlepnieńce o zwartym szkielecie ziarnowym, jak też rozporozszonym. Otczaki mają średnie i dobre obtoczenie, a stopień wysortowania waha się od słabego do dobrego. Miąższości zlepnieńców powstałych w obrębie roztokowego potoku zwirowego mają przeważnie od 0,1 do 3 m (Turner, 1980; Gradziński i in., 1986). Okresowy potok zwirowy wskutek zmian reżimu przepływu wody, spowodowanym ilością opadów, ich intensywnością i morfologią

powierzchni, po której płynie, wykazuje duże zróżnicowanie deponowanych osadów. Stąd też sporadycznie występują również warstwowane rynnowo i płasko piaskowce oraz wkładki osadów ilastych i mułowcowych (Steel, 1974; Turner, 1980).

### Osady równi zalewowej

Równię zalewową stanowią osady składane u podnóża stożków aluwialnych (ryc. 2). Ze względu na ich przejściowy charakter część badaczy zalicza je do dystalnych części stożków (Blair & McPherson, 1994; Miall, 1996), inni interpretują je jako wadi (Glennie, 1972). Równię zalewową tworzy wyrównana powierzchnia, z siecią okresowych potoków piaszczystych, w których deponowany jest osad korytowy. Pomędzy kanałami rozpościerają się obszary międzykorytowe, na którym sedimentacja aluwialna zachodzi podczas powodzi.



**Ryc. 3.** Schematyczny profil sedimentologiczny utworów górnego czerwonego spągowca w rejonie Poznania; MK — obszar międzykorytowy, OPP — okresowy potok piaszczysty, S R — spływ rumoszowy, ZW — zalew warstwowy, OPŻ — okresowy potok zwirowy, W — wydmy, MW — obszary międzywydmowe, PP — pokrywa piaskowa, PM — środowisko płytkomorskie

**Fig. 3.** Schematic sedimentary log of the Upper Rotligend deposits in the Poznań area; MK — inter-channel, OPP — periodical sandy stream, S R — debris flow, ZW — sheet flood, OPŻ — periodical gravelly stream, W — dune, MW — interdune, PP — sandsheet, PM — shallow marine

### Osady okresowych potoków piaszczystych (OPP)

Dominującym osadem tego środowiska są piaski od drobnoziarnistych do gruboziarnistych z pojedynczymi ziarnami i warstewkami żwirowymi (ryc. 3). Charakterystyczne dla tego środowiska są warstwowania przekątne rynnowe i płaskie (Glennie, 1972; Steel, 1974; Turner, 1980; Gradziński i in., 1986), występują także warstwowania horyzontalne powstałe podczas silnego przepływu wód. W obrębie piaskowców są miejscami spotykane cienkie wkładki zlepieńców, będących śladem bruku korytowego na dnie potoku (Gradziński i in., 1986).

### Osady obszarów międzykorytowych (MK)

Środowisko to jest zdominowane przez sedymentację piaskowców, z niewielką zawartością materiału żwirowego i podrzędną zawartością mułowców i iłowców koncentrującą się w stropowych partiach sekwencji. Wśród struktur sedymentacyjnych dominuje warstwowanie horyzontalne, wśród osadów bardzo drobnoziarnistych występuje także warstwowanie konwolutive i zmarszkowe, spotykane są także piaskowce bezstrukturalne. Miejscami są obserwowane struktury ucieczkowe, uziarnienie frakcyjne normalne, szczeliny z wysychania, nodule anhydrotowe i poziomy chalice (Steel, 1974; Turner, 1980; Gradziński i in., 1986).

trującą się w stropowych partiach sekwencji. Wśród struktur sedymentacyjnych dominuje warstwowanie horyzontalne, wśród osadów bardzo drobnoziarnistych występuje także warstwowanie konwolutive i zmarszkowe, spotykane są także piaskowce bezstrukturalne. Miejscami są obserwowane struktury ucieczkowe, uziarnienie frakcyjne normalne, szczeliny z wysychania, nodule anhydrotowe i poziomy chalice (Steel, 1974; Turner, 1980; Gradziński i in., 1986).

