



Zlepienieć podstawowy cechsztynu (wucziaping) w okolicach Mieroszyna na Pomorzu Gdańskim

Krzysztof Mastalerz¹, Karol Durkowski²



K. Mastalerz



K. Durkowski

Basal Zechstein Conglomerate (Wuchiapingian) near Mieroszyno, north-eastern Pomerania, Poland. *Prz. Geol.*, 74: 105–111; doi: 10.7306/2026.8

Redaktor prowadzący: Joanna Rotnicka-Dłużewska

A b s t r a c t. A very thin (ca 20 cm) unit of transgressive conglomerate-to-sandstone, which directly underlies the Lower Zechstein (Upper Permian, Wuchiapingian) black Kupferschiefer mudstone/shale, has been recently identified in a few deep wells near Mieroszyno in north-eastern Pomerania, Poland. The unit overlies the Late Silurian (Pridoli) bedrock with an erosional unconformity formed by marine ravinement. The granule-grade components of the grain framework are derived predominantly from the bedrock and include moderately to well-rounded fragments of Silurian calcareous mudstone, commonly fossiliferous, and abundant coarse pyrite. The sand-grade material commonly includes quartz grains. The grain framework is relatively well sorted, although it displays a bimodal (sand- and granule-grade) grain-size distribution. Parallel lamination, the most common stratification type, is locally accompanied by a very low-angle imbrication of elongate clasts. The sharp unconformity surface is irregular and commonly lined up with oversized clasts. Neptunian dykes, some of them branching, locally penetrate the Silurian substrate. The unit corresponds to the Basal Conglomerate and/or Weissliegend Sandstone facies, which represent the basal Zechstein transgressive unit, recognized in several other areas of the European Permian Basin.

Abstract. A very thin (ca 20 cm) unit of transgressive conglomerate-to-sandstone, which directly underlies the Lower Zechstein (Upper Permian, Wuchiapingian) black Kupferschiefer mudstone/shale, has been recently identified in a few deep wells near Mieroszyno in north-eastern Pomerania, Poland. The unit overlies the Late Silurian (Pridoli) bedrock with an erosional unconformity formed by marine ravinement. The granule-grade components of the grain framework are derived predominantly from the bedrock and include moderately to well-rounded fragments of Silurian calcareous mudstone, commonly fossiliferous, and abundant coarse pyrite. The sand-grade material commonly includes quartz grains. The grain framework is relatively well sorted, although it displays a bimodal (sand- and granule-grade) grain-size distribution. Parallel lamination, the most common stratification type, is locally accompanied by a very low-angle imbrication of elongate clasts. The sharp unconformity surface is irregular and commonly lined up with oversized clasts. Neptunian dykes, some of them branching, locally penetrate the Silurian substrate. The unit corresponds to the Basal Conglomerate and/or Weissliegend Sandstone facies, which represent the basal Zechstein transgressive unit, recognized in several other areas of the European Permian Basin.

Keywords: initial Zechstein transgression, Basal Zechstein Conglomerate of the European Permian Basin, Silurian bedrock

W późnym permie obszar Pomorza Gdańskiego należał do północnej, przybrzeżnej części epikontynentalnego basenu sedymentacyjnego centralnej Europy (ang. *European Permian Basin*; m.in. Peryt, Antonowicz, 1990; Ziegler, 1990; Peryt i in., 1992; Peryt, 1994). Cechsztyńska sukcesja osadowa tego basenu, o charakterystycznej, węglanowo-ewaporatowej strukturze cyklicznej, jest prawdopodobnie jedną z lepiej rozpoznanych sukcesji osadów salinarnych na świecie (np. Richter-Bernburg, 1955; Smith, 1980; Wagner, 1988, 1994; Paul, 2020; Peryt, Skowroński, 2021).

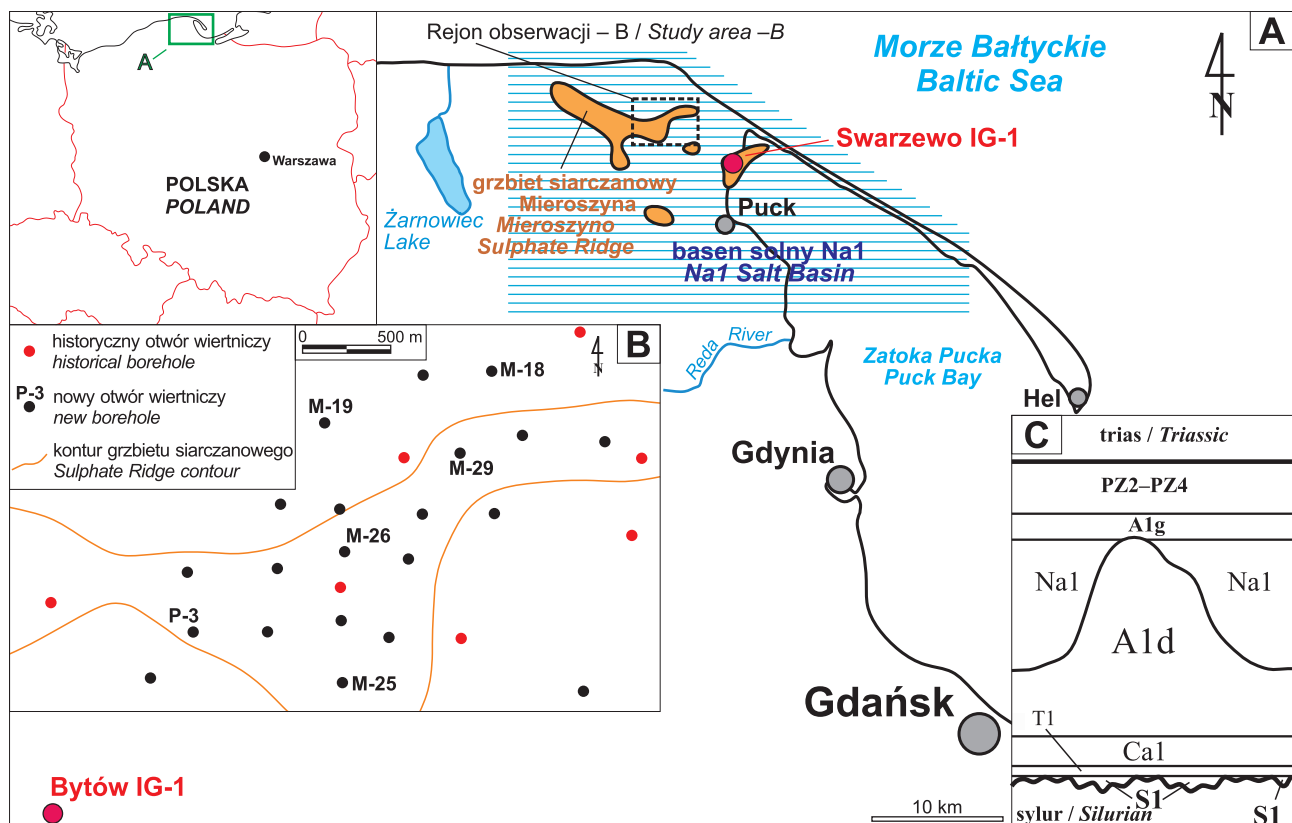
Litostratygrafię serii osadowej, przykrywającej sylurskie utwory staropaleozoicznej platformy w okolicach Pucka–Mieroszyna (ryc. 1), określono na podstawie obserwacji rdzeni głębokich otworów wiertniczych. Odkrycie polihaliu w cechsztyńskich ewaporatach otworu Bytów IG-1 (Orska, 1961) zainicjowało serię kilkudziesięciu głębokich otworów, których znaczną część zlokalizowano bezpośrednio na NW od Pucka (Orska i in., 1967). Ich wyniki wskazywały, że utwory najniższego cechsztynu (rozumiane jako łupek miedzionośny i wapień cechsztyński) zalegają bezpośrednio na skałach sylurskich prawie na całym obszarze rozpoznany tymi otworami (Orska i in., 1967). Jedynie w otworze Swarzewo IG-1 stwierdzono obecność pakietu piaszczystych osadów zabarwionych na szarobieżowo i szaroczerwono, rozdzielających te dwie zasadnicze jednostki. Piaszkowce te zakwalifikowano do czerwonego

