

## **Atlas geologiczny wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce, T. 3: wnioski i uwagi odnośnie dalszego wykorzystania złóż węgla brunatnego w Polsce oraz sprawiedliwej transformacji energetycznej**

**Paweł Urbański<sup>1</sup>, Jacek R. Kasiński<sup>2</sup>, Paweł H. Karnkowski<sup>3</sup>**



P. Urbański



J.R. Kasiński



P.H. Karnkowski

**Brown coal deposits in Poland in the context of energy transition: insights from the *Geological atlas of selected lignite deposits in Poland (Vol. 3)* and their implications for energy security and just transition.** Prz. Geol., 74: 439–451; doi: 10.7306/2026.37

**Redaktor prowadzący: Łukasz Machniak**

*A b s t r a c t.* The recently completed third volume of the Geological atlas of selected lignite deposits in Poland documents geological, resource and technological parameters of deposits located in the Bełchatów, Legnica, Łódź and Radom regions. The atlas integrates cartographic information, tabulated resource data and comparative indicators such as the overbur-

den-to-seam ratio ( $N : W$ ), seam thickness, calorific value, and ash and sulphur content. Based on these data, a comparative analysis was performed for the most significant deposits, including the Złoczew and Legnica (North, East, West) fields, as well as the operating Bełchatów field. The results indicate that Złoczew and Legnica represent advanced and high-capacity deposits with favourable geological-mining characteristics and resource parameters, which position them among potential future extraction areas. Their cumulative resource base and technical feasibility suggest that brown coal may continue to play a transitional role in Poland's power system until zero-emission capacities become operational. The findings are considered in the broader context of the ongoing energy transition, in which security of supply and just transition considerations have become increasingly relevant. In particular, the development of new stable capacities may mitigate the transition gap between declining coal-based generation and the delayed implementation of nuclear and large-scale renewables. The presented assessment highlights the strategic relevance of domestic brown coal resources during the transitional phase and provides evidence-based insights for the energy and raw materials policy debate in Poland.

**Keywords:** brown coal, lignite deposits, resource potential, energy transition, energy security, just transition, Złoczew, Legnica, Bełchatów

Dobiega końca realizacja edycji *Atlasu geologicznego wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce*, opracowanego w trzech tomach: t. 1 – rejon zachodni i rejon Wielkopolski (Kasiński i in., 2019), t. 2 – rejon północno-zachodni i rejon koniński (Kasiński, Urbański, 2022) oraz t. 3 – rejon bełchatowski, legnicki, łódzki i radomski (Urbański, Kasiński, 2025) (ryc. 1A). W 2025 r. przygotowano trzeci tom *Atlasu...* (Urbański, Kasiński, 2025), który w listopadzie tego samego roku został poddany procedurze recenzyjnej oraz komisyjnej ocenie merytorycznej. Podczas posiedzenia Komisji Opracowań Geologicznych (KOG) odbyła się obszerna i merytorycznie pogłębiona dyskusja nad jego treścią oraz nad wnioskami zawartymi w recenzjach. W jej następstwie zrodziła się koncepcja przygotowania niniejszego artykułu, którego celem jest przedstawienie wybranych zagadnień podniesionych w recenzjach, a także uwag i refleksji sformułowanych w trakcie obrad KOG.

### **ATLAS..., T. 3**

Omawiany *Atlas...* stanowi trzecią część kompleksowego opracowania poświęconego złożom węgla brunatnego w Polsce (ryc. 1B). Układ redakcyjny i merytoryczny

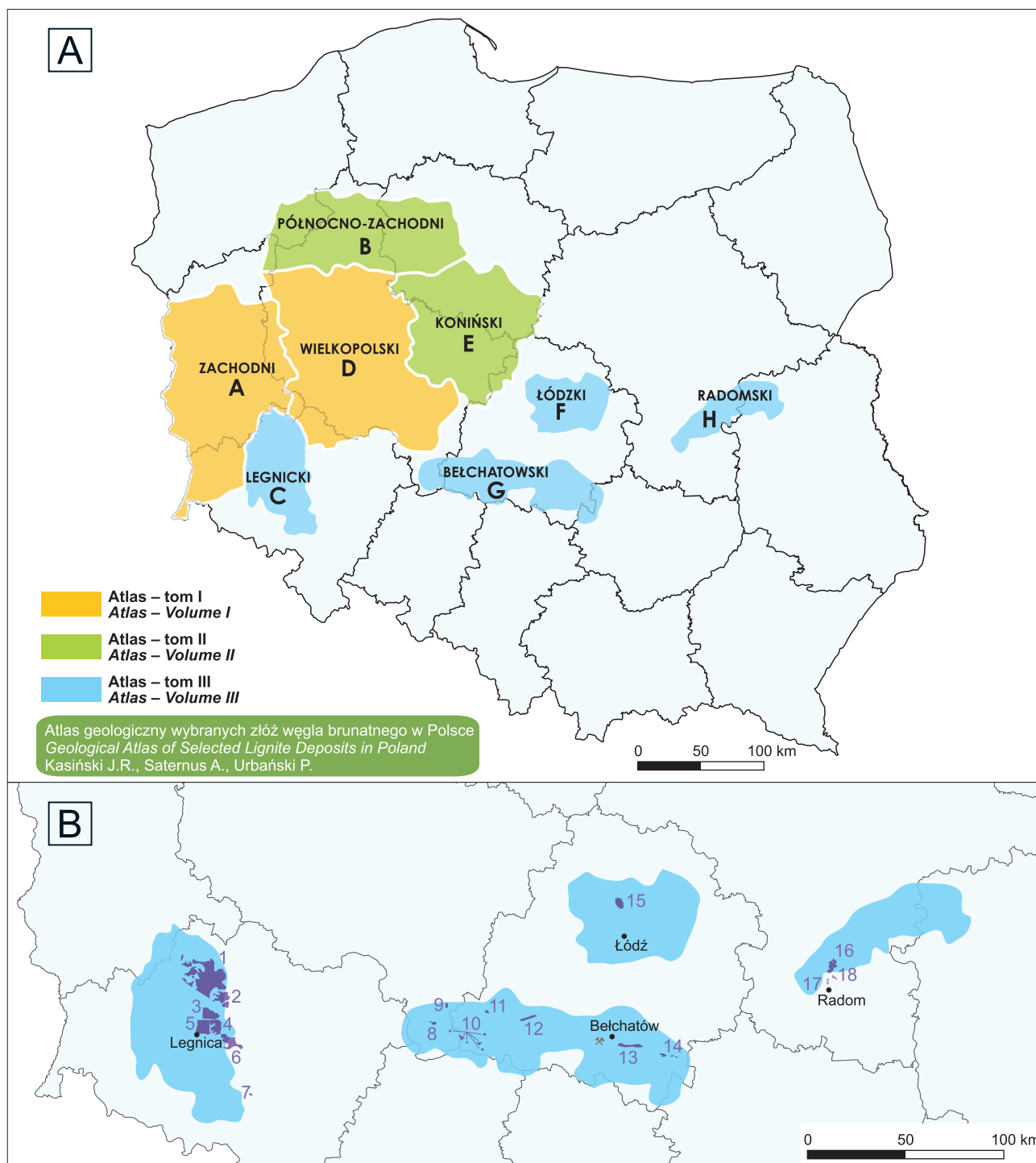
wypracowany w poprzednich tomach (2019, 2022) został konsekwentnie utrzymany, co zapewnia ciągłość metodologiczną oraz porównywalność prezentowanych danych. Tom liczy 144 strony i jest syntezą kartograficzno-opisową, obejmującą rozmieszczenie, parametry geologiczno-zasobowe oraz stan rozpoznania złóż węgla brunatnego w rejonach bełchatowskim, legnickim, łódzkim i radomskim. Do jego zasadniczych walorów należy wysoka szczegółowość danych zasobowych oraz integracja informacji geologicznych z uwarunkowaniami hydrogeologicznymi, w tym z lokalizacją Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP), a także z podstawowymi wskaźnikami eksploatacyjnymi. Na podkreślenie zasługują również jednolite założenia kartograficzne oraz klarowny podział na arkusze tematyczne, co sprzyja systematycznej analizie przestrzennej. Atlas jest podzielony na sekwencje map z opisami towarzyszącymi i tabelami liczbowymi. Układ numeracji figur jest logiczny (serie 2.x, 3.x, 4.x, 5.x). Zachowana jest spójność narracji: tekst → mapa → tabela. Spis treści i indeks map są dobrze przygotowane, choć nie zawsze ułatwiają szybkie wyszukiwanie informacji.