### Środowisko płytkomorskie [PM]

Osady powstałe w środowisku płytkomorskim występują tylko w stropowych partiach utworów czerwonego spągowca i są związane z pierwszą transgresją cechsztyńską (Glennie & Butler, 1983; Jerzykiewicz i in., 1976; Karnkowski, 1986, 1995). W początkowym etapie sedymentacji płytkomorskiej powstały piaskowce gruboziarniste, przeważnie bezstrukturalne, sporadycznie warstwowane przekątne, z niewielką zawartością fauny (ryc. 3). Utwory te mogą mieć barwę czerwoną, różową, kremową lub szarą, często z ciemną laminacją łąstą. Wpływ środowiska morskiego nie ograniczył się jedynie do sedymentacji. Transgresja morza cechsztyńskiego spowodowała częściową redepozycję i erozję wcześniej zdeponowanych utworów lądowych, a wody o potencjale redukcyjnym infiltrujące w głąb odbarwiały pierwotnie czerwone skały osadowe (Karnkowski, 1986). Ostatnie z wymienionych procesów — redepozycja, erozja, odbarwienie — utrudniają wyznaczenie granicy pomiędzy morskimi i lądowymi osadami.

### Systemy depozycyjne

Wyróżnienie systemów depozycyjnych pozwala na skorelowanie głównych wydarzeń depozycyjnych w basenie (Miall, 1996). W polskim basenie czerwonego spągowca taką korelację wykonał Kiersnowski (1997a, 1998) wyróżniając systemy depozycyjne: eoliczny, fluwialny i playi.

W rejonie Poznania możemy wyróżnić dwa systemy depozycyjne (ryc. 5): eoliczny (E) i fluwialny (F). Są one ze sobą ściśle powiązane, a ich rozwój i rozprzestrzenienie, były uwarunkowane zmianami klimatycznymi oraz intensywnością procesów tektonicznych. Wskazywali już na to m.in. Karnkowski (1991, 1993, 1997, 1999), Kiersnowski (1997a, 1998), Wolnowski (1996).

Tektonika i klimat jako dwa niezależnie działające czynniki, powodowały wzajemne przenikanie się poszczególnych środowisk oraz systematyczne pojawianie się w profilach cyklicznych powtórzeń litofacji oraz środowisk sedymentacyjnych. W celu analizy tej cykliczności, a z uwagi na niewielką możliwość obserwacji powierzchni erozyjnych w badanych profilach, posłużono się analizą stochastyczną (łańcuchami Markowa) następstw litofacji wydzielonych w opracowanych osadach, a także określonych na ich podstawie środowisk sedymentacyjnych. Na podstawie 163 danych następstw środowisk depozycyjnych skonstruowano modelowy cykl sedymentacji na badanym terenie (ryc. 4).

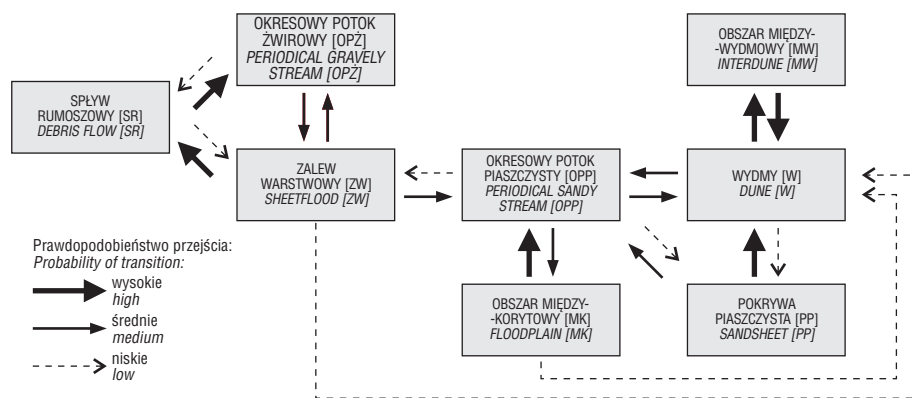
### Eoliczny system depozycyjny (E)