spągowca na podstawie podobieństwa do utworów występujących w podobnej pozycji stratygraficznej w innych częściach basenu cechsztyńskiego środkowej Europy (Orska i in., 1967). Taka interpretacja dotycząca litostratygrafii strefy granicy staropaleozoicznych utworów platformy wschodnioeuropejskiej oraz osadów NE części polskiego basenu cechsztyńskiego na Pomorzu Gdańskim pozostała w zasadzie nie zmieniona i była niejednokrotnie przywoływana nawet w nowszych opracowaniach (m.in. Peryt, 1994; Głuszyński i in., 2025). Wprawdzie w niektórych publikacjach dotyczących cechsztynu w zachodniej części wyniesienia Łeby (np. Poborski, 1961; Szaniawski, 1966; Peryt i in., 1985, 1992) wzmiankowano występowanie *zlepieńca podstawowego* oraz *białego spągowca*, to jednak problem dolnej granicy cechsztynu nigdy nie był wystarczająco dyskutowany i rozstrzygnięty.

Zlepienieć stwierdzone dotychczas w *podłożu cechsztynu* w zachodniej części wyniesienia Łeby utożsamiano niekiedy z czerwonym spągowcem (m.in. Podemski i in., 1968; Peryt i in., 1992) lub próbowano je interpretować jako reprezentujące znaczny przedział czasu geologicznego, obejmujący również cały cyklotem Werra (Poborski, Cimaszewski, 1961). Niestety, zwykle nie przeprowadzano satysfakcjonującej litologicznej charakterystyki wspomnianych zlepieńców. W publikacjach dotyczących litostratygrafii cechsztynu innych części Niżu Polskiego można znaleźć zdawkowe informacje o *zlepieńcu podstawowym*

¹ 2005 Bow Drive Coquitlam, Brit. Col. V3E 1X4, BC, Canada

² KGHM Cuprum Research & Development Centre, ul. Generała W. Sikorskiego 2–8, 53-659 Wrocław, Polska; karol.durkowski@kghmcuprum.com; ORCID: 0009-0002-5133-0141



Ryc. 1. Obszar badań: **A** – lokalizacja; **B** – schematyczna mapa otworów wiertniczych w okolicy Mieroszyna; **C** – uproszczona kolumna litostratygiczna serii osadów cechsztyńskiego okolic Mieroszyna: **S1** – zlepieniec podstawowy cechsztynu, **T1** – łupek miedzionośny, **Ca1** – wapień cechsztyński, **A1d** – anhydryt dolny, **Na1** – sól najstarsza, **A1g** – anhydryt górny, **PZ2–PZ4** – utwory wyższej części cechsztynu

Fig. 1. Study area: **A** – generalized location map; **B** – schematic map of borehole locations in the Mieroszyno area; **C** – simplified lithostratigraphic column of the Late Permian succession near Mieroszyno: **S1** – Basal Zechstein Conglomerate, **T1** – Kupferschiefer, **Ca1** – Zechstein Limestone, **A1d** – Lower Anhydrite, **Na1** – Oldest Halite, **A1g** – Upper Anhydrite, **PZ2–PZ4** – upper Zechstein

(m.in. Wagner, Peryt, 1997; Raczyński i in., 2017). W niektórych opisach peryferyjnych obszarów basenu cechsztyńskiego (np. synklinorium północnosudeckiego) posługiwano się terminami *zlepieniec graniczny*, *zlepieniec podstawowy* lub *biały spągowiec* (m.in. Eisentraut, 1929; Richter-Bernburg, 1955; Krasoń, 1967; Raczyński, 1997). Niezależnie od użytego terminu, zarówno *zlepieniec podstawowy*, jak i *zlepieniec graniczny* były dotychczas traktowane jako odpowiedniki *białego spągowca* reprezentującego osady, które zostały przerobione i redeponowane w wyniku transgresji cechsztyńskiej (np. Jerzykiewicz i in., 1976; Nemeč, Porębski, 1977). Jednak istotniejsze dyskusje poświęcone litostratigrafii cechsztynu obszaru północnej części polskiego basenu permskiego koncentrowały się na ewaporatach i skałach węglanowych, nie definiując jednoznacznie dolnej granicy sukcesji cechsztyńskiej i przyjmując, że rozpoczyna się ona na tym obszarze osadami platformy węglanowej wapienia cechsztyńskiego oraz podścielającymi je (nie wszędzie) czarnymi, marglistymi mułowcami, odpowiednikami łupka miedzionośnego (m.in. Peryt i in., 1985; Peryt, Skowroński, 2021). Jednak wyniki profilowania rdzeni nowych głębokich otworów wykonanych przez KGHM Polska Miedź S.A. w rejonie złoża polihalitu Mieroszyno (ok. 10–12 km na NNW od Pucka – ryc. 1) wskazują, że litostratigrafia najniższej części sukcesji węglanowo-ewaporatowej cechsztynu na tym obszarze wymaga głębszej dyskusji i aktualizacji.

