



## Wpływ przerostów piaszczystych w węglu brunatnym na działalność górnictwa – przykład ze złoża „Pątnów IV” (okolice Konina) w środkowej Polsce

Mariusz Działara<sup>1</sup>, Veronika Glacová<sup>2</sup>, Jakub Kłesk<sup>3</sup>,  
Marian Marschalko<sup>2</sup>, Robert Wachocki<sup>1</sup>, Marek Widera<sup>3</sup>



M. Działara



V. Glacová



J. Kłesk



M. Marschalko



R. Wachocki



M. Widera

**The impact of sandy interbeddings in lignite on mining activities – an example from the “Pątnów IV” deposit (Konin vicinity) in central Poland.** *Prz. Geol.*, 70: 376–383; doi: 10.7306/2022.11

*Abstract.* Lignite from the “Pątnów IV” deposit is mined in the Józwin IIB opencast by the Konin Lignite Mine. Within the exploited 1<sup>st</sup> Mid-Polish lignite seam, there are layers of sand with a thickness of over 5 m. Based on field observations and geological mapping, these sandy interbeddings are interpreted as deposits of two or three crevasse splays of different ages. Due to such a large thickness of sands, only the upper bench of the lignite seam is currently mined in the Józwin IIB opencast. On the other hand, the exploitation of the lower and middle lignite benches of this seam is unprofitable at present.

**Keywords:** siliciclastics, crevasse splays, 1<sup>st</sup> Mid-Polish lignite seam, opencast mining, Middle Miocene

Przez długie lata węgiel brunatny stanowił 30–35% udziału w polskim miksie energetycznym (Kasztelewicz i in., 2018). Niemniej jednak wykazuje on wyraźną tendencję spadkową, dochodząc po raz pierwszy od kilkudziesięciu lat do poziomu poniżej 30% w 2018 r. (Widera, 2021). Przyczyn tego jest co najmniej kilka, w tym także wyczerpywanie się zasobów złóż już eksploatowanych. Taka sytuacja miała miejsce w przypadku złoża „Pątnów IV”, gdzie wydobywanie węgla w odkrywce Józwin IIB rozpoczęło w 2003 r., a wg ostatnich szacunków jest planowane do 2022 r. – informacje z Działu Geologicznego Kopalni Węgla Brunatnego Konin (KWB Konin).

W ostatnich latach (2015–2021) w odkrywkach Tomisławice i Józwin IIB, należących do KWB Konin, zostały odsłonięte i przebadane liczne przerosty mineralne (piaski i ropy) wśród eksploatowanego pokładu węgla brunatnego. Osady piaszczyste z obu wymienionych odkrywek zinterpretowano jako reprezentujące stożki krewasowe, które powstały na powierzchni środkowomiocenijskich torfowisk (Widera, 2016, 2017, 2020; Widera i in., 2017a; Chomiak i in., 2019; Chomiak, 2020). Natomiast rozległa i względnie gruba warstwa ropy została dotychczas szczegółowo opisana tylko z górnego poziomu węgla brunatnych

z odkrywki Tomisławice. Ich genezę powiązano z istnieniem w środkowym miocenie jeziora na powierzchni torfowiska oraz przedyskutowano wpływ tej warstwy ropy na popielność całego pokładu węglowego (Chomiak i in., 2020).

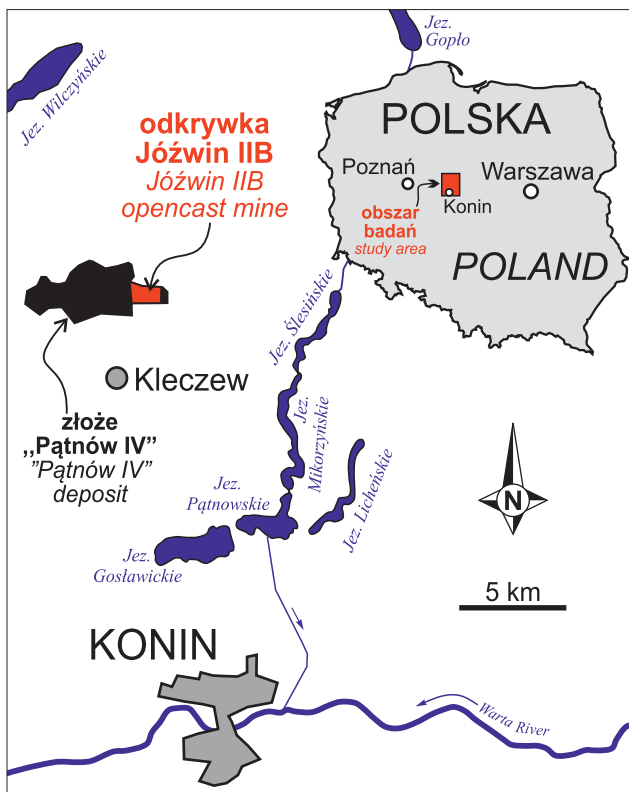
Brak pozytywnej decyzji środowiskowej dla nowych odkrywek, np. na złożu Ościslów, wymusił bardziej racjonalną działalność górnictwa na złożach już zagospodarowanych przez KWB Konin. W tym przypadku chodzi o wydobywanie jak największej ilości węgla ze złóż. W latach 2015–2021 w odkrywce Józwin IIB, funkcjonującej na złożu „Pątnów IV”, eksploatację prowadzono w tzw. zatoce wschodniej (ryc. 1), gdzie pokład rozszczeplił się na dwie (lokalnie trzy) ławy węglowe o zbliżonej średniej miąższości. Jednak ze względów ekonomicznych wydobyto węgiel tylko z górnej ławy (powyżej przerostu piaszczystego), a pozostałe dwie ławy węglowe pozostawiono w złożu.

Dlatego głównym celem prezentowanych badań jest określenie zasięgu i rozkładu miąższości wspomnianych piasków międzywęglowych w złożu „Pątnów IV”. Celem drugorzędym jest określenie genezy piasków zalegających w pokładzie węglowym. Zostanie także przedyskutowany wpływ tych przewarstwień piaszczystych na działalność górnictwa w KWB Konin.