Pewne niedostatki dotyczą natomiast warstwy metodologicznej, w szczególności braku pełnych definicji części

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; [pawel.urbanski@pgi.gov.pl](mailto:pawel.urbanski@pgi.gov.pl); ORCID ID: 0000-0002-5440-6562

<sup>2</sup> Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego; [jacekkasinski02@gmail.com](mailto:jacekkasinski02@gmail.com); ORCID ID: 0000-0002-9349-5051

<sup>3</sup> Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; [Karnkowski@uw.edu.pl](mailto:Karnkowski@uw.edu.pl); ORCID ID: 000-0003-1168-3786



**Ryc. 1.** Rejony występowania złóż węgla brunatnego w Polsce. **A** – regionalny zasięg występowania złóż opracowany w *Atlasie geologicznym wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce*; **B** – lokalizacja wybranych złóż przedstawionych w t. 3 *Atlasu...*: 1 – Ścinawa-Głogów; 2 – Ścinawa; 3 – Legnica – p. Północne; 4 – Legnica – p. Wschodnie; 5 – Legnica – p. Zachodnie; 6 – Ruja; 7 – Siedlimowice; 8 – Rzetnia; 9 – Huby; 10 – Wieruszów; 11 – Węglewice; 12 – Złoczew; 13 – Bełchatów – p. Kamięński; 14 – Łęki Szlacheckie; 15 – Rogóżno; 16 – Głowaczów; 17 – Owadów; 18 – Wola Owadowska

**Fig. 1.** Distribution of lignite deposits in Poland. **A** – regional extent of lignite distribution as presented in the *Geological atlas of selected lignite deposits in Poland*; **B** – location of selected deposits as shown in Volume 3 of the *Geological atlas...*: 1 – Ścinawa-Głogów; 2 – Ścinawa; 3 – Legnica – p. Północne; 4 – Legnica – p. Wschodnie; 5 – Legnica – p. Zachodnie; 6 – Ruja; 7 – Siedlimowice; 8 – Rzetnia; 9 – Huby; 10 – Wieruszów; 11 – Węglewice; 12 – Złoczew; 13 – Bełchatów – p. Kamięński; 14 – Łęki Szlacheckie; 15 – Rogóżno; 16 – Głowaczów; 17 – Owadów; 18 – Wola Owadowska

wskaźników oraz nie zawsze jednoznacznego wskazania źródeł danych. Ograniczeniem technicznym jest także obniżona czytelność niektórych map w wersji cyfrowej (PDF) przy dużych powiększeniach, co utrudnia analizę szczegółowych elementów treści kartograficznej.

Celem opracowania jest udokumentowanie złóż węgla brunatnego z podziałem na zasadnicze rejony eksploatacyjne. Zakres geograficzny obejmuje główne obszary występowania węgla brunatnego w środkowej i zachodniej Polsce, natomiast zakres tematyczny koncentruje się na

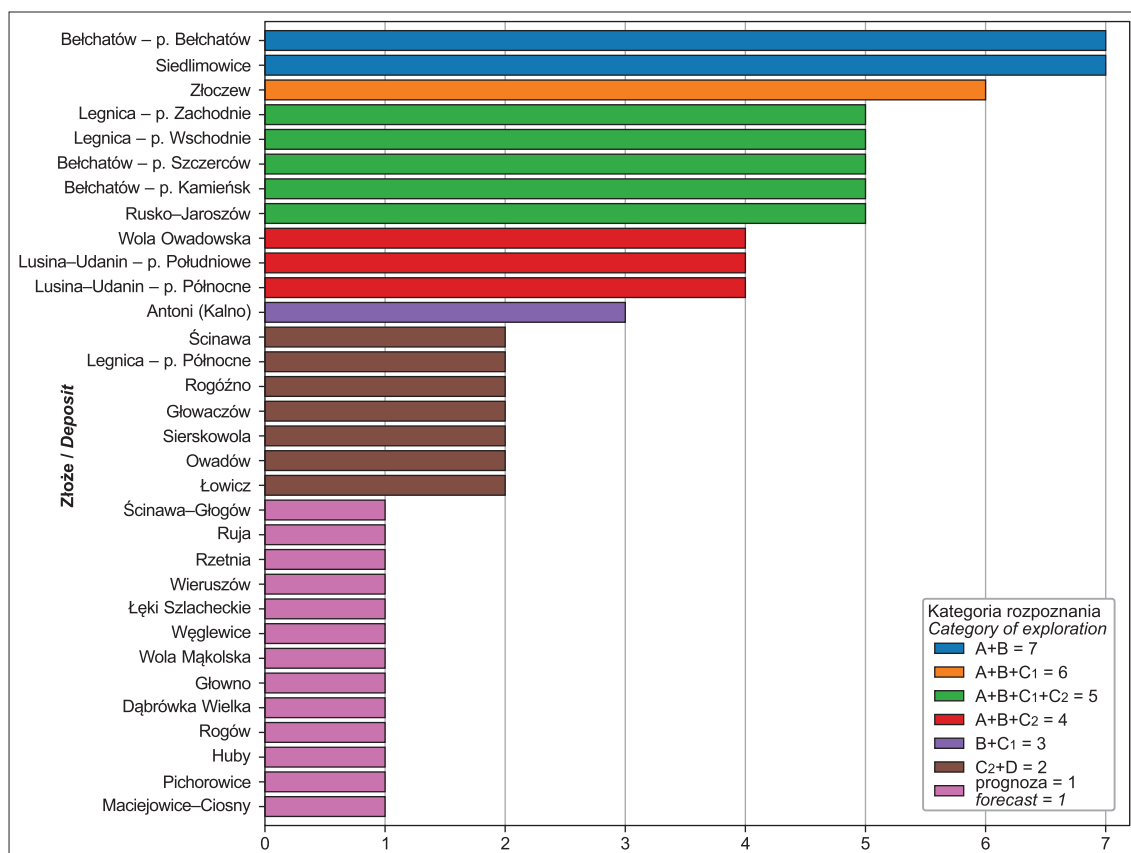
prezentacji zasobów bilansowych i pozabilansowych, wskaźnika N : W (nadkład : węgiel), warunków hydrogeologicznych oraz potencjalnych konfliktów środowiskowych związanych z eksploatacją. Atlas ma istotne znaczenie aplikacyjne – może stanowić narzędzie wspomagające procesy decyzyjne w administracji publicznej oraz w sektorze górnictwo-energetycznym, a równocześnie pełnić funkcję materiału dydaktycznego w kształceniu z zakresu geologii złóż i gospodarki surowcami mineralnymi.