Na eoliczny system depozycyjny składają się osady wydymowe, międzywydymowe, pokryw piaskowcowych i

**Tab. 1. Zestawienie wyróżnionych litofacji w rejonie Poznania**

Table 1. Listing of recognised facies in the Poznań area

Grupy	Opis
Litofacje piaskowcowe wyraźnie warstwowane	Piaskowce drobnoziarniste warstwowane piaskowcem średnioziarnistym, wysoko- i średniokątowo
	Piaskowce drobnoziarniste warstwowane substancją łąsto-żelazistą, wysoko- i średniokątowo
	Piaskowce drobnoziarniste warstwowane substancją łąsto-żelazistą, niskokątowo i horyzontalnie
	Piaskowce bimodalne warstwowane wysoko- i średniokątowo
	Piaskowce bimodalne warstwowane niskokątowo i horyzontalnie
	Piaskowce drobnoziarniste warstwowane przekątne
	Piaskowce drobnoziarniste warstwowane horyzontalnie
	Piaskowce różnoziarniste warstwowane przekątne
Litofacje piaskowcowe bez wyraźnego warstwowania	Piaskowiec drobnoziarnisty o słabo widocznej laminacji
	Bezstrukturalne piaskowce drobnoziarniste
	Piaskowce drobnoziarniste ze smugami i soczewkami
	Zalane piaskowce i mułowce piaszczyste
Litofacje zlepieńcowe i brekcje	Bezstrukturalne piaskowce zlepieńcowate
	Warstwowane piaskowce zlepieńcowate
	Bezstrukturalne zlepieńce o rozproszonym szkielecie ziarnowym
	Warstwowane zlepieńce o rozproszonym szkielecie ziarnowym
	Bezstrukturalne zlepieńce o zwartym szkielecie ziarnowym
	Bezstrukturalne brekcje o rozproszonym szkielecie ziarnowym



Ryc. 4. Diagram prawdopodobieństwa przejść środowisk sedimentacyjnych  
Fig. 4. Probability diagram of transitions of sedimentary environments

wadi. Są one reprezentowane przez piaskowce przeważnie drobnoziarniste, warstwowane pod zmiennym kątem, dobrze wysortowane, często bimodalnie. System eoliczny zdominowany jest sedimentacją wydmową [W]. Profil może być wykształcony w postaci monotonicznego kilkudziesięciometrowego kompleksu osadów wydmych [W] (Kórnik-2, Krzykosy-1a — ryc. 5), jednak najczęściej utwory te przedzielone są niewielkich miąższości wkładkami osadów międzywydmowych [MW] (Miłosław-2, Witowo-1 — ryc. 5). Na podstawie analizy pomiaru upadu warstw w otworach Witowo-1, Witowo-3, Miłosław-2 stwierdzono, że sedimentacja osadów wydmych [W] nie przebiegała jednostajnie, a litologicznie jednorodne kompleksy osadów wydmych powstawały w kilku etapach, związanych m.in. ze zmianami siły i kierunku wiatrów oraz ilością dostarczanego osadu. Przejścia pomiędzy poszczególnymi środowiskami eolicznymi nie są wyraźnie czytelne (co jest widoczne na diagramie prawdopodobieństwa przejść — ryc. 4), co spowodowane jest stopniowością zmian klimatycznych, a tym samym procesów sedimentacyjnych. Większe przerwy w sedimentacji wydmych spowodowane są wkroczeniem środowiska fluwialnego w obręb sedimentacji eolicznej (Krzykosy-1a, Zaniemyśl-2k, Witowo-3, Witowo-1 — ryc. 5).