WYNIKI

W trakcie geologicznej interpretacji danych karotazowych z obszaru złoża polihalitu Mieroszyno na potrzeby KGHM Polska Miedź S.A. (ryc. 1; Mastalerz, 2023) na wykresach obrazujących właściwości skał, np. porowatość metodą gęstościową i neutronową lub mikrooporność (ryc. 2), w profilach niektórych otworów zaobserwowano wyraźne odstępstwa od zakładanego schematu wynikającego z przyjmowanej uprzednio koncepcji lokalnej sytuacji litostratygicznej w strefie dolnej granicy cechsztynu (np. Szaniawski, 1966; Orska i in., 1967). Również i obrazy skanera XRMI ujawniały w tych otworach podobne odstępstwa (ryc. 2). Interpretacja danych karotazowych z obszaru złoża polihalitu Mieroszyno była poparta analizą standardowych zdjęć nieprzeciętego rdzenia wiertniczego. Fotografie te ujawniły, że poniżej wapienia cechsztyńskiego (Ca1) i podścielającego go łupka miedzionośnego (T1) na powierzchni utworów sylurskich spoczywa cienka ławica (ok. 15–20 cm) utworów o teksturze okruczowej i nieustalonej dotychczas litostratigrafii (ryc. 3). Cienkie ławice podobnych utworów piaszczysto-zlepińcowych zaobserwowano w otworach M-18, M-19, M-25 i P-3, a nieco później w trakcie bezpośrednich obserwacji w nowszych otworach M-26 i M-29 (ryc. 1).

Spągowa powierzchnia zlepińcowo-piaszczysto-węglanowej ławicy widocznej na fotografii rdzenia z otworu M-18 jest nierówna (ryc. 3A). Natomiast jej stropowa granica jest

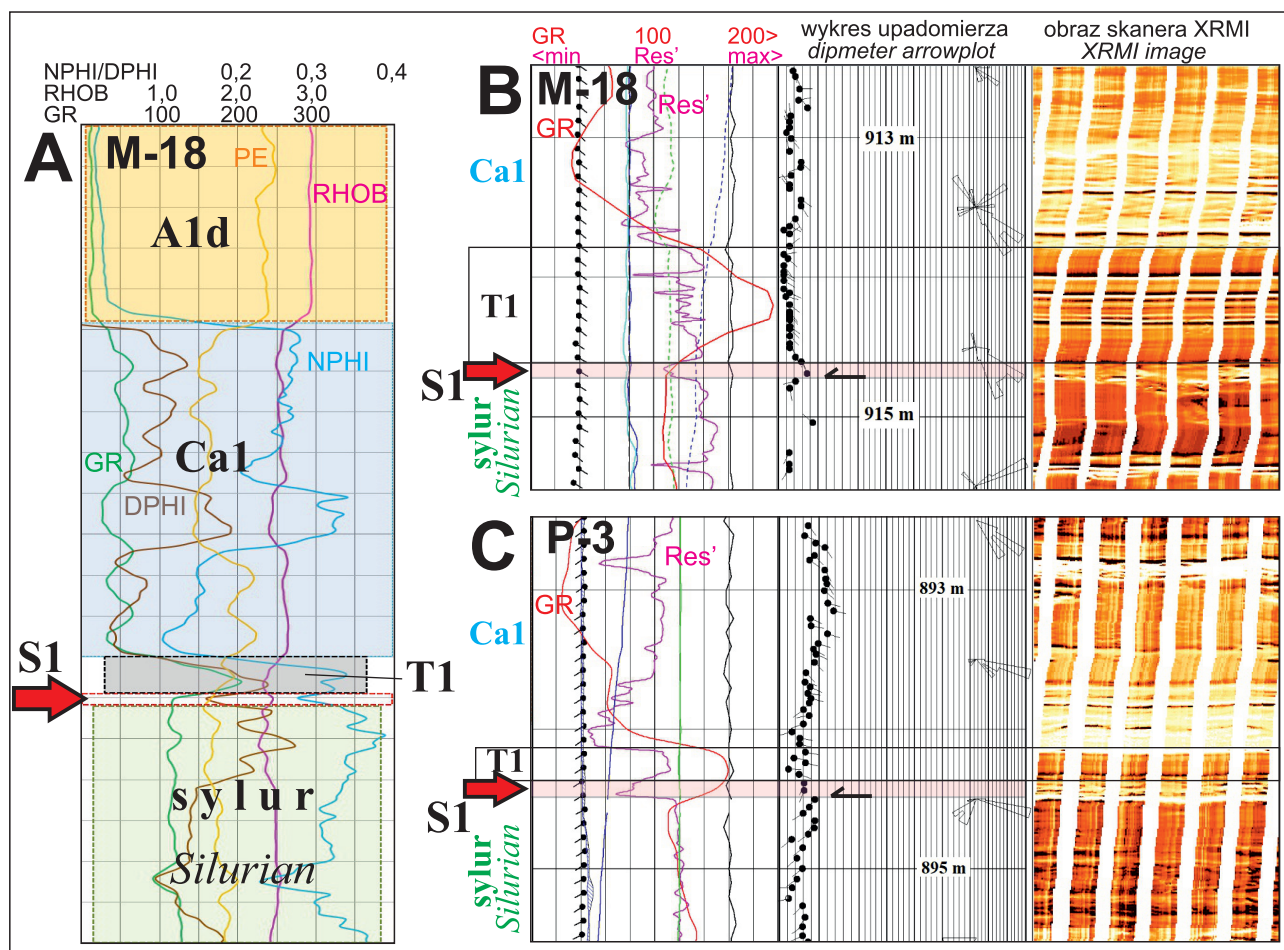
równa, wyraźna i gradacyjna. Dane karotażowe dokumentują w tym miejscu cienki interwał wyraźnego załamania poziomu promieniowania gamma, niewielkich zmian gęstości oraz wyraźnych zmian porowatości i zawodnienia (ryc. 2). Interwał ten można zidentyfikować na obrazach skanera XRMI dzięki wyróżniającej się mikrooporności i strukturze wewnętrznej (ryc. 2B–C i 3). Wykres strzałkowy upadomierza zespolonego z sondą XRMI ujawnia w tym miejscu niewielkiej skali zestaw warstwowania typu oblekającego (ryc. 2B i 3A), wskazując, że w spągu interwału występuje powierzchnia niezgodności erozyyjnej.