W omawianym *Atlasie...* (ryc. 1B) dla każdego z wyróżnionych rejonów przedstawiono syntetyczną, lecz zarazem szczegółową charakterystykę złóż, obejmującą m.in. miąższości pokładów węgla, wielkość zasobów oraz wskaźniki N : W. Zachowano spójność merytoryczną i redakcyjną pomiędzy poszczególnymi arkuszami, choć w niektórych przypadkach zastosowano odmienne progi wydzielenia klas zasobowych, co wynikało ze specyfiki dokumentacyjnej analizowanych obszarów. Uwzględniono również GZWP, osadzając ich przebieg i parametry w kontekście potencjalnej, przyszłej eksploatacji złóż.

Warstwa kartograficzna i graficzna *Atlasu...* została opracowana w sposób jednolity – zastosowano ujednoliczoną skalę, projekcję oraz siatkę współrzędnych. Objaśnienia i system symboli mają wysoką czytelność, a konsekwentne użycie barw dla poszczególnych klas zasobowych sprzyja jednoznacznej interpretacji treści map. Istotnym uzupełnieniem części mapowej są przekroje geologiczne, które pozostają w ścisłej korelacji przestrzennej z mapami i stanowią integralny element interpretacyjny.

W toku prac nad *Atlasem...* przeprowadzono szeroko zakrojoną weryfikację oraz uporządkowanie rozproszonych danych archiwalnych, zgromadzonych w licznych dokumentacjach geologicznych, raportach i opracowaniach powstających w okresie ok. 70 lat. Dane te poddano standaryzacji, nadając im spójną formę tabelaryczną i graficzną, a całość uzupełniono rzetelną charakterystyką uwarunkowań geologicznych i hydrogeologicznych (Kasiński i in., 2016).

Niezależnie od kierunków przyszłych decyzji inwestycyjnych, samo zgromadzenie, krytyczna weryfikacja oraz udostępnienie w jednym, spójnym opracowaniu danych dotyczących złóż węgla brunatnego stanowi wartość naukową i użytkową *per se*. *Atlas...* pełni funkcję kompendium wiedzy o krajowej bazie zasobowej tego surowca, integrując rozproszone dotąd informacje w jednolitym systemie prezentacji. Opracowanie nie ogranicza się wyłącznie do charakterystyki pokładów węgla, lecz obejmuje również analizę nadkładu oraz kopaliny towarzyszących, które mogą mieć samodzielne znaczenie surowcowe, niezależnie od ewentualnej eksploatacji węgla brunatnego. Szczególnie wartościowy jest opis poziomów wodonośnych oraz pogłębiona analiza uwarunkowań środowiskowych obszarów złożowych. Dane te, pozyskiwane w toku procedur dokumentacyjnych i koncesyjnych, mają kluczowe znaczenie dla planowania przestrzennego, ochrony zasobów wód podziemnych oraz oceny potencjalnych oddziaływań działalności górniczej na środowisko przyrodnicze. Publikacja ma również wymiar symboliczny – stanowi wyraz



Ryc. 2. Kategoria rozpoznania geologicznego złóż opracowanych w *Atlasie geologicznym wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce*, T. 3

Fig. 2. Category of geological exploration (degree of geological recognition) of lignite deposits documented in the *Geological atlas of selected lignite deposits in Poland*, Vol. 3

uznania dla dorobku kilku pokoleń geologów, którzy przez dziesięciolecia prowadzili systematyczne prace dokumentacyjne. Przywołanie autorów oraz źródeł archiwalnych podkreśla ciągłość badań i eksponuje znaczenie ich wkładu w rozwój wiedzy o krajowych zasobach surowcowych.

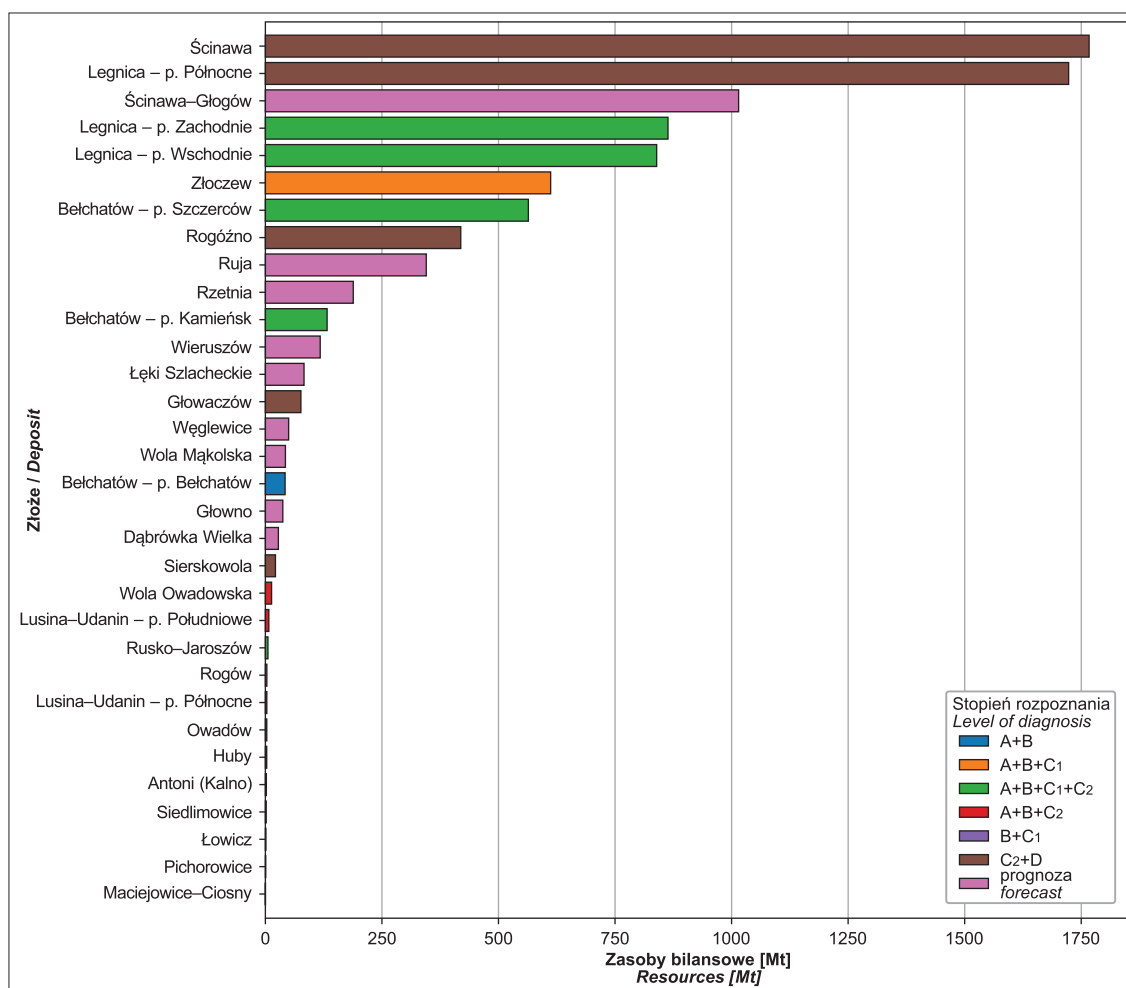
Jeden z recenzentów *Atlasu...* w swojej opinii wskazał na możliwość szerszego wykorzystania potencjału analitycznego danych zgromadzonych w publikacji przez autorów (Urbański, Kasiński, 2025). Jednocześnie, unikając formułowania ocen o charakterze ogólnym, przeprowadził własną analizę wybranych parametrów przedstawił jej syntetyczne rezultaty w treści recenzji. Istotnym walorem publikacji jest zamieszczenie tabelarycznych zestawień parametrów złóż aktualnie eksploatowanych, których wskaźniki mogą stanowić punkt odniesienia dla złóż szczegółowo omówionych w opracowaniu (ryc. 1). Umożliwiło to opracowanie zestawień porównawczych o charakterze syntetycznym, obejmujących jednolite parametry analizowane we wszystkich złóżach. Wyniki tej analizy zostały zaprezentowane w formie graficznej (ryc. 2–10), co pozwala na przejrzystą ocenę zróżnicowania badanych wskaźników oraz ich relacji przestrzennych i ekonomicznych.