<sup>1</sup> Kopalnia Węgla Brunatnego Konin, al. 600-lecia 9, 62-540 Kleczew; [dzialara.mariusz@kwbkonin](mailto:dzialara.mariusz@kwbkonin); [robert.wachocki@vp.pl](mailto:robert.wachocki@vp.pl)

<sup>2</sup> Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Katedra geologického inženýrství, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika; [veronika.glacova.st1@vsb.cz](mailto:veronika.glacova.st1@vsb.cz); [marian.marschalko@vsb.cz](mailto:marian.marschalko@vsb.cz)

<sup>3</sup> Instytut Geologii, Uniwersytet Adama Mickiewicza, ul. B. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań; [kklesk98@gmail.com](mailto:kklesk98@gmail.com); [widera@amu.edu.pl](mailto:widera@amu.edu.pl)



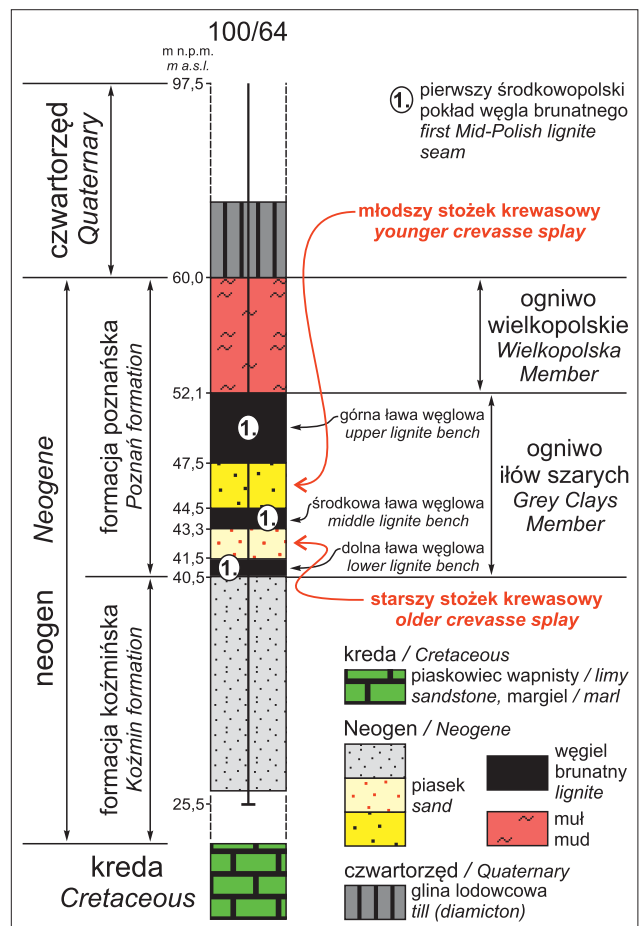
Ryc. 1. Mapa lokalizacyjna złoża węgla brunatnego „Państw IV” z odkrywką Józwin IIB  
 Fig. 1. Location map of the “Państw IV” lignite deposit with the Józwin IIB opencast mine

### ZARYS GEOLOGII OBSZARU BADAŃ

Złoże węgla brunatnego „Państw IV” jest zlokalizowane w środkowej Polsce (wschodnia Wielkopolska), ok. 20 km na północ od Konina (ryc. 1). Pod względem tektonicznym jest to najbardziej północna część rowu Kleczewa i północno-zachodni fragment elewacji konińskiej (Widera, 1998, 2021) oraz centralna część segmentu mogileńsko-łódzkiego, który należy do synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in., 2011).

Na obszarze badań i w jego otoczeniu strop mezozoiku jest zbudowany z margli i piaskowców wapienistych górnej kredy (Kozula, 1998; Dadlez i in., 2000). Wyżej zalegający kenozoik obejmuje wyłącznie neogen i czwartorzęd, gdyż osadów paleogeńskich dotychczas nie udokumentowano na obszarze badań. Tak więc, neogen spoczywa wprost na wspomnianych osadach górnokredowych i obejmuje tylko dwie formacje litostratygraficzne, tj. koźmińską i poznańską (ryc. 2). Formacja koźmińska to podwęglowe osady klastyczne, głównie piaski i piaski węgliste (Widera, 2007). Najprawdopodobniej były one deponowane na rozległych równinach aluwialnych w środowisku rzeki roztokowej od wczesnego do środkowej części środkowego miocenu – ok. 23–15 mln lat temu (Widera i in., 2021a, b).

Formacja poznańska w środkowej Polsce dzieli się na dwa ogniwa: dolne ogniwo iłłów szarych i górne ogniwo wielkopolskie (ryc. 2; Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1995, 1997; Widera, 2007, 2021). Do ogniwa iłłów szarych należy pierwszy środkowopolski pokład węgla brunatnego



Ryc. 2. Zarys litostratygrafii neogenu na obszarze badań na podstawie danych z otworu wiertniczego 100/64  
 Fig. 2. Outline of the Neogene lithostratigraphy in the study area based on data from the borehole 100/64

(Sadowska, Giża, 1991; Słodkowska, Widera, 2021) wraz z przerostami mineralnymi (w tym badane piaski) oraz lokalnie zalegającymi na jego stropie soczewkami tzw. iłłów szarych. W złożu „Państw IV” pokład węglowy osiąga miąższość 3–13 m, średnio 6,6 m (Kozula, 1998), a czas jego akumulacji obejmuje środkową część środkowego miocenu – ok. 15,0–14,3 mln lat temu (Widera i in., 2021a). Z kolei ogniwo wielkopolskie obejmuje tzw. ility zielone i ility płomieniste. W ostatnich latach genezę tych bardzo drobnoziarnistych osadów (w rzeczywistości mułów) łączy się z późnoneogeńskim systemem rzeki anastomozującej (np. Widera i in., 2017b, 2019; Maciaszek i in., 2020) lub przejściowej, tj. od anastomozującej do meandrującej (Zieliński, Widera, 2020). Osady ogniwa wielkopolskiego były deponowane od późnego środkowego miocenu do wczesnego pliocenu – ok. 13,7–5,0 mln lat temu (Piwocki, Ziemińska-Tworzydło, 1997; Troć, Sadowska, 2006; Kędzior i in., 2021).

Na neogenie erozyjnie zalega czwartorzęd o bardzo zróżnicowanej miąższości, tj. od poniżej 30 m do ponad 70 m w rynnach subglacialnych. Dość często osady czwartorzędowe występują bezpośrednio na stropie pierwszego środkowopolskiego pokładu węglowego, a nawet na osadach podwęglowych (Kozula, 1998). W nadkładzie złoża „Państw IV” różne typy litologiczne osadów glacygenicznych (gliny, muły oraz żwiry i piaski) występują w zbliżonych proporcjach (Widera i in., 2017b).

## METODYKA BADAŃ

Weryfikacja danych otworowych, prace kartograficzne i obserwacje terenowe stanowiły trzy główne grupy metod badawczych wykorzystanych w czasie przygotowania tej pracy. Wszystkie prezentowane badania wykonano w latach 2020–2021.