Lepszej jakości fotografia rdzenia z otworu P-3 umożliwiła identyfikację podobnej ławicy powyżej utworów sylurskich (ryc. 3B). Wyraźnie widoczne są na niej obydwie granice ławicy: stropowa poniżej czarnego łupka (T1) – planarna i ostra oraz spągowa – wyraźna lecz zdecydowanie nierówna. Ławica ta ujawnia oznaki normalnego uziarnienia (jej górna część jest piaskowcowa i nie zawiera większych klastów) oraz nieregularnego warstwowania w swej dolnej i środkowej części. Podobnie jak poprzednio, zestaw standardowych danych karotażowych z otworu P-3 pozwala zidentyfikować ciekłą strefę zdecydowanej zmiany

porowatości i zawodnienia. Ławicę tę można również zidentyfikować na obrazach skanera XRMI (ryc. 2C i 3B) dzięki cechom podobnym jak w otworze M-18.

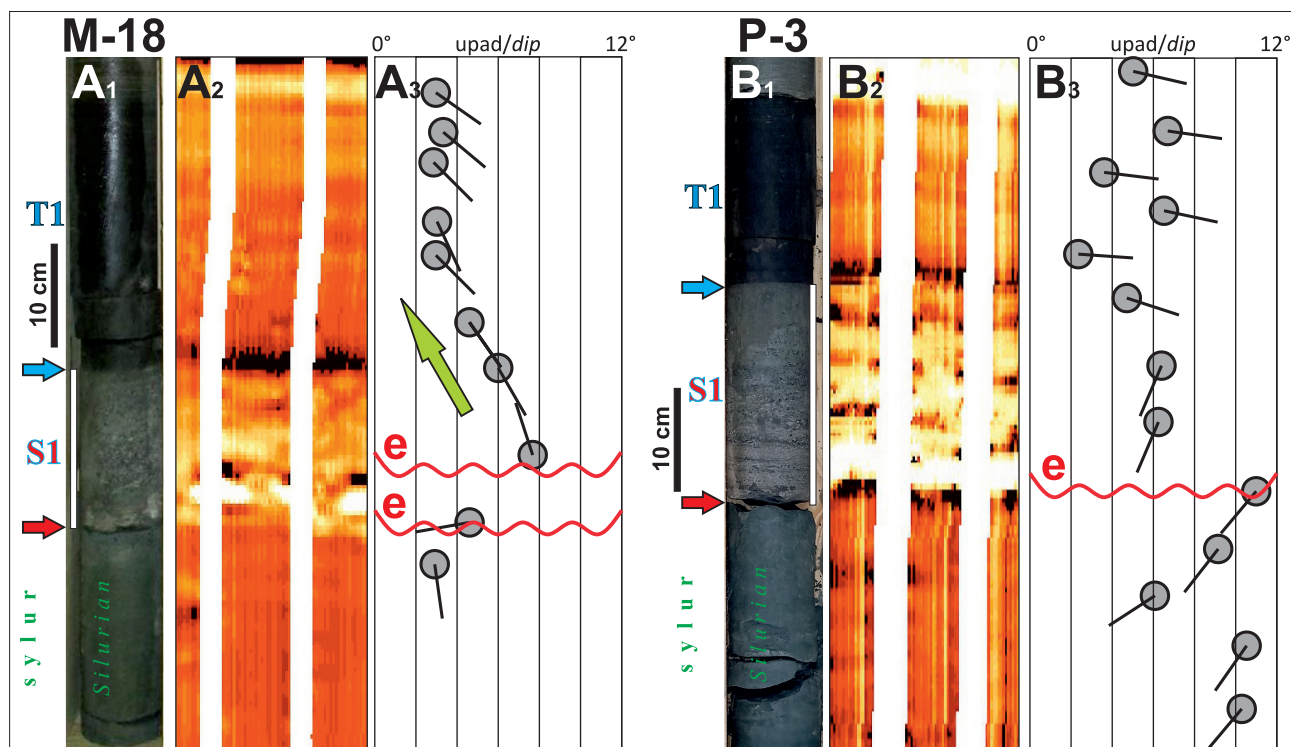
Wyniki wstępnych obserwacji profilu osadów z otworu P3 zmobilizowały do bardziej wnikliwych oględzin dostępnego materiału rdzeniowego. Odcinek przeciętego rdzenia ze strefy kontaktu osadów syluru i cechsztynu w otworze P-3 (ryc. 4A) ujawnił złożoną ławicę jasnozielonkawej skały okrzuchowej o miąższości ok. 19 cm, która kontaktuje w spągu z sinozielonkawymi utworami syluru (ryc. 4A). Spągowa granica ławicy jest nierówna, miejscami wyścielona fragmentami brunatnawych skał wielkości drobnego żwiru, które tkwią w stosunkowo dobrze wysortowanej masie piaszczysto-marglistej (ryc. 4A–B). Osad wykazuje wyraźne warstwowanie płaskorównoległe. Piaszczysta masa wypełniająca zawiera liczne, niewielkie (3–4 mm), podłużne ekstraklasty sinoszarych, zielonkawych i brunatnych skał podłoża. Nieco wyżej pojawiają się bardzo liczne, cienkie ekstraklasty brunatnawej barwy (ryc. 4A i C).

Środkowa część ławicy ma cechy zlepieńca śródformacyjnego o składzie polimiktycznym (ryc. 4C). Bardzo



Ryc. 2. Zestawienie podstawowych danych karotażowych ze strefy granicy sylurskiego podłoża z osadami najniższego cechsztynu w otworze M-18 (A) z dynamicznymi obrazami skanera XRMI wraz z wykresami strzałkowymi upadomierza oraz podstawowymi wykresami karotażowymi (Geofizyka Toruń) ze strefy granicznej sylur–cechsztyń w otworach M-18 (B) i P-3 (C); wyniki profilowania: GR – gamma, RHOB – gęstości, NPHI, DPHI – porowatości metodą neutronową i gęstościową, PE – przekrój fotoelektryczny, Res' – mikrooporność; symbole wydzieleni litostratigraficznych jak na ryc. 1

Fig. 2. A combination of basic wireline logs from the boundary zone between the Silurian basement and the lowermost Zechstein deposits in the M-18 (A) well, and XRMI scanner dynamic images with dipmeter arrowplots and basic wireline logs (Geofizyka Toruń) of the Silurian–Zechstein boundary zone in the M-18 (B) and P-3 (C) wells; wireline logs: GR – gamma ray, RHOB – density, NPHI, DPHI – neutron and density porosities, PE – photoelectric effect, Res' – microresistivity; lithostratigraphic abbreviations as in Fig. 1