Pierwszy wykres (ryc. 2) dotyczy stopnia rozpoznania geologiczno-złożowego, przy czym poszczególnym kategoriom rozpoznania przypisano określone wartości liczbo-

we oraz odpowiadające im sygnatury kolorystyczne. Przyjęta konwencja barwna została konsekwentnie utrzymana na wszystkich kolejnych wykresach, które dodatkowo zwalidowano wskaźnikiem rozpoznania geologiczno-złożowego, co zwiększa porównywalność prezentowanych danych.

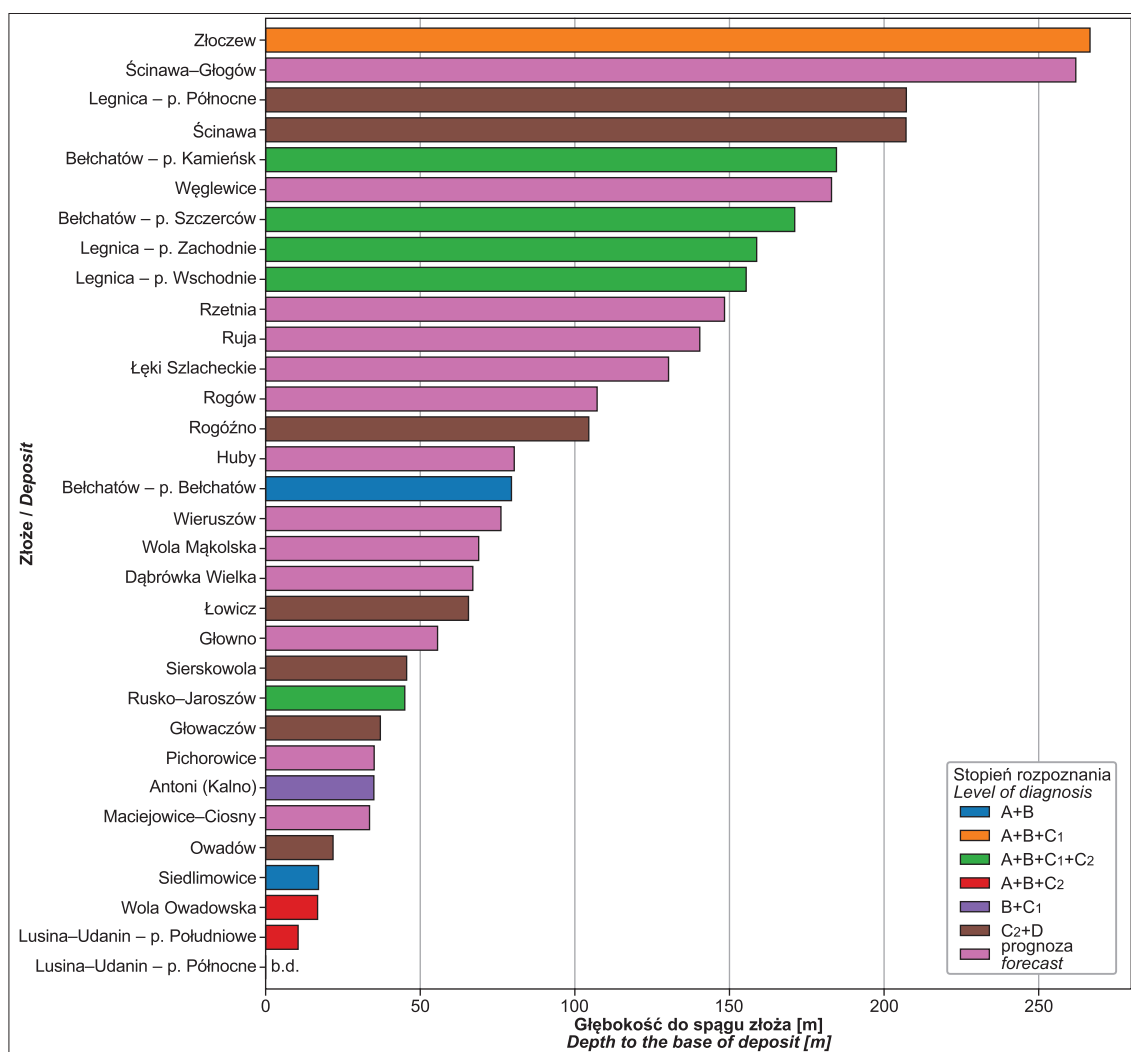
W tak skonstruowanym zestawieniu (ryc. 2) najwyższą pozycję zajmuje złożo Bełchatów p. Bełchatów, trzecie jest złożo Złoczew, a kolejne miejsca zajmują Bełchatów p. Kamieńsk oraz Bełchatów p. Szczerców. W dalszej kolejności plasują się złoża legnickie (Legnica) – pola północne, zachodnie i wschodnie. Wymienione obiekty stanowią kluczowy punkt odniesienia dla dalszych analiz porównawczych zarówno w aspekcie stopnia rozpoznania, jak i parametrów zasobowych oraz eksploatacyjnych.