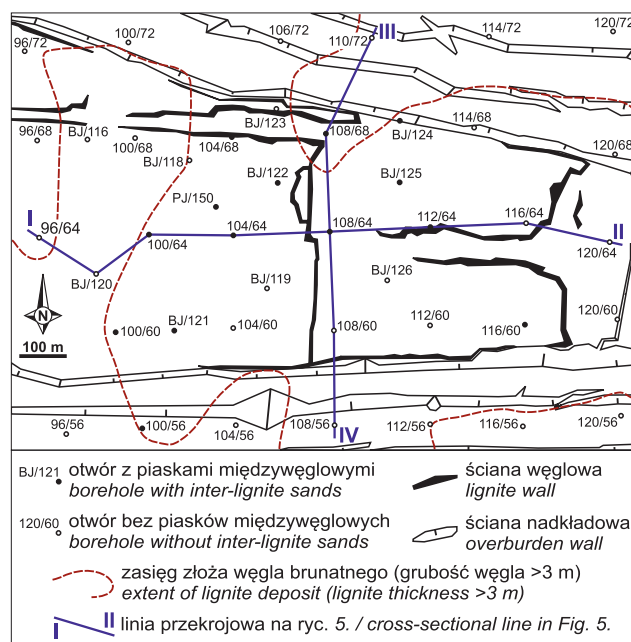
Łącznie profile 43 otworów wiertniczych pozyskano z archiwum geologicznego KWB *Konin*. Pochodziły one z dwóch źródeł, tj. z dodatku do dokumentacji geologicznej złoża „Pątnów IV” (Kozula, 1998) oraz z materiałów własnych kopalni. W ostatnim przypadku chodzi o profile dodatkowych 10 z 12 otworów (oznaczonych jako BJ/XXX), wykonanych w celu uszczegółowienia zalegania pokładu węglowego (ryc. 3). Prace te pozwoliły na zwiększenie zasobów złoża „Pątnów IV” w jego „zatoce wschodniej” o 350 tys. Mg węgla brunatnego – informacje z Działu Geologicznego KWB *Konin*.

Spośród ww. otworów w 14 z nich zidentyfikowano obecność co najmniej jednej warstwy piasków w pokładzie węglowym (tab. 1, ryc. 3). Z kolei informacje z 13 profili otworów wykorzystano do stworzenia dwóch uproszczonych przekrojów geologicznych I–II i III–IV. Poprowadzono je tak, że mają one w przybliżeniu przebieg W–E i N–S oraz ukazują przede wszystkim kształt warstw piasków w obrębie eksploatowanego pokładu węgla brunatnego (por. ryc. 3 i 4).

Badania terenowe przeprowadzono latem 2020 r. oraz w sezonie letnio-jesiennym 2021 r. Obejmowały one obserwacje sedimentologiczne, pobór 14 reprezentatywnych próbek do badań laboratoryjnych (uziarnienie, zawartość organiki) i dokumentację fotograficzną przerostów piaszczystych w pokładzie węglowym. Analiza sedimentologiczna dotyczyła makroskopowej identyfikacji facji piaszczystych, których uziarnienie kontrolnie zbadano metodą sitową. Dodatkowo, gdzie to było możliwe (dostępność do ścian przy rzapiach) wykonano pomiary kąta upadu warstw.

Dla wyróżnionych facji, w celu uproszczenia ich opisu na rycinach (ryc. 5) i w tekście, użyto oryginalnego, literowego kodu facjalnego (Miall, 1977; tab. 2).

Wykorzystując dane otworowe, wsparte obserwacjami terenowymi, wyznaczono i zinterpretowano zasięg dwóch ławic piasków w pokładzie węglowym w „zatoce wschodniej” złoża „Pątnów IV” – odkrywka Józwin IIB (ryc. 6). Na koniec podjęto próbę rekonstrukcji rozwoju środkowio-



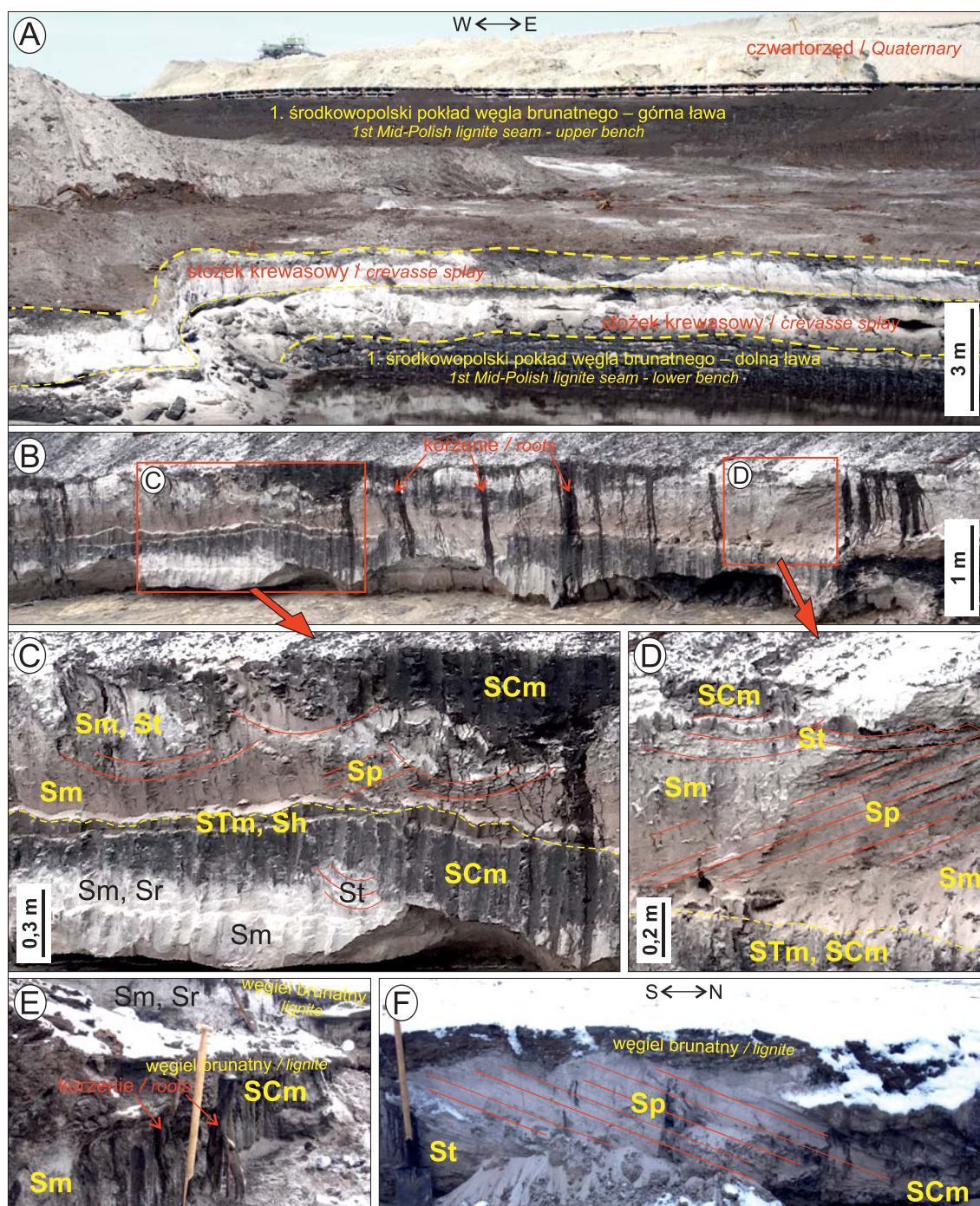
**Ryc. 3.** Szkic mapy dokumentacyjnej „zatoce wschodniej” (złożo „Pątnów IV”, odkrywka Józwin IIB) z lokalizacją otworów wiertniczych i przekrojów geologicznych pokazanych na ryc. 5