System depozycyjny eoliczny występuje we wszystkich omawianych otworach wiertniczych. Jego występowanie jest zróżnicowane zarówno przestrzennie, jak i czasowo. W spągu podgrupy wielkopolskiej eolianity występują sporadycznie. Z czasem system eoliczny zajmował coraz większy obszar, a z końcem sedimentacji osadów czerwonego spągowca, zdominował cały badany teren. Osady systemu eolicznego stanowią dużej miąższości kompleksy, jedynie w otworach zdominowanych sedimentacją fluwialną ich udział jest dużo mniejszy (Zaniemyśl-2k — ryc. 5), bądź przywiązany jedynie do stropowych partii (Kaleje-6, Mechlin-3, Mechlin-1, Książ Wielkopolski-4). Utwory eoliczne w obrębie osadów fluwialnych (Krzykosy-1a, Zaniemyśl-2, Witowo-3 — ryc. 5) są dowodem na rozwój wydmy w obrębie równi zalewowych oraz w dystalnych częściach stożków aluwialnych.

#### Fluwialny system depozycyjny

W obrębie fluwialnego systemu depozycyjnego występują osady stożków aluwialnych i równi zalewowych. Stożki aluwialne i równie zalewowe mogą występować

niezależnie, lecz najczęściej stanowią spójny system, o koncentrycznej budowie. Przy skarpach i aktywnych krawędziach tektonicznych rozwijały się dużej miąższości stożki aluwialne złożone z brekcji i zlepieńców, powstałe na skutek spływów rumoszowych [SR], przepływu okresowych potoków żwirowych [OPZ] oraz zalewów warstwowych [ZW]. Pomiedzy tymi środowiskami widoczny jest bardzo silny związek (ryc. 4), a ich rozwój związany był zarówno z czynnikami tektonicznymi jak i składnikami klimatu. W dystalnych częściach stożków aluwialnych

rozwickała się równia zalewowa, która pozostawała w silnym związku z formowaniem się stożków. Potwierdzają to dość wysokie prawdopodobieństwa przejść zalewów warstwowych w okresowe potoki piaszczyste (ryc. 4). Jednak na rozwój równi zalewowej, oprócz znaczącego wpływu tektoniki duże znaczenie miał klimat, szczególnie zaś intensywność opadów. Powodowało to, iż utwory powstające w obrębie równi zalewowych rozwijały się także niezależnie od stożków, tworząc znacznej miąższości osady okresowych potoków piaszczystych [OPP] (Witowo-1, Witowo-3, Kórnik-2 — ryc. 5) o charakterze wadi.

Złożoność genezy systemu fluwialnego, powoduje jego dużą różnorodność litologiczną (od brekcji, przez zlepienie, piaskowce do mułowców) oraz środowiskową.