Kolejny wykres przedstawia wielkość zasobów w funkcji kategorii rozpoznania złoża (ryc. 3), co pozwala na jednoczesną ocenę potencjału surowcowego oraz stopnia jego udokumentowania. Tego rodzaju ujęcie syntetyczne umożliwi identyfikację złóż o znaczących zasobach przy relatywnie wysokim poziomie rozpoznania geologicznego. Z przedstawionego zestawienia wynika, że złoża Szczerców oraz Złoczew charakteryzują się zbliżoną wielkością zasobów i kwalifikują się do grupy złóż dużych. Na tym tle wyraźnie wyróżniają się jednak złoża legnickie, których potencjał zasobowy istotnie przewyższa pozostałe analizo-



**Ryc. 3.** Zasoby złóż [mln t] opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

**Fig. 3.** Resources of lignite deposits [million tonnes] documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2).



Ryc. 4. Głębokość spągu złożeń [m] opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

Fig. 4. Depth to the base of lignite deposits [m] documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

wane obiekty, co nadaje im szczególne znaczenie w skali krajowej bazy surowcowej.

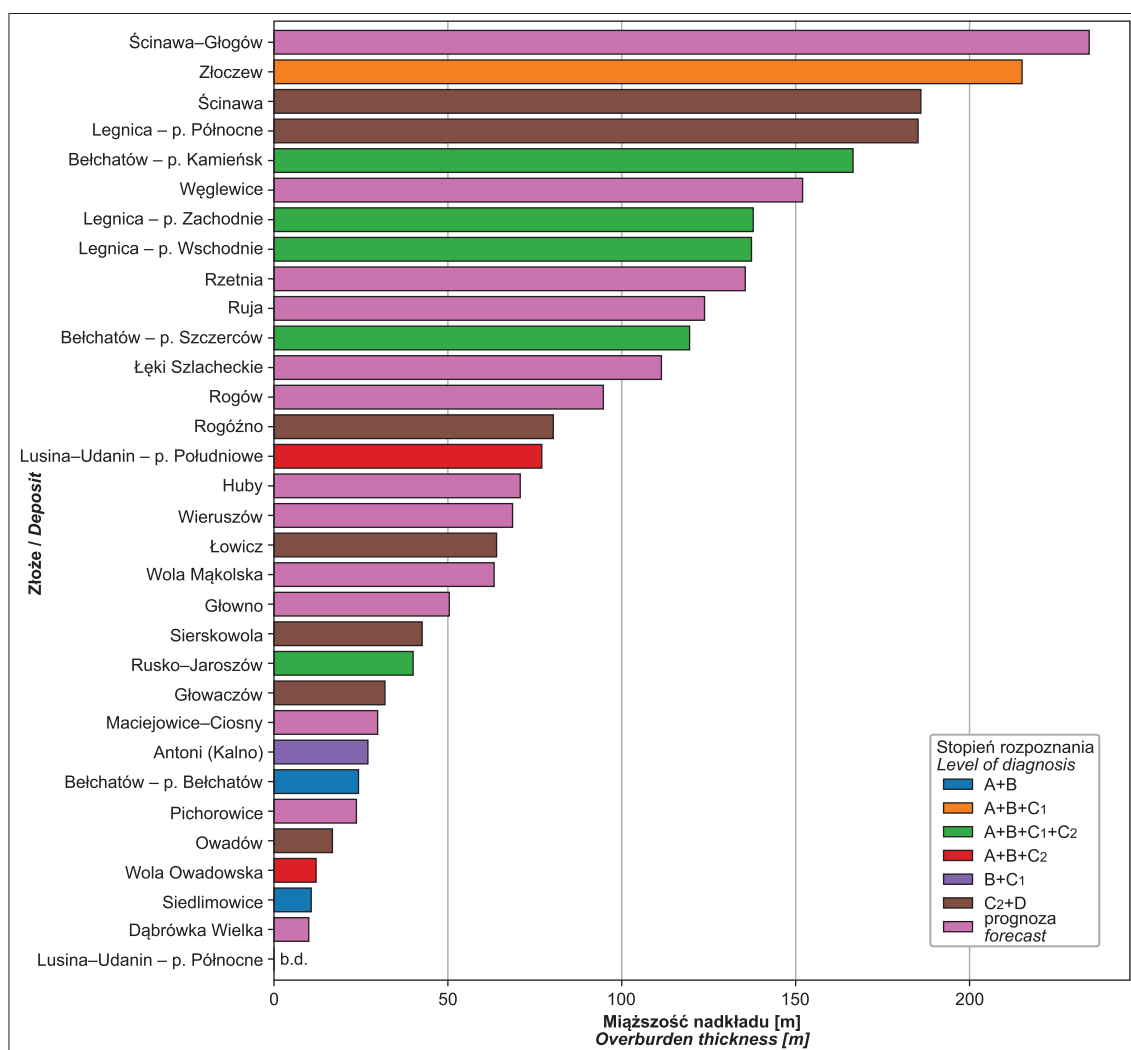
W kategorii głębokość spągu złożeń (ryc. 4) najwyższe wartości osiąga złożo Złoczew, co lokuje je w grupie złożeń głębokich. Zbliżonymi parametrami charakteryzuje się złożo Szczerców, stanowiące jego najbliższy analog pod względem budowy i warunków zalegania. Do tej samej kategorii należy zaliczyć również złoża legnickie, które wykazują znaczną głębokość zalegania spągu, co ma istotne implikacje zarówno technologiczne, jak i ekonomiczne w kontekście potencjalnej eksploatacji.

Wykres przedstawiający miąższość nadkładu (ryc. 5) wskazuje na wyraźną dominację złoża Złoczew, które osiąga najwyższe wartości analizowanego parametru wśród rozpatrywanych obiektów. Następne pozycje zajmują złoża legnickie, również charakteryzujące się znaczną miąższością nadkładu, natomiast złożo Szczerców plasuje się znacznie poniżej tej grupy, zachowując jednak porównywalny rząd wielkości omawianego wskaźnika.

W dalszej analizie zestawiono miąższość pokładów węgla (ryc. 6). W tym ujęciu wyraźnie zaznacza się przewaga złożeń belchatowskich, do których można zaliczyć

również złożo Złoczew. Ich zbieżność parametrów jest bardzo wyraźna, co wskazuje na podobieństwo warunków sedimentacyjnych oraz zbliżony potencjał miąższościowy analizowanych pokładów.