**Fig. 3.** Sketch of the documentation map of the “eastern bay” (“Pątnów IV” lignite deposit, Józwin IIB opencast mine) with the location of boreholes and geological cross-sections shown in Fig. 5

**Tab. 1.** Podstawowe parametry eksploatowanego pokładu węgla brunatnego i przerostów piaszczystych w nim występujących („zatoce wschodnia” złoża „Pątnów IV”, odkrywka Józwin IIB)

**Table 1.** Main parameters of the exploited lignite seam and sandy interbeddings occurring in it (“eastern bay” of the „Pątnów IV” deposit, Józwin IIB opencast mine)

Nr otworu <i>Borehole No.</i>	Rzędna otworu [m n.p.m.] <i>Borehole elevation [m a.s.l.]</i>	Rzędna spągu – stropu węgla brunatnego [m n.p.m.] <i>Elevation of lignite bottom – roof [m a.s.l.]</i>	Rzędna spągu – stropu piasków [m n.p.m.] <i>Elevation of sands base – top [m a.s.l.]</i>	Miaższość piasków [m] <i>Thickness of sands [m]</i>
104/68	102,2	45,2–55,3	47,4–51,1	3,7
108/68	101,3	44,3–49,5	45,2–48,8	3,6
BJ/124	100,3	46,3–53,6	47,3–50,3	3,0
BJ/122	99,7	40,7–49,9	42,9–45,9	3,0
BJ/125	100,2	38,2–48,4	44,2–44,3	0,3
PJ/150	102,1	43,1–53,9	44,4–49,7	5,3
100/64	97,5	40,5–52,1	44,5–47,5 41,5–43,3	3,0 1,8
104/64	100,3	37,5–47,3	40,4–42,4	2,0
108/64	100,6	38,9–49,0	41,6–45,6	4,0
112/64	100,4	35,6–46,9	39,4–41,9	2,5
100/60	96,0	33,0–48,7	38,0–42,8	4,8
BJ/121	96,2	36,2–48,4	39,2–43,2	4,0
116/60	100,6	42,2–50,6	45,9–47,5	1,6
100/56	95,8	38,9–49,8	40,8–45,8	5,0



Ryc. 4. Widok badanych piasków zlokalizowanych między dwoma ławami pokładu węglowego w odkrywce Józwin IIB, sierpień–wrzesień 2020 i czerwiec–grudzień 2021. Objaśnienia kodu facjalnego w tabeli 2

Fig. 4. View of the examined sands located between two benches of the lignite seam in the Józwin IIB opencast mine, August–September 2020 and June–December 2021. Explanations of facies codes in Table 2

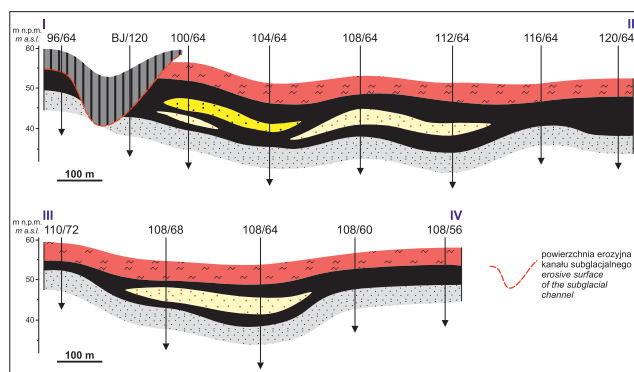
ceńskiego torfowiska, który był co najmniej trzykrotnie zakłócony przez depozycję badanych warstw piaszczystych (ryc. 7).

### WYNIKI BADAŃ

Będące przedmiotem badań piaski międzywęglowe do bezpośrednich obserwacji były dostępne w „zatoce wschodniej” odkrywki Józwin IIB w ostatnich dwóch latach. Odsłaniały się one przy rzapiach, na dystansie ok. 200 m (okolice otworu BJ/122 – lato 2020 r.), ok. 100 m (okolice otworu 112/64 – lato 2021) i ok. 150 m (okolice otworu

108/68 – jesień 2021 r.), gdzie osiągały miąższość do 2,5–3,0 m (ryc. 3, 4). We wszystkich miejscach górna ława węglowa została już wyeksploatowana, a tylko stropowe warstwy dolnej ławy wystawały ponad zwierciadło wody w rzapiach (ryc. 4). Opisywane piaski międzywęglowe są jednak dwudzielne, co jest wyraźnie podkreślone wzbogaceniem w substancję węglistą w przybliżeniu w 2/3 wysokości warstwy piasków (ryc. 4A–D), a nawet w warstwę węgla o grubości do 20 cm (ryc. 4E).

Pomimo ograniczonego dostępu do ścian (woda w rzapiach) udało się wyróżnić kilka facji piaszczystych wśród badanych osadów. Dominują piaski masywne (facja Sm)



**Ryc. 5.** Uproszczone przekroje geologiczne przedstawiające ułożenie warstw piaszczystych w obrębie pierwszego środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego ze złoża „Państw IV”, odkrywka Józwin IIB. Lokalizacja linii przekrojowych na rycinie 3; większość danych otworowych w tabeli 1

**Fig. 5.** Simplified geological cross-sections showing the arrangement of sandy interbeddings in the 1<sup>st</sup> Mid-Polish lignite seam from the “Państw IV” lignite deposit, Józwin IIB opencast. Location of the cross-sectional lines in Fig. 3; most borehole data in Table 1

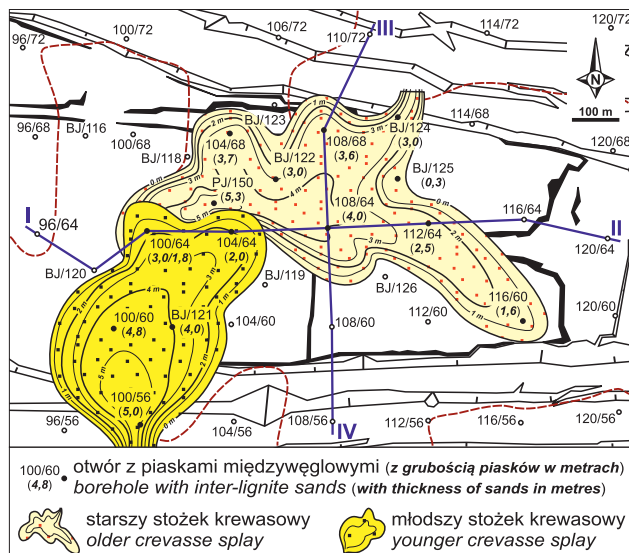
**Tab. 2.** Kodyfikacja literowa facji piaszczystych zastosowana w tej pracy (wg Mialla, 1977)