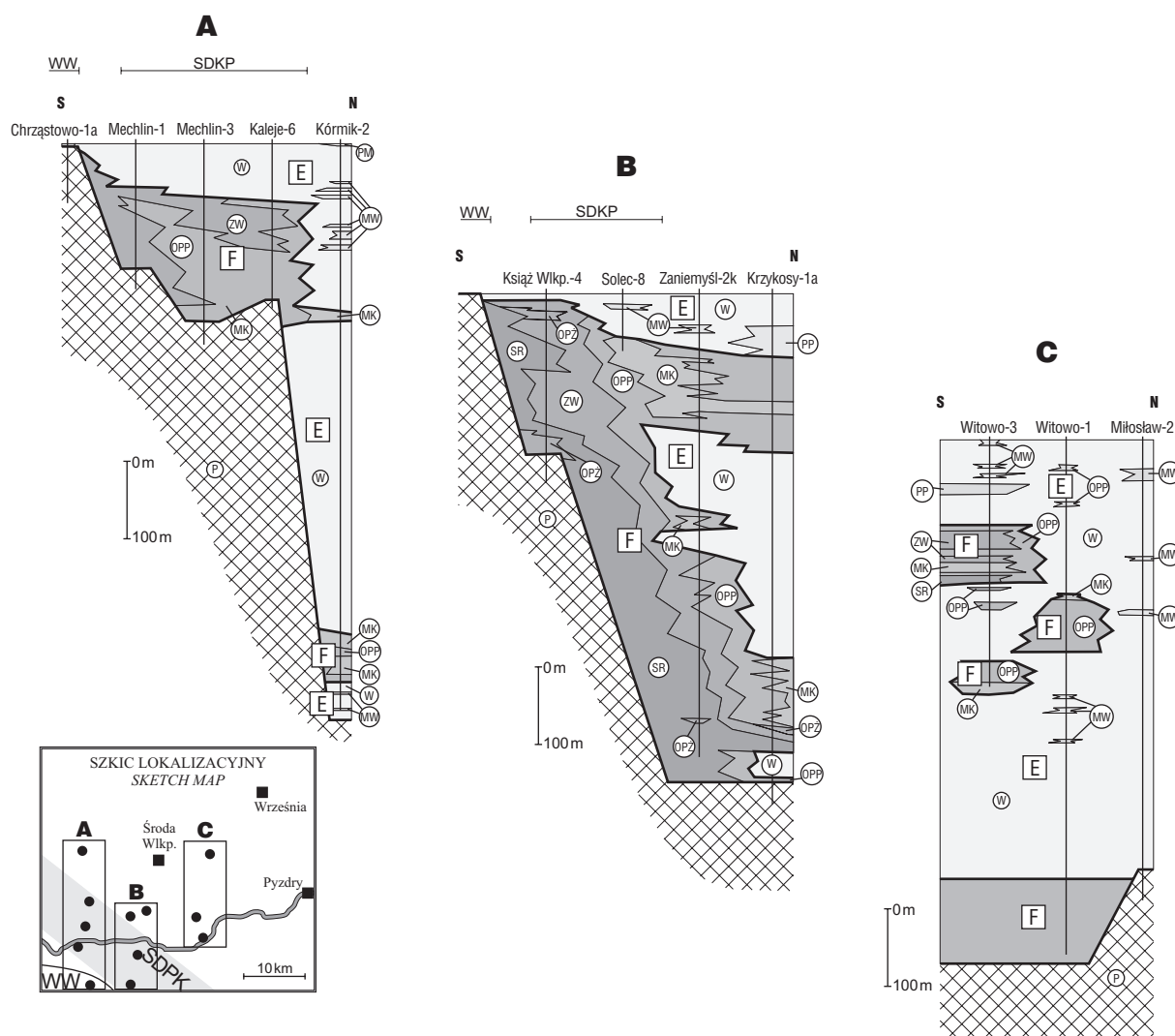
System fluwialny dominował na badanym terenie na początku sedimentacji osadów czerwonego spągowca. W miarę rozwoju basenu system fluwialny stopniowo ustępował miejsca systemowi eolicznemu, szczególnie w znacznej odległości od skarp i krawędzi (Krzykosy-1a, Witowo-1, Kórnik-2 — ryc. 5). Wraz z końcem sedimentacji osadów czerwonego spągowca system fluwialny całkowicie ustąpił miejsca systemowi eolicznemu.

System fluwialny pojawia się w większości z badanych otworów wiertniczych. Generalnie przywiązany on był do skłonu wału wolsztyńskiego oraz do rowu Kórnik. W sąsiedztwie wału wolsztyńskiego dominowała sedimentacja charakterystyczna dla stożków aluwialnych, natomiast w rowie Kórnik dla równi zalewowych.

#### Rozwój depozycji

Na początku sedimentacji osadów górnego czerwonego spągowca dominowała depozycja fluwialna. Sedimentacja odbywała się w obrębie stożków aluwialnych i równi zalewowych powstałych na ich przedpolu. Znaczny udział osadów stożków aluwialnych w profilach wskazuje na intensywną tektonikę syndepozycyjną. Jednak w części centralnej badanego obszaru (moduł B — ryc. 5) osady stożków mają większe rozprzestrzenienie i miąższość, niż w części wschodniej (moduł A — ryc. 5). Wskazuje to na zróżnicowany charakter procesów tektonicznych. W części wschodniej terenu aktywność tektoniczna była znacznie mniejsza niż w części centralnej.