Jednym z kluczowych parametrów oceny warunków złożowych jest stosunek N : W (ryc. 7), rozumiany jako relacja miąższości nadkładu do łącznej miąższości pokładów węgla. Interpretacja wykresu wymaga uwzględnienia faktu, że im niższa wartość wskaźnika N : W, tym korzystniejsze są warunki eksploatacyjne z punktu widzenia górnictwa odkrywkowego. Najbardziej korzystne wartości osiąga złożo Belchatów p. Belchatów, które na wykresie zajmuje najniższą pozycję. Złożo Złoczew charakteryzuje się wartością wskaźnika rzędu 5, co nadal plasuje je w grupie obiektów o relatywnie dobrych parametrach. Odmiennie przedstawia się sytuacja w przypadku pola Belchatów p. Kamieńsk, gdzie wartość N : W zbliża się do 10, wskazując na wyraźnie mniej korzystne proporcje nadkładu do węgla. Złożo Belchatów p. Szczerców lokuje się pomiędzy złożem Złoczew a polem Belchatów, zachowując umiarkowany charakter wskaźnika. Na uwagę zasługuje również złożo Legnica p. Zachód, którego parametr N : W jest jedynie



Ryc. 5. Miąższość nadkładu złóż [m] opracowanych w *Atlasie...*, T. 3. (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

Fig. 5. Overburden thickness above lignite deposits [m] documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

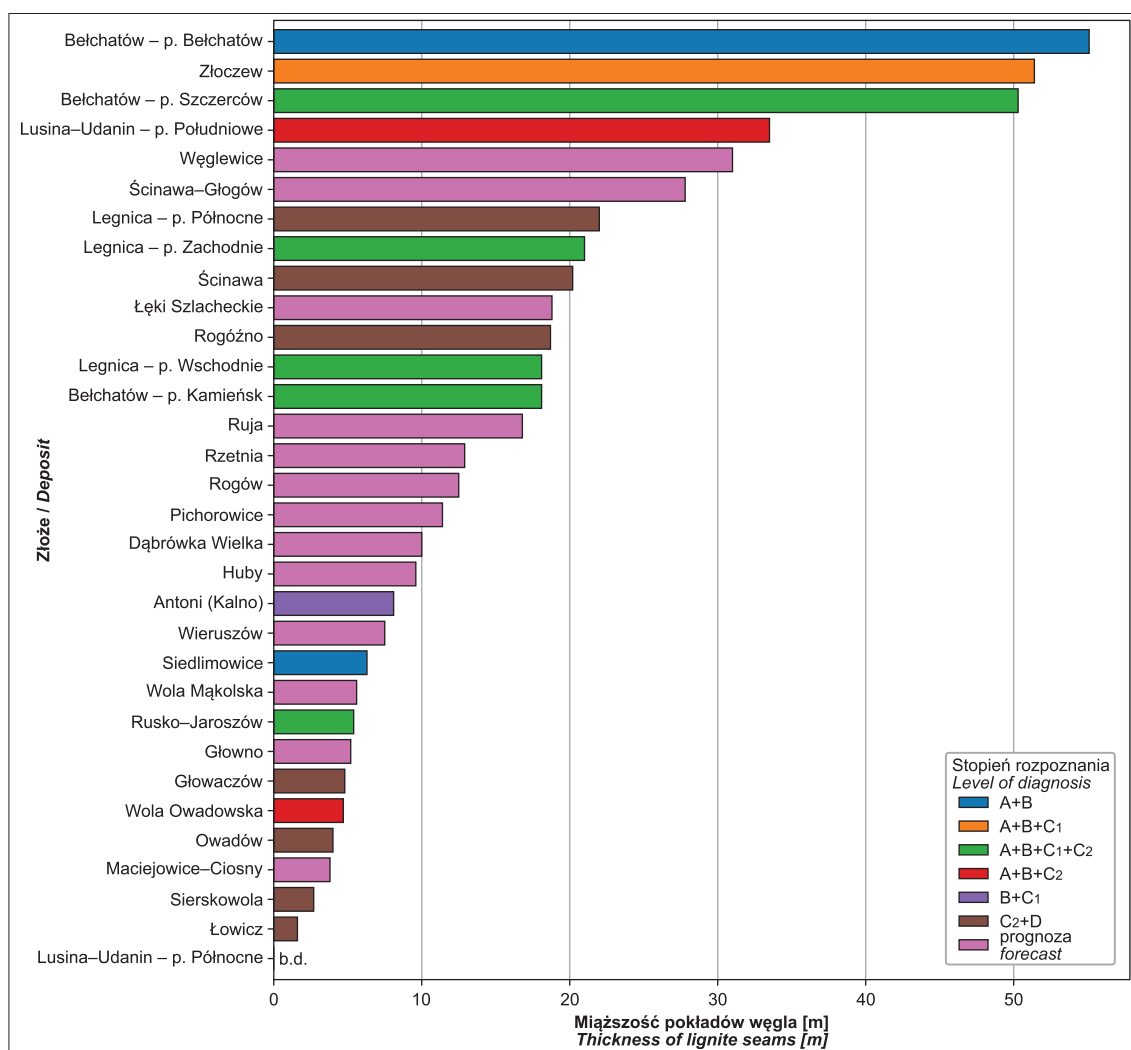
nieznacznie mniej korzystny niż w przypadku złoża Złoczew, co w kontekście znacznych zasobów tego rejonu nadaje mu istotne znaczenie porównawcze.

Jednym z najistotniejszych parametrów jakościowych jest wartość opałowa węgla (ryc. 8), determinująca jego przydatność energetyczną oraz efektywność wykorzystania w procesach spalania. W przedstawionej klasyfikacji złoża Złoczew zajmuje pozycję pośrednią. Wyższe wartości opałowe wykazują złoża legnickie oraz pole Bełchatów, co wskazuje na korzystniejsze parametry energetyczne surowca w tych lokalizacjach. Złóża Szczerców i Kamieńsk charakteryzują się natomiast węglem o nieznacznie niższej wartości opałowej i różnice mieszczą się w zbliżonym przedziale jakościowym.

Obok wartości opałowej istotnym parametrem z punktu widzenia procesów technologicznych jest popielność (ryc. 9), wpływająca na efektywność spalania oraz ilość powstających odpadów paleniskowych. W analizowanym zestawieniu złoża Bełchatów i Złoczew wykazują bardzo zbliżone wartości popielności; podobny poziom tego wskaźnika notuje się również dla złoża Szczerców. Na tym tle złoża legnickie wykazują nieco mniej korzystne parametry,

co może mieć znaczenie przy porównawczej ocenie jakości surowca w kontekście jego przemysłowego wykorzystania.

Z punktu widzenia technologii spalania oraz wymogów środowiskowych istotnym parametrem jest również zawartość siarki w węglu (ryc. 10). W przypadku złoża Złoczew wartości tego wskaźnika są bardzo zbliżone do notowanych w złożu Bełchatów (obu polach eksploatacyjnych), co sugeruje, że pod względem emisji związków siarki kopalina ta nie powinna generować istotnych ograniczeń technologicznych przy jego wykorzystaniu energetycznym. Doświadczenia eksploatacyjne z Elektrowni *Bełchatów* wskazują, że siarka usuwana w procesach odsiarczania spalin stanowi surowiec o znaczeniu gospodarczym – jest wykorzystywana na dużą skalę do produkcji gipsu syntetycznego, stanowiącego podstawę wytwarzania płyt gipsowo-kartonowych dla budownictwa. Rozwój tej technologii i skala produkcji w Bełchatowie przyczyniły się do istotnego ograniczenia produkcji płyt gipsowo-kartonowych z wykorzystaniem gipsów naturalnych, w tym pochodzących z rejonu Niecki Nidziańskiej.