Ryc. 3. Fotografie dokumentacyjne (KGHM *Cuprum*) fragmentów rdzeni ze strefy pogranicza sylur–cechsztyń w otworach M-18 (A1) i P-3 (B1) ukazujące poziom zlepieńca podstawowego (S1) o nieznaczącej miąższości, oddzielający skały sylurskiego podłoża od osadów łupka miedzionośnego (T1); A2 i B2 – odpowiednie fragmenty dynamicznych obrazów skanera XRFMI; A3 i B3 – odpowiednie fragmenty wykresów strzałkowych upadomierza; e – interpretowane powierzchnie erozyjne, zielona strzałka – zestaw upadów „oblekających” powierzchnię erozyjną

Fig. 3. Documentary photographs (by KGHM *Cuprum*) of whole-core fragments from the Silurian–Zechstein boundary in the M-18 (A1) and P-3 (B1) wells, showing thin layers of the Basal Zechstein Conglomerate (S1), which separate the Silurian basement rocks from the Kupferschiefer mudstone/shale (T1); A2 and B2 – the corresponding fragments of the views of the XRFMI scan; A3 and B3 – the corresponding fragments of dipmeter arrowplots; e – interpreted erosional surfaces, green arrow – “draping” arrowplot pattern above the erosional surface

łatwo można w nim rozpoznać stosunkowo duże fragmenty słabo wysortowanego piaskowca wapienistego o barwie jasnoszarej; mniejsze klasty mułowca wapienistego, od ciemno- do jasnozielonkawych, z widoczną laminacją i zdecydowanie drobniejsze okruchy ciemnobrunatnego mułowca. W zlepieńcu tym zaznacza się stosunkowo wyraźne warstwowanie równoległe. Wysortowanie materiału w poszczególnych warstewkach jest zmienne, jednak zazwyczaj dobre; niektóre z nich cechują się zwartym szkieletem ziarnowym. Miejscami zaznacza się delikatna, małokątowa imbrakacja większych, spłaszczonych klastów.

Najwyższą część ławicy stanowi średnio- lub też drobnoziarnisty, zielonkawy piaskowiec. W jego szkielecie ziarnowym można wyróżnić liczne fragmenty drobnych ekstraklastów mułowcowych barwy czarnej i szaroczarnej. W wyższej, piaszczystej części ławicy pojawiają się tylko nieliczne większe klasty zielonkawego, marglistego mułowca (ryc. 4A i D). Powierzchnia stropowa ławicy jest równa, ostra i przykryta warstwą czarnego mułowca – łupka miedzionośnego (T1).

Poniżej nierównej, spągowej powierzchni opisywanej ławicy w podłożu składającym się z zielonkawych, sylurskich mułowców wapienistych są widoczne lejkowate zagłębienia wypełnione materiałem piaszczystym, a w jego najwyższych częściach również większymi fragmentami skał podłoża (ryc. 4A–B). Niektóre zagłębienia kontynuują się w głąb skały macierzystej i przechodzą w piaszczyste

wypełnienia otwartych szczelin o malejącej w dół aperturze. W klastycznym materiale ławicy sporadycznie można obserwować drobne wprysnięcia wtórnego azurytu i malachitu (a być może glaukonitu?), natomiast powszechnie występuje piryt (ryc. 4B–D). Wypełnienia niewielkich szczelin osadem o opisanych cechach stwierdzono również w otworach M-19 i M-26.

Osady piaszczysto-zlepieńcowe pokrywają miejscami nierówne podłożo wieku sylurskiego (z dokumentacją faunistyczną). Niwelują one zagłębienia w tym podłożu, wypełniając również otwarte, wąskie szczeliny – dajki neptuniczne. Stropowa powierzchnia tych osadów na granicy z czarnymi mułowcami marglistymi łupka miedzionośnego (T1) jest w analizowanych otworach równa i wyraźna, choć miejscami może mieć cechy granicy przejściowej (otwór M-18; ryc. 3A).

INTERPRETACJA: POZYCJA GEOLOGICZNA I GENEZA

Makroskopowe cechy prezentowanych piaszczysto-zlepieńcowych osadów z profilu otworu P-3 koło Mieroszyna umożliwiają stosunkowo jednoznaczną, wstępną interpretację. Szczególną uwagę zwraca obecność wyraźnego warstwowania płaskorównoległego oraz dobre, rzadziej umiarkowane wysortowanie materiału klastycznego. Jednocześnie materiał ten wykazuje wyraźne oznaki niedojrzałości petrograficznej – miejscami znaczny udział

(10–30%) mają w nim większe fragmenty (frakcja drobno-żwiru) skał bezpośredniego podłoża. Jednak we frakcji piaszczystej występują również ziarna kwarcu. Miejscami można w nim obserwować delikatną imbrykację większych, spłaszczonych klastów. Powszechnie są drobne ziarna ciemnych składników, z których część należy niewątpliwie do tzw. frakcji ciężkiej, przede wszystkim pirytu.

Cechy i pozycja opisywanych zlepieńców wskazują, że są to osady transgresywne. Reprezentują one facje płytkiego, piaszczysto-żwirkowego przybrzeża, rozwijającego się na znacznie starszym podłożu skał o niewielkiej odporności – iłowcach i mułowcach marglistych z wkładkami wapieni lub margli i piaskowców. Powierzchnia tego podłoża cechowała się obecnością otwartych spękań i podlegała długotrwałemu oddziaływaniu wietrzenia oraz erozji. Te piaszczysto-żwirowe osady najprawdopodobniej reprezentują najwcześniejszą fazę transgresji cechsztyńskiej (por. Smith, 1979). Ich pozycja litostratygraficzna odpowiada osadom litofacji zlepieńca granicznego lub podstawowego, znanego z występowania na innych obszarach basenu cechsztyńskiego Europy (m.in. Szaniawski, 1966; Krasoń, 1967; Wagner, Peryt, 1997; Fijałkowska-Mader i in., 2018), i białego spągowca, dobrze rozpoznanego na obszarze monokliny przedsudeckiej (Jerzykiewicz i in., 1976; Peryt, 1976; Nemeč, Porębski, 1977).

Łupek miedzionośny nie może być jednak traktowany jako efekt inicjalnej fazy transgresji, gdyż ma on wyjątkowe cechy osadu późniejszej, zaawansowanej już transgresji (Mastalerz, 2024; por. też Wagner, 2011) i głębszej (poniżejplywowej?) strefy paleośrodowiskowej (m.in. Peryt, 1994). Poza tym w niektórych okolicznych otworach (P-3; ryc. 4, M-26, M-29) spągowa granica łupka miedzionośnego (T1) nie jest erozyjna, a bywa, że ma ona cechy strefy gradacyjnej (M-18; ryc. 2A). Transgresja w brzeżnej strefie basenu (co paleogeograficznie odpowiada okolicom Mieroszyna–Pucka na początku cechsztynu) powinna się manifestować obecnością powierzchni erozyjnej o znacznej rozciągłości, przykrywającą ją brukiem (transgresywnym) oraz osadami strefy piaszczystego przybrzeża lub pokrewnymi (np. estuariowymi), w zależności od lokalnej paleogeografii (Elliott, 1986; Emery, Myers, 1996).