Po etapie regresji i szerokim rozprzestrzenieniu systemu eolicznego, system fluwialny jeszcze raz zdominował badany obszar. W profilu Witowo-3 (ryc. 5) pojawiły się



**Ryc. 5.** Schemat rozprzestrzenienia i wewnętrznej zmienności systemów depozycyjnych w rejonie Poznania; E — system depozycyjny eoliczny; F — system depozycyjny fluwialny; W — osady wydymowe; MW — osady międzywydymowe, PP — osady pokryw piaszczystych; S R — osady splywu rumoszewego; ZW — osady zalewu warstwowego; OPŻ — osady okresowego potoku żwirowego; OPP — osady okresowego potoku piaszczystego; MK — osady międzykorytowe; P — podłoże; WW — wał wolsztyński; SDKP — strefa dyslokacyjna Poznań–Kalisz

**Fig.5.** Scheme of the depositional systems and their differences in the Poznań Area; E — aeolian depositional system; F — fluvial depositional system; W — dunes deposits; MW — interdunes deposits, PP — sandsheets deposits; S R — debris flows deposits; ZW — sheetfloods deposits; OPŻ — periodical gravelly streams deposits; OPP — periodical sandy streams deposits; MK — inter-channels deposits; P — basement; WW — Wolsztyn Ridge, SDKP — Poznań–Kalisz Dislocation Zone

także grubookruchowe osady stożków aluwialnych. Było to prawdopodobnie związane z lokalną tektoniką i intensywnymi opadami, które umożliwiły szersze rozprzestrzenienie sedimentacji gruboklastycznej w basenie.

Rozwój środowiska fluwialnego prócz znaczącego wpływu tektoniki był uzależniony od klimatu, w szczególności zaś od ilości opadów. Stąd podczas okresów pluwialnych z obrzeży basenu szeroko rozprzestrzeniały się osady fluwialne. Powstawały również osady związane z okresowymi opadami (wadi) na obszarach zdominowanych wyłącznie przez osady eoliczne. Omawiane osady były deponowane przez rzeki i strumienie progradujące w obręb pól wydymowych lub przez efemeryczne strumienie powstające na skutek epizodycznych, gwałtownych opadów deszczu. Powstające ciekierodowały osady eoliczne, redeponując je w obręb środowiska fluwialnego. Okresy suche zdominowane sedimentacją eoliczną pozwały

wkraczać eolianitom na wyschnięte koryta rzek, gdzie powstawały formy eoliczne z osadów złożonych w środowisku fluwialnym. Dlatego też, wskutek zaniku środowiska równi zalewowej w okresach suchych, w dystalnych częściach stożków aluwialnych dochodziło sporadycznie do rozwoju osadów eolicznych.

Tektonika i klimat działając niezależnie powodowały wzajemne przenikanie środowisk eolicznych i fluwialnych. Jednak szczególnie środowiska eoliczne i stożków aluwialnych, wskazują na wzajemną niezależność wyraźnie wyodrębniając się na diagramie następstw środowisk sedimentacyjnych (ryc. 4). Natomiast środowisko równi zalewowej można umieścić pomiędzy środowiskiem eolicznym i stożków aluwialnych. Zgadza się to z wcześniej prowadzonymi badaniami w polskim basenie czerwonego spągowca (Kiersnowski, 1998).

Pod koniec sedymentacji osadów górnego czerwonego spagowca obszar był w całości zdominowany przez system eoliczny. W tym czasie powstawały mięszsze osady wydymowe przedzielone niewielkiej miąższości osadami międzywydmowymi, pokryw piaszczystych i wadi (ryc.5).

Sedymentację lądową czerwonego spagowca zakończyła transgresja cechsztyńska. Spowodowała ona redepozycję złożonych już osadów oraz sedymentację osadów płytkomorskich (Witowo-3; ryc. 3).

### Wnioski

Na badanym obszarze opisano eoliczne, fluwialne i płytkomorskie środowiska sedymentacji. W obrębie środowiska eolicznego wyróżniono osady: wydymowe, międzywydmowe i pokryw piaszczystych. Na środowisko fluwialne składają się osady deponowane w obrębie stożków aluwialnych i równi zalewowych.