**Table 2.** Letter codification of sandy facies applied in this paper (after Miall, 1977)

Kod / Code	Opis / Description
Sm	piasek masywny <i>massive sand</i>
St	piasek o strukturze przekątnej rynnowej <i>sand with a trough cross-stratification</i>
Sp	piasek o strukturze przekątnej planarnej <i>sand with a planar cross-stratification</i>
Sh	piasek warstwowany poziomo <i>horizontally (plane-parallel) stratified sand</i>
Sr	piasek warstwowany riplemarkowo <i>sand with ripple cross-lamination</i>
SCm	piasek węglisty o strukturze masywnej <i>carbonaceous sand with a massive structure</i>
STm	piasek pylasty o strukturze masywnej <i>silty sand with a massive structure</i>

oraz masywne piaski węgliste (facja SCm), które występują w stropie dwóch ławic zalegających na sobie. Oprócz tego w kilku miejscach wyróżniono słabo czytelne następujące facje: St, Sh, Sr i STm (tab. 2). Jednak w górnej ławicy piasków dobrze wykształcone są piaski warstwowane planarnie (facja Sp). Facja ta występuje prawie na całej długości wszystkich odsłoneń, osiąga miąższość do 0,6–0,8 m i prawie zawsze jej strop jest erozyjny – facja St (ryc. 4C, D, F). Uśredniony kierunek upadu lamin w obrębie facji Sp wynosi ok. 250° (okolice otworu BJ/122, ryc. 4D) i ok. 330° (okolice otworu 108/68, ryc. 4F), a ich kąty upadu mieszczą się w przedziale 15–25° (ryc. 4D).

Przekroje geologiczne dobrze ukazują architekturę stratygraficzną pierwszego środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego i przerostów piaszczystych w nim występujących (ryc. 5). W ogólnym ujęciu pokład węglowy zalega ciągłą, lekko pofalowaną warstwą o miąższości od 3,0 (otw. 110/72) do 10,4 m (otw. 120/64). Podścielają go piaski formacji koźmińskiej, a przykrywają muły ogniwa wielkopolskiego (formacja poznańska). Wyjątek stanowi wypełnienie rynny subglacialnej (otoczenie otw. 96/64 i BJ/120), gdzie wprost na węglu brunatnym lub piaskach podwęglu-



**Ryc. 6.** Wykartowany zasięg i miąższość warstw piasku w węglu brunatnym w „zatoce wschodniej” złoża „Państw IV” (odkrywka Józwin IIB). Porównaj z ryciną 4 i 5 oraz danymi z tabeli 1

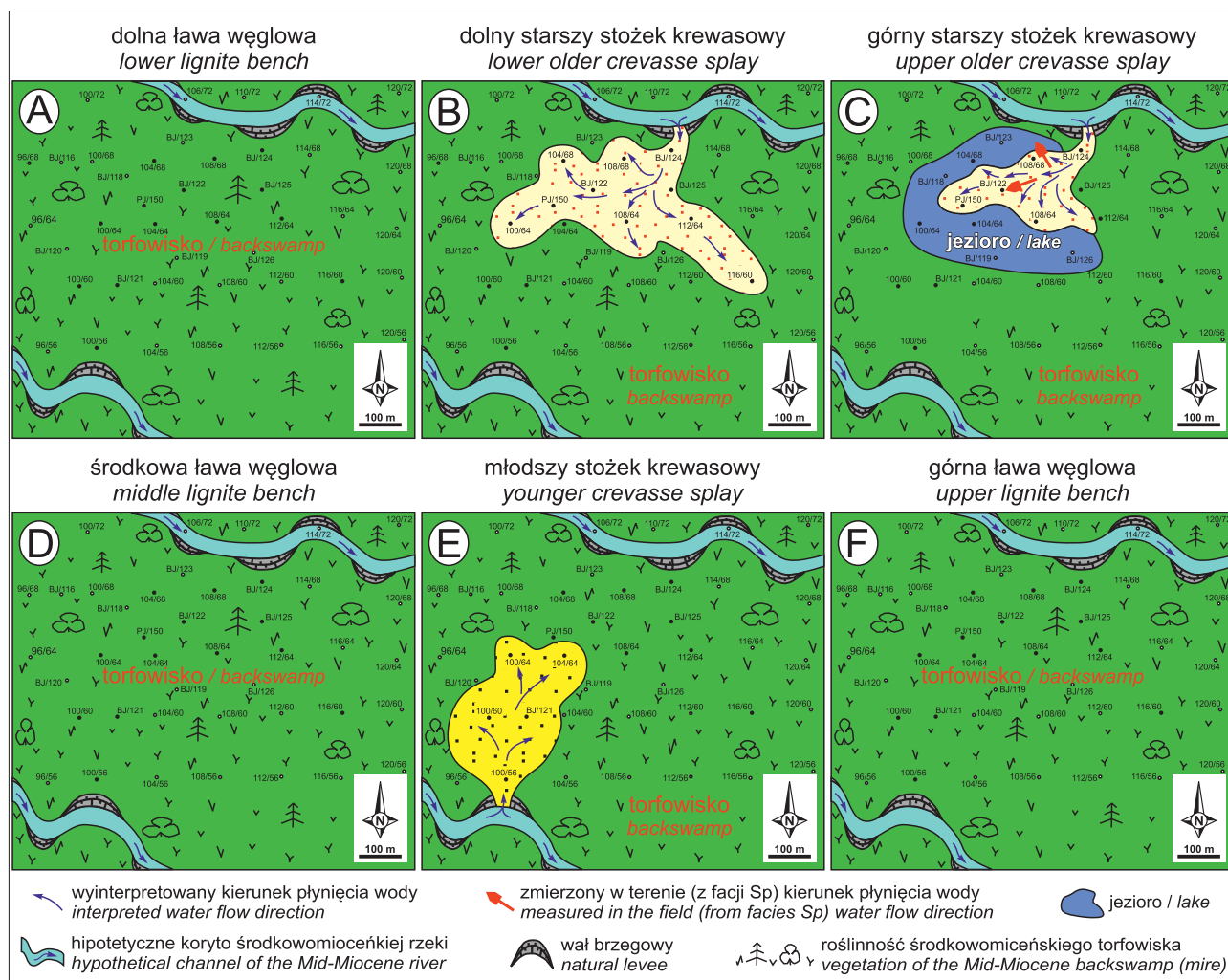
**Fig. 6.** Mapped extent and thickness of sandy layers in lignite from the “eastern bay” of the “Państw IV” deposit (Józwin IIB opencast mine). Compare with Figs. 4, 5 and data from Table 1

wych zalegają gliny lodowcowe. W większości otworów, w których nawiercono piaski międzywęglowe, w tym te wzdłuż linii przekrojowych I–II i III–IV, występuje jedna ławica piasków. Wyjątek stanowi otwór 100/64, gdzie występują dwie ławice piaszczyste, rozdzielające pokład węglowy na trzy ławy. Podobną sytuację (2 przerosty, ławice piaszczyste i 3 ławy węglowe w superpozycji) wyinterpretowano między otworami 104/64 i 108/64 (ryc. 5).