Pomimo braku dokumentacji biostratygraficznej (poza redeponowaną fauną sylurską) wydaje się, że prezentowane w artykule osady najbardziej odpowiadają opisom utworów zaliczanych lokalnie do zlepieńca podstawowego (Zp1), *zlepieńca granicznego* (m.in. Eisentraut, 1939; Krasoń, 1967; Raczyński, 1997), czy wreszcie tzw. białego spągowca (S1), traktowanego jako utwór rozpoczynający

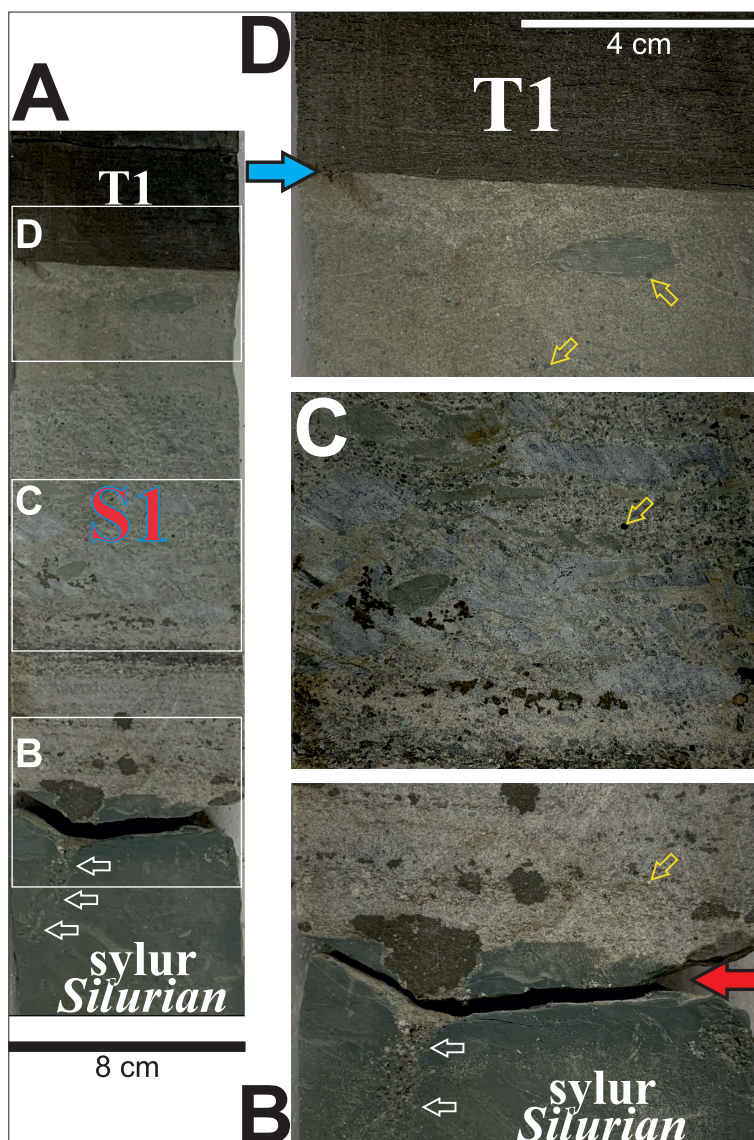
DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

W dotychczasowym schemacie litostratygrafii utworów permskich Pomorza Gdańskiego (ryc. 1B) brakowało wyraźnego wyróżnienia podstawowego elementu litostratygraficznego, który w kontekście powszechnie akceptowanych modeli sedymentacji (m.in. Richter-Bernburg, 1955) powinien rozpoczynać serię osadów transgresywnych cechsztynu. W wielu okolicznych, głębokich otworach stwierdzano do tej pory, że ławica czarnego, marglistego mułowca – odpowiednik łupka miedzionośnego (T1) – podścielająca wapien cechsztyński leży bezpośrednio na utworach syluru (m.in. Orska i in.,

→

Ryc. 4. Fragment rdzenia otworu P-3: **A** – cienka ławica zlepieńca podstawowego (S1) pomiędzy skałami sylurskiego podłoża i czarnymi mułowcami łupka miedzionośnego (T1); **B, C, D** – cechy strukturalne i teksturalne w dolnej, środkowej i górnej części ławicy: **białe strzałki** – dajka neptuniczna w podłożu ławicy; **czerwona strzałka** – większe klasty skał podłoża; **żółte strzałki** – fragmenty pirytowe i malachitowe (?)

Fig. 4. Core fragment from the P-3 well: **A** – thin composite layer of the Basal Conglomerate (S1), which separates the Silurian basement rocks from black Kupferschiefer shale/mudstone (T1); **B, C** and **D** – details of the lower, middle and upper parts of the S1 layer, demonstrating some of its textural and structural features: **white arrows** – indicate intersection of the Neptunian dyke in the basement rocks; **red arrow** – selected larger extraclasts; **yellow arrows** – pyrite and malachite (?) grains



lub przynajmniej w części reprezentujący osady wczesnej fazy transgresji cechsztyńskiej (Jerzykiewicz i in., 1976; Nemeč, Porebski, 1977; Karnkowski, 1986). Jednakże sama definicja, jak i przynależność stratygraficzna białego spągowca wciąż pozostają kontrowersyjne (por. Karnkowski, 1986). Cechy opisywanych utworów, erozyjny charakter ich spągowej powierzchni oraz pozycja w profilu nawiązują do innych utworów powszechnie uznawanych za odpowiadające wczesnym fazom transgresji (Elliott, 1986; Emery, Myers, 1996). Proponowana interpretacja, że są to osady inicjalnej fazy transgresji cechsztyńskiej, nie powinna być uważana za zaskakującą, lecz wręcz przeciwnie – taka identyfikacja powinna być raczej oczekiwana (por. Geinitz, 1861/62; Richter-Bernburg, 1955).