Na badanym terenie wyróżniono dwa systemy depozycyjne: eoliczny i fluwialny. Pomiedzy nimi istniał bardzo silny związek, a ich rozwój i rozprzestrzenienie było ściśle uzależnione od klimatu oraz procesów tektonicznych.

Sedymentacja eoliczna uzależniona była od kierunku i prędkości wiatrów oraz wielkości opadów. W okresach suchych dominowały osady eoliczne, natomiast w okresach pluwialnych eolianity ustępowały miejsca osadom fluwialnym.

Równie istotnym czynnikiem wpływającym na sedymentację była tektonika, która powodowała zróżnicowanie facji (rozwój stożków aluwialnych), miąższości oraz modyfikowanie stref drenażu.

Aktywność tektoniczna nie miała jednakowego charakteru na całym badanym terenie. Na wschodzie była znacznie mniejsza niż w części centralnej.

Na podstawie analizy stochastycznej stworzono modelowy cykl sedymentacji osadów górnego czerwonego spagowca w rejonie Poznania. W oparciu o ten model wraz z analizą systemów depozycyjnych opisano rozwój depozycji na badanym terenie.

Środowiska stożków aluwialnych i równi zalewowych były ze sobą ściśle powiązane a ich rozwój był uwarunkowany aktywnością tektoniczną i ilością opadów. Środowisko eoliczne rozwijało się niezależnie od tektoniki. Rozprzestrzenienie eolianitów limitowały czynniki klimatyczne, w tym kierunek i siła wiatrów oraz ilość opadów.

System fluwialny dominował na badanym terenie na początku sedymentacji czerwonego spagowca. Wraz z rozwojem basenu ustępował on miejsca systemowi eolicznemu. Było to prawdopodobnie spowodowane zmianą warunków na bardziej suche oraz zanikiem obszarów drenażowych.

### Literatura

AHLBRANDT T.S. & FRYBERGER S.G 1981 — Sedimentary features and significance of interdune deposits. *SEPM Spec. Publ.*, 31: 293–314.  
BLAIR T.C. & McPHERSON J.G. 1994 — Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages. *J. Sediment. Res.*, 64: 450–489.  
BUNIAK A. & MIKOŁAJEWSKI Z. 1997 — Środowiska depozycyjne, petrografia i diagenaza osadów czerwonego spagowca w rejonie Poznania. *Geologos*, 2: 201–214.