Ryc. 6. Sumaryczna miąższość pokładów węgla [m] złóż opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

Fig. 6. Total thickness of lignite seams [m] in deposits documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2).

Analiza przedstawionych wykresów wskazuje, że złożo Złoczew cechuje się parametrami sprzyjającymi potencjalnemu uruchomieniu eksploatacji. Jego lokalizacja, ok. 40 km na zachód od Bełchatowa, oznacza konieczność transportu surowca, jednak przy wykorzystaniu infrastruktury kolejowej czynnik ten nie musi stanowić zasadniczej bariery ekonomicznej. Zasoby złoża Złoczew przekraczają 600 mln t, co sytuuje je w grupie największych udokumentowanych złóż w kraju. Jeszcze większy potencjał zasobowy reprezentuje rejon legnicki. Sumaryczne zasoby złóż Legnica p. północ, p. wschód i p. zachód – położonych w bezpośrednim sąsiedztwie – przekraczają 3 mld t, a więc są ok. 5-krotnie większe niż w złożu Złoczew. W ujęciu teoretycznym odpowiada to wolumenowi wystarczającemu do zasilania elektrowni o mocy porównywalnej z kompleksem bełchatowskim przez okres ok. 100 lat.

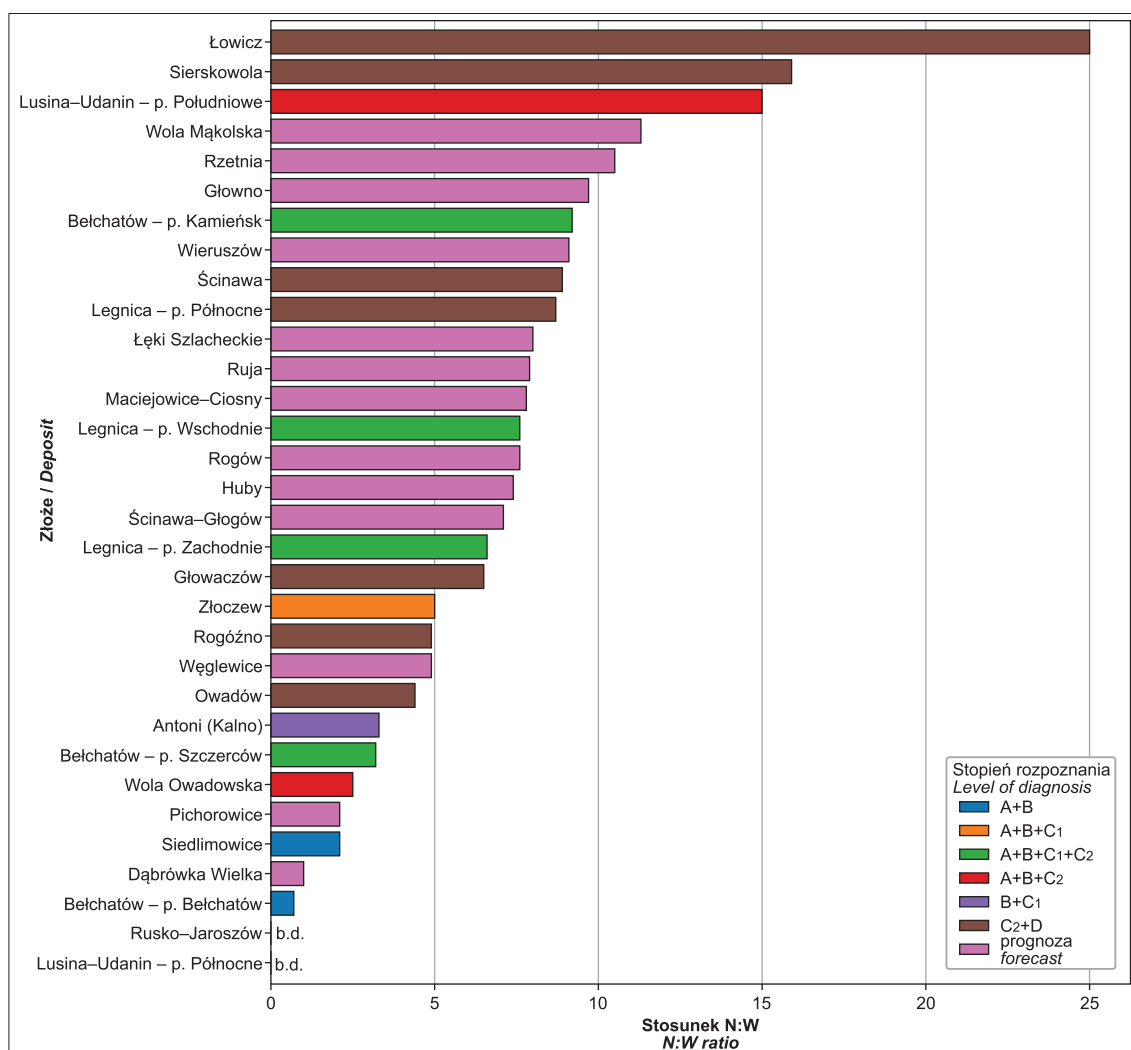
Należy jednak zauważyć, że praktyczne wykorzystanie zasobów legnickiego zagłębia węgla brunatnego napotyka obecnie istotne ograniczenia pozasurowcowe. W 2025 r. podjęto decyzje planistyczne dopuszczające dalszą zabudowę części obszaru zalegania złóż legnickich, co w praktyce może ograniczać możliwości ich przyszłego zagospodarowania. Oznacza to, że mimo bardzo dużego potencjału

zasobowego złoża te należy obecnie traktować przede wszystkim jako strategiczną rezerwę surowcową, której ewentualne wykorzystanie wymagałoby rozstrzygnięcia szeregu kwestii środowiskowych, społecznych, przestrzennych i gospodarczych.

Wnioski wynikające z powyższych analiz stały się przedmiotem dyskusji podczas posiedzenia KOG. W jej trakcie wskazywano, że istnieją merytoryczne przesłanki przemawiające za rozważeniem dalszej eksploatacji złóż węgla brunatnego w Polsce. Złożo Złoczew oraz rejon legnicki postrzegane są jako obszary szczególnie predysponowane do pełnienia istotnej roli w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w perspektywie najbliższych kilkudziesięciu lat. Zakres oraz ton tej dyskusji zostały omówione w dwóch następujących podrozdziałach.