W kontekście powszechnej nieobecności osadów czerwonego spągowca w okolicach Mieroszyna–Pucka brak doniesień o odpowiednikach osadów zlepieńca podstawowego lub granicznego albo też białego spągowca jest – w pewnym sensie – zrozumiały. Jednak z lektury archiwalnych opisów litologicznych profili niektórych głębokich otworów wykonanych na analizowanym obszarze wynikają interesujące spostrzeżenia (Orska i in., 1967). W otworze Tupadła IG-1 odnotowano: *20-centymetrowej miąższości zlepieniec o spoiwie ilastym, barwy szarozielonkawej* (Orska i in., 1967), występujący w spągu wapienia cechsztyńskiego z wkładkami łupków miedzionośnych. Wystąpienie to nie zostało jednak potraktowane jako niezależne wydzielenie, lecz zostało uznane za część wapienia cechsztyńskiego (Ca1). Natomiast 1,4-metrowej miąższości *zlepieniec piaszczysto-mułowcowo-wapienny, szary* (Orska i in., 1967), stwierdzony poniżej cienkiej ławicy łupka miedzionośnego (T1) w otworze Gnieźdźewo IG-1 koło Pucka został zaliczony do ...czerwonego spągowca!

Istotne informacje, niewątpliwie dotyczące stratygraficznego odpowiednika utworów dyskutowanych w niniejszym artykule, są zamieszczone w opisie (Wagner, 2011) głębokiego otworu Darżlubie IG-1, usytuowanego nieco na południe od Mieroszyna. Wagner (2011), opisując i interpretując osady cechsztynu, trafnie zidentyfikował we wspomnianym otworze cienką warstwę transgresywnego osadu, znajdującego się w identycznej pozycji jak osady opisane w niniejszym artykule, jako odpowiednik zlepieńca podstawowego (Zp1). Zlepieńce te cechują się niejako maskującą, sinoszarawą barwą zbliżoną odcieniem do skał sylurskiego podłoża. Barwa ta jest niewątpliwie odzwierciedleniem składu materiału i wynika z litologii bezpośredniego podłoża, lecz nie może być wyznacznikiem pozycji stratygraficznej. Wydaje się oczywiste, że piaskowce – litostratygraficzne odpowiedniki białego spągowca, facji typowej dla południowej części basenu cechsztyńskiego środkowej Europy, mogą się prezentować inaczej niż facje stratotypowe, a ich cechy będą zależne od lokalnych warunków (m.in. Krason, 1964). Dlatego też znany z Sudeków tzw. zlepieniec graniczny (Eisentraut, 1939; Krason, 1967; Śliwiński, 1988; Raczyński i in., 2017) jest traktowany jako odpowiednik białego spągowca (Krason, 1964), podobnie jak osady tzw. serii przejściowej lub zlepieńca cechsztyńskiego na Litwie (Kadunas, 2001).

Utrudnieniem we wcześniejszej identyfikacji odpowiedników zlepieńca podstawowego lub też białego spągowca w rejonie Mieroszyna–Pucka mógł być niemal kompletny brak podścielających je lądowych osadów czerwonego spągowca (por. Dadlez, Pokorski, 1995; Wagner, 2011). Należy jednak zauważyć, że przez znaczną część

wczesnego permu region ten podlegał denudacji w wyniku wietrzenia i erozji (m.in. Wagner, 1988; Kiersnowski, 1997). Można oczekiwać, że produkty tych procesów były transportowane i miejscami tworzyły istotniejsze nagromadzenia, lecz nie są one powszechne. Na analizowanym obszarze utwory te zastępuje pokrywa zwietrzelinowa typu regolitowego, rozwinięta na podłożu skał sylurskich, a jej rozwój odpowiada (przynajmniej częściowo) stadium niskiego poziomu wody (LST) w basenie cechsztyńskim. W kontekście powszechnego stwierdzenia odpowiedników zlepieńca podstawowego cechsztynu lub białego spągowca w kilku weryfikowanych ostatnio przez autorów niniejszego komunikatu otworach (M-18, M-19, M-25, P-3 oraz M-26 i M-29) można przypuszczać, że występowanie tych osadów na analizowanym obszarze jest raczej powszechne niż wyjątkowe. Osady inicjalnej fazy cechsztyńskiej transgresji na Pomorzu Gdańskim zawierają przede wszystkim lokalny materiał pochodzący z rozmywania zwietrzałej powierzchni sylurskiego podłoża (por. Wagner, 2011), a nie tylko z przemywania i redepozycji osadów czerwonego spągowca.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że osady opisane w tym artykule, ze względu na wykształcenie facjalne i jednoznaczność pozycję w sekwencji wydzieleni litostratygraficznych, reprezentują kolejne fazy wczesnej transgresji cechsztyńskiej (Peryt, 1994; por. Wagner, Peryt, 1997), a najprawdopodobniej są osadem inicjalnej fazy cechsztyńskiej transgresji.

Dziękujemy Recenzentom za ich krytyczne i cenne komentarze oraz pomoc w znacznym ulepszeniu naszego komunikatu. Dziękujemy również KGHM Polska Miedź S.A. za udostępnienie materiałów na potrzeby badań.

LITERATURA

- DADLEZ R., POKORSKI J. 1995 – Dewon – karbon – dolny czerwony spągowiec. [W:] Atlas Geologiczny Południowego Bałtyku PIG, Sopot–Warszawa.
- EISENTRAUT O. 1939 – Der niederslesische Zechstein und seine Kupfergestätte. Archiv Für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, Neue Folge, 71: 1–116.
- ELLIOTT T. 1986 – Siliciclastic Shorelines. [W:] H. Reading (red.), Sedimentary Environments and Facies (Second Edition); Blackwell, Oxford: 155–188.
- EMERY D., MYERS K.J. (red.) 1996 – Sequence Stratigraphy. Blackwell Sci. Ltd., Oxford.
- FIJALKOWSKA-MADER A., DURKOWSKI D., SOKALSKI A. 2018 – Palynological and lithofacial implications for Zechstein stratigraphy in the marginal part of the North-Sudetic Synclinorium (Lower Silesia, southwestern Poland). Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 169: 495–515.
- GEINITZ H.B. 1861/62 – Dyas oder die Zechsteinformation und das Rotliegende. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 13.
- GLUSZYŃSKI A., JAROSIŃSKI M., DĄBROWSKI M., PERYT T.M. 2025 – Giant polygonal anhydrite ridges in the Southern Permian Basin. Geology, 53 (2): 109–113.
- JERZYKIEWICZ T., KJEWski P., MROCZKOWSKI J., TEISSEYRE A.K. 1976 – Geneza osadów białego spągowca monokliny przedsudeckiej. Geologia Sudetica, 11: 57–97.
- KADUNAS V. 2001 – Permian Halogenic Formation in Lithuania (lithology, geochemistry, mineral resources) (in Lithuanian, English summary). Vilnius Geologijos Institutas.
- KARNKOWSKI P.H. 1986 – Charakter transgresji morza cechsztyńskiego a geneza osadów białego spągowca na obszarze Wielkopolski (północna monoklina przedsudecka). Geologia Sudetica, 21 (2): 101–122.
- KIERSNOWSKI H. 1997 – Depositional development of the Polish Upper Rotliegend Basin and evolution of its sediment source areas. Geological Quarterly, 41: 433–456.
- KRASOŃ J. 1964 – Podział stratygraficzny cechsztynu północnosudeckiego w świetle badań facjalnych. Geologia Sudetica, 1: 221–262.