Efektom prac kartograficznych jest mapa miąższościowa zasięgu przewarstwień piaszczystych w eksploatawanym pokładzie węgla brunatnego. Na podstawie danych archiwalnych (dane otworowe) i terenowych (prace kartograficzne i sedymentologiczne) wykreślono zasięg dwóch litosomów piaszczystych, z których pierwszy, starszy obejmujące dwie ławice piasków (por. ryc. 4A–C, 5 i 6). Jego rozciągłość w kierunku WNW–ESE przekracza 0,9 km, w kierunku NE–SW sięga 0,4 km, a maksymalna miąższość w otw. PJ/150 wynosi 5,3 m. Natomiast w przypadku drugiego, młodszego litosomu brak odsłoneń terenowych uniemożliwia wypowiedzanie się na temat jego budowy wewnętrznej. Jego rozmiary wynoszą ok. 0,6 km w kierunku N–S i ok. 0,4 km w kierunku W–E, zaś maksymalną miąższość osiąga w otw. 100/56. Oba litosomy piaszczyste w planie częściowo nakładają się na siebie, np. w otoczeniu otw. 100/64 i 104/64 (por. ryc. 5 i 6).

## INTERPRETACJA WYNIKÓW

Badane osady reprezentują piaski drobno- i średnioziarniste, gdyż ich średnia średnica mieści się odpowiednio w przedziale 0,19–0,23 mm i 0,25–0,27 mm. W obu wyróżnionych ławicach piaszczystych, rozdzielonych piaskami organicznymi (facja SCm o zawartości organiki <1% wag.), a lokalnie także węglem brunatnym o grubości 5–20 cm (ryc. 4A–E), nie zaznacza się ani normalna, ani odwrócona frakcjonalność uziarnienia. Wyjątek stanowią piaski facji Sp (tab. 2), zinterpretowane w dalszej części tej pracy jako



**Ryc. 7.** Propozycja modelu koncepcyjnego dla rozwoju środkowomiocenijskiego torfowiska na obszarze badań przerywanego depozycją piasków w czasie powodzi. Porównaj z ryciną 5 i 6

**Fig. 7.** Proposition of a conceptual model for the development of the Middle Miocene backswamp in the study area interrupted by sand deposition during floods. Compare with Figs. 5 and 6

mikrodeltowe (ryc. 4F), które charakteryzują się normalnym uziarnieniem frakcjonalnym. Pomimo dużego podobieństwa teksturalnego, to piaski obu ławic bardzo różnią się pod względem strukturalnym.

Dolna ławica charakteryzuje się dominacją piasków masywnych (facja Sm) i tylko w kilku miejscach wyróżnionymi piaskami warstwowanymi przekątnie rynnowo (<20–30 cm) lub riplemarkowo (<5 cm), czyli facje St i Sr (ryc. 4C, E). Masywną strukturę należy interpretować jako skutek dobrego wysortowania, braku zróżnicowania kolorystycznego i wzbogacenia w substancję organiczną, np. tzw. sieczkę węglową. Warstwowania przekątne (facje St i Sr) są zapisem w osadzie przemieszczania się form dna, takich jak małe megariplemarki i riplemarki. Z kolei ślady warstwowania (laminacji) horyzontalnej (facja Sh) są zapisem płynięcia wody po całej powierzchni depozycyjnej (Allen, 1965; Zieliński, 2014). Można więc przyjąć, że dolna ławica piaszczysta w postaci stożka krewasowego była deponowana w czasie powodzi na „suchej” powierzchni środkowomiocenijskiego torfowiska (Bristow i in., 1999; Gębica, Sokołowski, 2001; Widera i in., 2017a; Chomiak, 2020).

W przypadku górnej ławicy piaszczystej, na przeważającej długości dostępnych odsłonięć, występuje tylko

jedna facja, tj. Sp (ryc. 4D, F). Te piaski warstwowane planarnie (facja Sp) są w wielu miejscach zaburzone przez korzenie drzew i krzewów (z których powstała górna ławica węglowa) lub są wyraźnie ścięte erozyjnie – facja St (ryc. 4B–D, F). Obecność stromo nachylonych (do 25°) frontów progradacyjnych (ryc. 4D, F) pozwala interpretować górną ławicę piaszczystą jako mikrodeltę krewasową. Oznacza to, że depozycja zachodziła w jeziorze, które występowało na powierzchni torfowiska (Teisseyre, 1985; Zwoliński, 1985; Bristow i in., 1999; Gębica, Sokołowski, 2001; Zieliński, 2014; Chomiak i in., 2019).

Na podstawie wyników prac kartograficznych (dane otworowe i obserwacje terenowe) okazało się, że w obrębie eksploatowanego pokładu węglowego (złoże „Państw IV”, odkrywka Józwin IIB) występują piaski co najmniej dwóch stożków krewasowych (ryc. 5, 6). Natomiast licząc opisane wyżej dwie ławice piaszczyste (występujące w superpozycji) jako dwa stożki, to w pełni uzasadnione jest mówienie nawet o trzech stożkach krewasowych. Wykartowana powierzchnia starszego stożka wynosi ok. 0,18 km<sup>2</sup>, a młodszego ok. 0,12 km<sup>2</sup>. Należy jednak zauważyć, że w otw. 100/64 i wokół niego oraz w otoczeniu otw. 104/64 oba stożki (litosomy piaszczyste) nakładają się na siebie (por. ryc. 5 i 6). Maksymalna miąższość wykartowanych osadów

stożków krewasowych wynosi odpowiednio 5,3 i 5,0 m (por. tab. 1 i ryc. 6). Należy to tłumaczyć zróżnicowaną grubością i podatnością na kompaktację niżej zalegających torfów, później przekształconych w węgiel brunatny (Widera, 2013a, b, 2020, 2021).

## DYSKUSJA

Krótkiej dyskusji wymaga kilka kwestii związanych zarówno z akumulacją piasków na środkowomiocenijskim torfowisku, jak i ich negatywny wpływ na prace górnicze. Etapy rozwoju torfowiska na obszarze badań i depozycji co najmniej 3 stożków krewasowych na jego powierzchni przedstawiono w postaci graficznej (ryc. 7). Obszar badań, tj. „zatocka wschodnia” złoża „Pałtów IV”, znajdował się wtedy w strefie międzykorytowej hipotetycznej, środkowomiocenijskiej rzeki. Należy w tym miejscu zauważyć, że dotychczas nigdzie nie zostały odsłonięte osady korytowe tej rzeki, stąd nie rozstrzygnięto jaki typ morfologiczny ona reprezentowała – meandrujący czy anastomozujący. (Widera, 2016; Widera i in., 2021a, b).