GLENNIE K. W. 1972 — Permian Rotliegendes of northwest Europe interpreted in the light of modern desert sedimentation studies. *American Association of Petroleum Geol. Bull.*, 56: 1048–1071.  
GLENNIE K.W. 1983 — Lower Permian Rotliegend desert sedimentation in the North Sea area. [W:] Brookfield M.E., Ahlbrandt T.S., Eolian sediments and processes. *Developments in sedimentology*, 38: 521–542, Elsevier Amsterdam.  
GLENNIE K.W. & BULLER A.T. 1983 — The Permian Weissliegend of NW Europe: the partial deformation of eolian dune sands caused by the Zechstein transgression. *Sediment. Geol.*, 35: 43–81.  
GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A. & UNRUG R. 1986 — Zarys sedymentologii. *Wyd. Geol.*  
HOFFMAN N., POKORSKI J., LINDERT W. & BACHMANN G. 1997 — Rotliegend stratigraphy, paleogeography and facies in the eastern part of the Central European Basin [W:] *Proceedings of the XIII International Congress on the Carboniferous and Permian*. Pr. Państw. Inst.Geol., 157: 75–86.  
JERZYKIEWICZ T., KIJEWSKI P., MROZKOWSKI J. & TEISSEYRE A. K. 1976 — Geneza osadów białego spagowca monokliny przedsudeckiej. *Geol. Sudet.*, 11: 57–330.  
KARNKOWSKI P.H. 1986 — Charakter transgresji morza cechsztyńskiego a geneza osadów białego spagowca na obszarze Wielkopolski (północna monoklina przedsudecka). *Geol. Sudet.*, 21: 101–122.  
KARNKOWSKI P.H. 1987 — Analiza facjalna podgrupy wielkopolskiej (górnego czerwonego spagowca) w północnej części monokliny przedsudeckiej. *Prz. Geol.*, 35: 187–192.  
KARNKOWSKI P.H. 1991 — Zagadnienie ruchów tektonicznych w czerwonym spagowcu. *Prz. Geol.*, 39: 352–356.  
KARNKOWSKI P.H. 1993 — Procesy kształtujące cykliczność sedymentacji czerwonego spagowca w basenie polskim. *Prz. Geol.*, 41: 345.  
KARNKOWSKI P.H. 1994 — Rotliegend lithostratigraphy in the central part of the Polish Permian Basin. *Kwart. Geol.*, 38: 27–42.  
KARNKOWSKI P.H. 1995 — Upper Rotliegend — Zechstein: Terrestrial-marine sedimentary succession in the Wielkopolska region. *XIII International Congress on Carboniferous-Permian*, Kraków, Exc. Guide A–3, Państw. Inst. Geol.,: 23–37.  
KARNKOWSKI P.H. 1997 — Palaeogeography and palaeotectonics in the Polish Permian Basin. *Proceedings XIII International Congress on Carboniferous-Permian*, Kraków. Pr. Państw. Inst. Geol., 157: 97–106.  
KARNKOWSKI P.H. 1999 — Origin and evolution of the Polish Rotliegend Basin. *Polish Geological Institute, Special Papers*, 3: 1–93.  
KARNKOWSKI P.H., KIERSNOWSKI H. & CZAPOWSKI G. 1997 — Rotliegend stratigraphic gas traps versus depositional systems in the Polish Permian Basin. *Proceedings. XIII International Congress on Carboniferous-Permian*, Kraków. Pr. Państw. Inst. Geol., 157: 345–352.  
KIERSNOWSKI H. 1997a — Depositional development of the Polish Upper Rotliegend Basin and evolution of its sediment source areas. *Proceedings XIII International Congress on Carboniferous-Permian*, Kraków. Pr. Państw. Inst. Geol., 157: 433–456.  
KIERSNOWSKI H. 1997b — Upper Permian eolian complex in Poland. *Proceedings. XIII International Congress on Carboniferous-Permian*, Kraków. Pr. Państw. Inst. Geol., 157: 107–110.  
KIERSNOWSKI H. 1998 — Architektura depozycyjna basenu czerwonego spagowca w Polsce. [W:] *Analiza basenów sedymentacyjnych Niżu Polskiego*. Pr. Państw. Inst. Geol., 165: 113–128.  
KOCUREK G. 1988 — First order and super bounding surfaces in eolian sequences — bounding surfaces revisited. *Sediment. Geol.*, 56: 193–206.  
KOCUREK G. & HAVHOLM K.G. 1993 — Eolian sequence stratigraphy — a conceptual framework. *American Ass. Petrol. Geol. Memm.*, 58: 393–409.  
MIALL A.D. 1996 — *The Geology of Fluvial Deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology*. Springer 1996.  
POKORSKI J. 1997 — Perm dolny (czerwony spagowiec). [W:] *Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce*. Pr. Państw. Inst. Geol., 153: 35–62.  
STEELE R.J. 1974 — New red sandstone floodplain and piedmont sedimentation in the Hebridean Province, Scotland. *J. Sediment. Petrol.*, 44: 845–862.  
SWEET M.L. 1999 — Interaction between aeolian, fluvial and playa environments in the Permian Upper Rotliegend Group, UK southern North Sea. *Sedimentology*, 46: 171–187.  
TURNER P. 1980 — Continental Red Beds. [W:] *Developments in sedimentology*, 29. Elsevier Amsterdam.  
WOLNOWSKI T. 1996 — Cykliczność sedymentacji czerwonego spagowca w rejonie Poznania i kierunki prac poszukiwawczych w głębszych poziomach piaszczystych. *Konf. Nauk.-Tech.*, Piła: 151–168.