- KRASOŃ J. 1967 – Perm synkliny bolesławieckiej. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Nauk. Ser. B, 137: 1–151.
- MASTALERZ K. 2023 – Interpretacja wybranych odcinków profilu cechsztynu wynikających z wykorzystania zespołu danych geofizycznego karotażu wiertniczego z uwzględnieniem skanera formacyjnego XRMI oraz korelacji wyników obszaru Miosroszyna. Archiwum KGHM *Cuprum* Sp. z o.o. CB-R, Wrocław.
- MASTALERZ K. 2024 – Interpretacja wybranych odcinków profilu cechsztynu wynikających z wykorzystania zespołu danych geofizycznego karotażu wiertniczego z uwzględnieniem skanera formacyjnego XRMI oraz korelacji wyników obszaru Miosroszyna. Część I i II. Archiwum KGHM *Cuprum* Sp. z o.o. CB-R, Wrocław.
- NEMEC W., PORĘBSKI S.J. 1977 – Weissliegendes sandstones: a transition from fluvial-aeolian to shallow-marine sedimentation (Lower Permian of the Fore-Sudetic Monocline). 1. Sedimentary structures and textural differentiation. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 47 (3): 387–418.
- ORSKA J. 1961 – Utwory cechsztynu w otworze wiertniczym Bytów IG-1. Arch. CAG PIG, Warszawa, nr inw. 3225/29 Z.1.
- ORSKA J., KOTOWSKI A., WROTNOWSKA B., WERNER Z., JAKUBICZ B., MARZEC M. 1967 – Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu i soli kamienniej „Chłapowo–Miosroszyna”. Arch. CAG PIG, Warszawa, nr inw. 7790 CUG.
- PAUL J. 2020 – Grundlagen und Nomenklatur der Litostratigraphie des Zechsteins. Die Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 89: 53–58.
- PERYT T.M. 1976 – Ingresja morza turyńskiego (górnym perm) na obszarze monokliny przedsudeckiej. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 46 (4): 455–465.
- PERYT T.M. 1994 – The anatomy of a sulphate platform and adjacent basin system in the Łeba sub-basin of the Lower Werra Anhydrite (Zechstein, Upper Permian), northern Poland. Sedimentology, 41 (1): 83–113.
- PERYT T.M., ANTONOWICZ L. 1990 – Facje i paleogeografia cechsztyńskiego anhydrytu dolnego (A1d) w Polsce. Przegląd Geologiczny, 38: 173–180.
- PERYT T.M., SKOWROŃSKI L. 2021 – The stratigraphy of Zechstein strata in the East European Craton of Poland: an overview. Geological Quarterly, 65: 48. 1–27.
- PERYT T.M., CZAPOWSKI G., DĘBSKI J., PIZON A. 1985 – Model sedimentacji ewaporatów cechsztyńskich na wyniesieniu Łeby. Przegląd Geologiczny, 33: 204–211.
- PERYT T.M., CZAPOWSKI G., GAŚIEWICZ A. 1992 – Facje i paleogeografia cechsztynu zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. Przegląd Geologiczny, 40: 223–233.
- POBORSKI J. 1961 – System permski na tzw. Wyniesieniu Łeby i związane z nim możliwości górnicze. Przegląd Geologiczny, 7: 346–349.
- POBORSKI J., CIMASZEWSKI L. 1961 – Z paleogeografii permu na Pomorzu. Przegląd Geologiczny, 11: 576–579.
- PODEMSKI M., WAGNER R., PAWŁOWSKA K. 1968 – Table 3 – Permian. [W:] Znosko J. (red.), Geological Atlas of Poland 1 : 2000 000, Warszawa.
- RACZYŃSKI P. 1997 – Warunki sedimentacji osadów cechsztynu w niecce północnosudeckiej. Przegląd Geologiczny, 45 (7): 693–699.
- RACZYŃSKI P., PERYT T.M., STROBEL W. 2017 – Sedimentary and environmental history of the Late Permian Bonikowo Reef (Zechstein Limestone, Wuchiapingian), western Poland. Journal of Palaeogeography, 6 (3): 183–205.
- RICHTER-BERNBURG G. 1955 – Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechstein. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 105.
- SMITH D.B. 1979 – Rapid marine transgressions and regressions of the Upper Permian Zechstein Sea. Journal of the Geological Society, 136: 155–156.
- SMITH D.B. 1980 – The evolution of the English Zechstein basin. Contributions to Sedimentary Geology, 9: 7–34.
- SZANIAWSKI H. 1966 – Rozwój facjalny i paleogeografia cechsztynu w rejonie wyniesienia Łeby. Acta Geologica Polonica, 16: 229–247.
- ŚLIWIŃSKI W. 1988 – Brzeżne facje cechsztynu w niecce północnosudeckiej. [W:] Wybrane Zagadnienia Geologii Złóż Polski Zachodniej – Konferencja Naukowa, Uniwersytet Wrocławski: 143–166.
- WAGNER R. 1988 – Ewolucja basenu cechsztyńskiego w Polsce. Kwartalnik Geologiczny, 32 (1): 33–52.
- WAGNER R. 1994 – Stratygrafia i ewolucja cechsztyńskiego basenu Niżu Polskiego. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 146: 1–71.
- WAGNER R. 2011 – Wyniki badań litologicznych, stratygraficznych, sedimentologicznych, petrograficznych i geochemicznych – Perm: Stratygrafia i sedimentacja cechsztynu. [W:] Modliński Z. (red.), Profile Głębokich Otworów Wiertniczych – Darżlubie IG 1, 128: 102–107.
- WAGNER R., PERYT T.M. 1997 – Possibility of sequence stratigraphic subdivision of the Zechstein in the Polish Basin. Geological Quarterly, 41: 457–474.
- ZIEGLER P.A. 1990 – Geological Atlas of Western and Central Europe, 2nd ed. Bath: Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. and Geological Society Publishing House: 239.

Praca wpłynęła do redakcji 2.10.2025 r.
Akceptowano do druku 19.02.2026 r.