Po osadzeniu się dolnego starszego stożka (ryc. 7B) nastąpiła przerwa w akumulacji piasków, co potwierdza obecność piasków węglistych i węgla brunatnego o miąższości do 20 cm (por. ryc. 4C i 4E). Szacuje się, że powstanie takiej warstwy węgla mogło trwać nawet 8 tys. lat (Chomiak, 2020; Widera i in., 2021a). Następnie doszło do nadbudowania, zapewne z kierunku NE, górnego starszego stożka krewasowego – mikrodelty krewasowej. W tym przypadku piaski były jednak deponowane w jeziorze (ryc. 7C), na co jednoznacznie wskazują szeroko rozprzestrzenione warstwowania planarne – facja Sp (ryc. 4B, D, F). Wyniki pomiarów kierunków paleotransportu potwierdzają wykarutowany, „palczasty” kształt tego stożka, zwłaszcza jego górnego członu, czyli mikrodelty krewasowej. Następnie doszło do względnie długotrwałej akumulacji torfu – obecnie 1,2 m węgla między warstwami piasku w otw. 100/64 (por. tab. 1 i ryc. 5). Na podstawie wyżej podanych danych (1 m węgla tego pokładu powstawał przez ok. 40 tys. lat; Chomiak, 2020; Widera i in., 2021a) można stwierdzić, że młodszy stożek krewasowy, będący efektem kolejnej (co najmniej trzeciej) powodzi, powstał nawet po ok. 48 tys. lat. W tym przypadku wody powodziowe pochodziły z koryta rzecznego, które znajdowało się po południowej stronie obszaru badań (ryc. 7E).

Badane stożki krewasowe nie należą do unikatowych paleoform, których piaszczyste osady zalegają w obrębie pierwszego środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego w okolicach Konina. Na przykład, w pobliskiej odkrywce Tomisławice opisano osady dwóch stożków krewasowych, które rozdzielała warstwa węgla o miąższości do 20 cm (Widera, 2016; Widera i in., 2017; Chomiak, 2020). Z kolei górny człon starszego z opisywanych stożków, który powstał w płytkim jeziorze w formie mikrodelty krewasowej, jest podobny teksturalnie, strukturalnie i genetycznie do stożka (mikrodelty) krewasowego znanego z innej części odkrywki Józwin IIB (Chomiak i in., 2019).

W przeciwieństwie do wcześniej zidentyfikowanych osadów stożków krewasowych, badane i opisane w tej pracy przewarstwienia piaszczyste, zinterpretowane też jako osady stożków krewasowych, miały/mają duży wpływ na działalność górniczą KWB *Konin*. Wynika to z faktu, że wcześniej odsłonięte warstwy piasku występowały w brzeżnych lub przyspagowych częściach pokładu węglowego.

Innymi słowy, pozostawiono w złożu dolną ławę węglową, która miała kilkakrotnie mniejszą grubość niż główna, górna ława węglowa. W przypadku badanym powyżej obie ławy węglowe (dolna i górna), a miejscami także trzecia (środkowa) cechowały się zbliżoną średnią miąższością. Dlatego KWB *Konin* rozważała wydobycie także dolnej ławy węgla brunatnego. W tym celu wykonano wzmiankowane 12 otworów z powierzchni terenu, co było dość kosztowne. Następnie planowano selektywne zdjęcie międzywęglowych piasków w celu odsłonięcia dolnej (miejscami też środkowej) ławy węglowej. Usunięcie tych piasków wiązałoby się z relatywnie niedużymi kosztami. Jednak wydobycie dodatkowych ok. 350 tys. Mg węgla z dolnej ławy wymagałoby obniżenia wód poziomu kredowo-neogeńskiego o blisko 10 m i utrzymanie tak rozbudowanego leja depresji przez co najmniej kilka miesięcy. Pociągnęłoby to najwyższe nakłady finansowe, które wraz z kosztami przemieszczenia piasków międzywęglowych przekroczyłyby korzyści wynikające z eksploatacji dolnej ławy węglowej. Dlatego ostatecznie zrezygnowano z wydobycia ww. 350 tys. Mg węgla brunatnego zalegającego w dolnej ławie (por. ryc. 4A i 5) – informacje z Działu Geologicznego KWB *Konin*.

## WNIOSKI

1. W związku z wyczerpywaniem się złóż węgla brunatnego w rejonie konińskim KWB *Konin* była zainteresowania w ostatnich latach wydobyciem ok. 350 tys. Mg węgla z dolnej ławy węglowej występującej w „zatoce wschodniej” złoża „Pałtów IV”. Dzięki dodatkowym wierceniom i odsłonięciom kopalnianym możliwe było dość dobre poznanie wykształcenia teksturalno-strukturalnego przerostów piaszczystych występujących w eksploatacyjnym w odkrywce Józwin IIB pierwszym środkowopolskim pokładzie węgla brunatnego, a także wyznaczenie ich lateralnego rozprzestrzenienia.

2. Praktyczne zainteresowanie przewarstwieniami piaszczystymi (możliwość wydobycia dolnej ławy węglowej) pozwoliło także na wykonanie ich analizy sedymentologicznej poprzez wydzielenie kilku facji piaszczystych: Sp, St, Sm, Sh, Sr, SCm i STm. W efekcie przeprowadzonych badań genezę warstw piasków w węglu ze złoża „Pałtów IV” przypisano stożkom (glifom) krewasowym.

3. Wspomniane piaski międzywęglowe reprezentują co najmniej trzy ławice, odpowiadające kolejnym generacjom stożków krewasowych, które powstały na obszarze środkowomiocenijskiego torfowiska w wyniku powodzi, pochodzących z koryt rzeki opływającej to torfowisko. W przypadku starszego stożka krewasowego stwierdzono, że obejmuje on w rzeczywistości osady dwóch stożków rozdzielonych cienką warstwą węgla brunatnego.

4. Osady dolnej części starszego stożka były deponowane na „suchej” powierzchni torfowiska, zaś osady jego górnej części – w płytkim jeziorze, które okresowo występowało na powierzchni tego torfowiska. W ostatnim przypadku można mówić o mikrodelcie krewasowej z typowymi, stromymi frontami progradacyjnymi.

5. Niestety badane międzywęglowe osady piaszczyste stanowią duże utrudnienie w działalności górniczej KWB *Konin*. Pomimo poniesionych kosztów na wykonanie otworów, dzięki którym określono wielkość zasobów węgla, w tym w dolnej ławie, zrezygnowano z wydobycia wspomnianych, dodatkowych 350 tys. Mg węgla brunatnego

w odkrywce Józwin IIB. Uznano, że nakłady finansowe, które KWB *Konin* musiałaby ponieść na selektywne wydobywanie piasków międzywęglowych i obniżenie zwierciadła wód podziemnych (poziom kredowo-neogeński), znacznie przekraczałyby korzyści, jakie przyniosłaby eksploatacja dolnej ławy węglowej.

Autorzy serdecznie dziękują Recenzentom – anonimowemu i prof. Z. Kasztelewiczowi (AGH Kraków), za uwagi i czas poświęcony na bardzo pozytywną ocenę naszej pracy. Prezentowany artykuł został sfinansowany z funduszy Narodowego Centrum Nauki, grant nr 2017/27/B/ST10/00001 (MW).

## LITERATURA

- ALLEN J.R.L. 1965 – A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. *Sedimentology*, 5: 89–191.
- BRISTOW C.S., SKELLY R.L., ETHRIDGE F.G. 1999 – Crevasse splays from the rapidly aggrading, sand-bed, braided Niobrara River, Nebraska: Effect of base-level rise. *Sedimentology*, 46: 1029–1047.
- CHOMIAK L. 2020 – Crevasse splays within a lignite seam at the Tomisławice opencast mine near Konin, central Poland: architecture, sedimentology and depositional model. *Geologos*, 26: 25–37.
- CHOMIAK L., WACHOCKI R., MACIASZEK P., WIDERA M., ZIELIŃSKI T. 2019 – Seismically deformed the crevasse-splay microdelta deposits – an example from Mid-Miocene of Poland. *Geol. Quart.*, 63: 162–177.
- CHOMIAK L., URBAŃSKI P., WIDERA M. 2020 – Architektura i geneza ilów w górnym poziomie węgla brunatnych formacji poznańskiej (środkowy miocen) – odkrywka Tomisławice koło Konina w środkowej Polsce. *Prz. Geol.*, 68: 526–534.
- DADLEZ R., MAREK S., POKORSKI J. (red.) 2000 – Mapa Geologiczna Polski bez kenozoiku w skali 1 : 1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GĘBICA P., SOKOŁOWSKI T. 2001 – Sedimentological interpretation of crevasse splays formed during the extreme 1997 flood in the upper Vistula river valley (South Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 71: 53–62.
- KASZTELEWICZ Z., PTAK M., SIKORA M. 2018 – Węgiel brunatny optymalnym surowcem energetycznym dla Polski. *Zesz. Nauk. IGSMiE PAN*, 106: 61–84.
- KĘDZIOR A., WIDERA M., ZIELIŃSKI T. 2021 – Ancient and modern anastomosing rivers: insights from sedimentological and geomorphological case studies of the Triassic, Neogene and Holocene of Poland. *Geol. Quart.*, 65: 54.
- KOZULA R. 1998 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii B złoża węgla brunatnego Pątnów IV. Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A., Wrocław.
- MACIASZEK P., CHOMIAK L., URBAŃSKI P., WIDERA M. 2020 – New insights into the genesis of the “Poznań Clays” – upper Neogene of Poland. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 30: 18–32.
- MIALL A.D. 1977 – A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Sci. Rev.*, 13: 1–62.
- PIWOCKI M., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1995 – Litostratygrafia i poziomy spорово-пылькове neogenu na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, 43: 916–927.
- PIWOCKI M., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1997 – Neogene of the Polish Lowlands – lithostratigraphy and pollen-spore zones. *Geol. Quart.*, 41: 21–40.
- SADOWSKA A., GIŻA B. 1991 – Flora i wiek węgla brunatnego z Pątnowa. *Acta Palaeobot.*, 31: 201–214.
- SŁODKOWSKA B., WIDERA M. 2021 – Vegetation response to environmental changes based on palynological research on the Middle Miocene lignite at the Józwin IIB open-cast mine (Konin region, central Poland). *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 91: 149–166.
- TEISSEYRE A.K. 1985 – Recent overbank deposits of the Sudetic valleys, SW Poland. Part I: general environmental characteristics (with examples from the upper River Bóbr drainage basin). *Geol. Sudet.*, 20: 113–195.
- TROĆ M., SADOWSKA A. 2006 – Wieki utworów formacji poznańskiej rejonu Poznania. *Prz. Geol.*, 54: 588–593.
- WIDERA M. 1998 – Ewolucja paleomorfologiczna i paleotektoniczna elewacji konińskiej. *Geologos*, 3: 55–103.
- WIDERA M. 2007 – Litostratygrafia i paleotektonika kenozoiku podplejstocenijskiego Wielkopolski. *Wyd. Nauk. UAM, Poznań*.
- WIDERA M. 2013a – Uwagi o wyznaczeniu współczynnika kompaktacji ksyliatów dla pierwszego środkowopolskiego pokładu węgla brunatnego w centralnej Polsce. *Prz. Geol.*, 61: 304–310.
- WIDERA M. 2013b – Changes of the lignite seam architecture – a case study from Polish lignite deposits. *Int. J. Coal Geol.*, 114: 60–73.
- WIDERA M. 2016 – Depositional environments of overbank sedimentation in the lignite-bearing Grey Clays Member: New evidence from Middle Miocene deposits of central Poland. *Sediment. Geol.*, 335: 150–165.
- WIDERA M. 2017 – Sedimentary breccia formed atop a Miocene crevasse-splay succession in central Poland. *Sediment. Geol.*, 360: 96–104.
- WIDERA M. 2020 – Slump folds within mid-Miocene crevasse-splay deposits: a unique example from the Tomisławice lignite opencast mine in central Poland. *Geol. Quart.*, 64: 711–722.
- WIDERA M. 2021 – Geologia polskich złóż węgla brunatnego. *Bogucki Wyd. Nauk., Poznań*.
- WIDERA M., CHOMIAK L., GRADECKI D., WACHOCKI R. 2017a – Osady gliku krewasowego z miocenu Polski środkowej w okolicach Konina. *Prz. Geol.*, 65: 251–258.
- WIDERA M., KOWALSKA E., FORTUNA M. 2017b – A Miocene anastomosing river system in the area of Konin Lignite Mine, central Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 87 (2): 157–168.
- WIDERA M., CHOMIAK L., ZIELIŃSKI T. 2019 – Sedimentary facies, processes and paleochannel pattern of an anastomosing river system: an example from the Upper Neogene of Central Poland. *J. Sediment. Res.*, 89: 487–507.
- WIDERA M., BECHTEL A., CHOMIAK L., MACIASZEK P., SŁODKOWSKA B., WACHOCKI R., WOROBIEC E., WOROBIEC G., ZIELIŃSKI T. 2021a – Palaeoenvironmental reconstruction of the Konin Basin (central Poland) during lignite accumulation linked to the Mid-Miocene Climate Optimum. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 568: 110307.
- WIDERA M., ZIELIŃSKI T., CHOMIAK L., MACIASZEK P., WACHOCKI R., BECHTEL A., SŁODKOWSKA B., WOROBIEC E., WOROBIEC G. 2021b – Tectonic-climatic interactions during changes of depositional environments in the Carpathian foreland: An example from the Neogene of central Poland. *Acta Geol. Pol.*, 71: 519–542.
- ZIELIŃSKI T. 2014 – Sedymentologia. Osady rzek i jezior. *Wyd. Nauk. UAM, Poznań*.
- ZIELIŃSKI T., WIDERA M. 2020 – Anastomosing-to-meandering transitional river in sedimentary record: a case study from the Neogene of central Poland. *Sediment. Geol.*, 404: 105677.
- ZWOLIŃSKI Z. 1985 – Sedymentacja osadów przyrostu pionowego na terasie zalewowej Parsęty. *Bad. Fiz. Pol. Zach.*, 35A: 205–238.
- ŻEŁAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARKOWSKI P.H., KONON A., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K. 2011 – Regionalizacja tektoniczna Polski. *Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław*.

Praca wpłynęła do redakcji 14.12.2021 r.  
Akceptowano do druku 12.01.2022 r.