### PROJEKT ZŁOCZEW POWINIEN WRÓCIĆ

Transformacja energetyczna stała się jednym z najambitniejszych projektów politycznych i technologicznych XXI w. W Europie została ona oparta na systemie EU ETS, taksonomii zrównoważonych inwestycji oraz długoterminowym celu neutralności klimatycznej. Jednak im dalej



Ryc. 7. Stosunek miąższości nadkładu do miąższości pokładów węgla (N : W) złóż opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

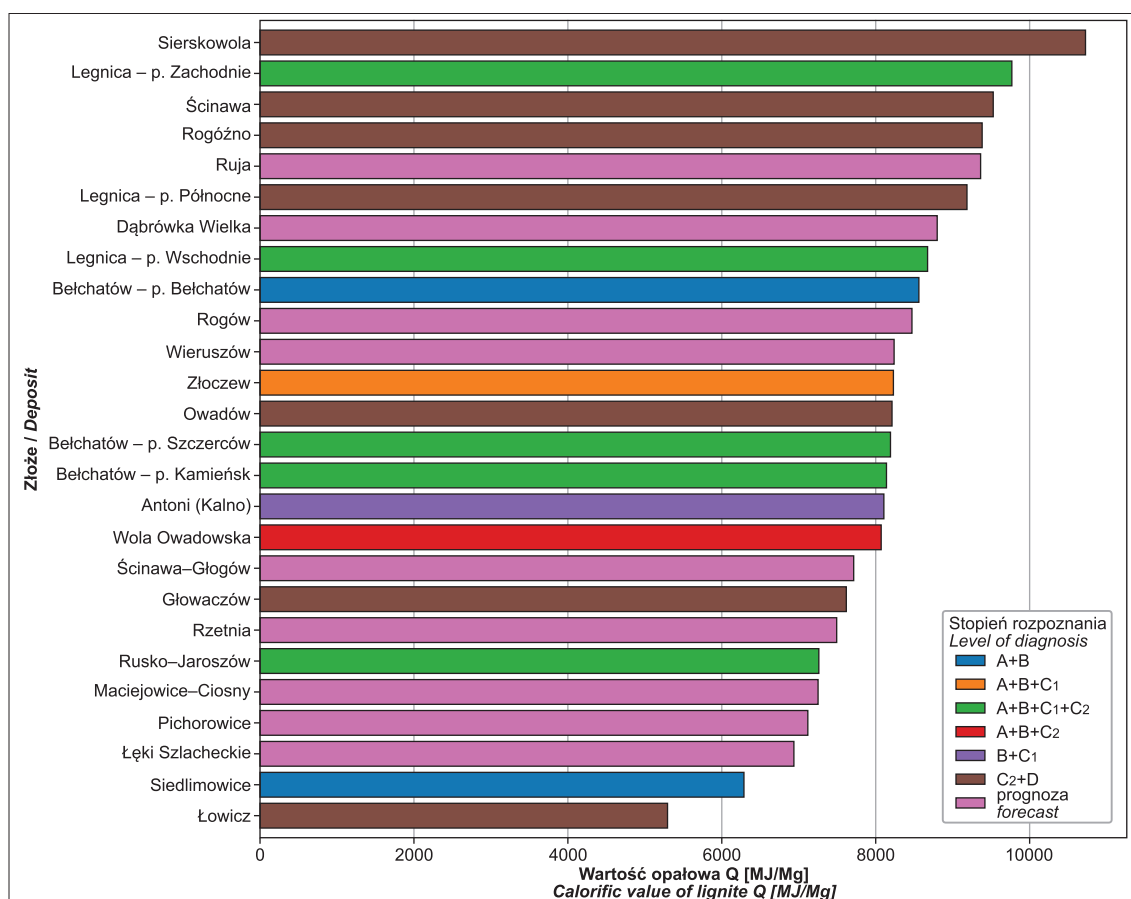
Fig. 7. Overburden-to-lignite seam thickness ratio (N : W) in deposits documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

posuwa się ta transformacja, tym wyraźniej widać, że jej powodzenie zależy nie tylko od ambicji redukcyjnych, lecz przede wszystkim od stabilnych fundamentów systemowych. Bez nich transformacja nie przyspiesza – ona się wykoleja. Europa próbuje jednocześnie redukować „brudne” moce wytwórcze i zwiększać zużycie energii. To sprzeczność, której nie da się długo utrzymać. Elektryfikacja transportu, rozwój centrów danych, sztucznej inteligencji, przemysłu baterijnego i technologii wodorowych powodują strukturalny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Technologia klimatyczna – paradoksalnie – jest największym konsumentem energii w historii. Aby zbudować czystą energetykę, najpierw trzeba mieć energię. Nie da się wyprodukować elektrowni atomowych, elektrowni opartych na OZE, sieci przesyłowych ani magazynów energii w warunkach deficytu mocy.

Ten problem widać szczególnie wyraźnie w Polsce. Krajowy System Elektroenergetyczny opiera się w dużej mierze na Elektrowni *Belchatów*, która pełni rolę filaru stabilności częstotliwościowej, rezerwowej i regulacyjnej. Jej przedwczesne wyłączenie – przed uruchomieniem energetyki jądrowej – oznaczałoby realne ryzyko blackoutów oraz skokowy wzrost cen energii (Tajduś i in., 2014; Wide-

ra i in., 2016; Kasztelewicz i in., 2018). Tymczasem pierwszy blok atomowy w Polsce, w realistycznych scenariuszach, powstanie dopiero w latach 2043–2045. Oznacza to konieczność utrzymania stabilnych mocy konwencjonalnych przez co najmniej kilkanaście kolejnych lat. Odnawialne źródła energii, mimo dynamicznego rozwoju, nie są w stanie przejąć tej roli. Nie są źródłami stabilnymi, a skala magazynów energii, infrastruktury sieciowej i technologii stabilizacyjnych nie będzie wystarczająca w perspektywie co najmniej dwóch dekad, ponadto są one bardzo kosztowne. Bez stabilnych mocy bazowych OZE nie zastępują systemu energetycznego – one go destabilizują. To nie jest argument ideologiczny, lecz czysto fizyczny.

Choć współczesna debata energetyczna koncentruje się na rozwoju odnawialnych źródeł energii i ograniczaniu emisji, doświadczenia ostatnich lat pokazują, że w warunkach klimatycznych Europy Środkowej systemy energetyczne nie mogą obecnie opierać się wyłącznie na OZE (Widera i in., 2024a, b). Dla zapewnienia stabilnych dostaw energii niezbędne są źródła niezależne od warunków pogodowych. Przykład transformacji energetycznej w Niemczech (*Energiewende*), a także konsekwencje kryzysów geopolitycznych, w tym upadek projektu *Nord Stream 2*,



Ryc. 8. Wartość opałowa węgla [MJ/Mg] w złoże opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

Fig. 8. Calorific value of lignite [MJ/Mg] in deposits documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

a także ostatni kryzys energetyczny wywołany wojną w Iranie unaocznily znaczenie dywersyfikacji źródeł energii i konieczność rewizji dotychczasowych strategii.

W tym kontekście nie można jednoznacznie wykluczyć powrotu do wykorzystania węgla brunatnego, zwłaszcza że technologie wydobycia i wytwarzania energii z tego surowca są dobrze opanowane, a równolegle rozwijane są rozwiązania ograniczające emisję CO<sub>2</sub> (m.in. systemy CCS) (Naworyta, Urbański, 2024). Historia pokazuje, że zmiany na rynkach surowcowych i napięcia geopolityczne wielokrotnie prowadziły do redefinicji kierunków polityki energetycznej.

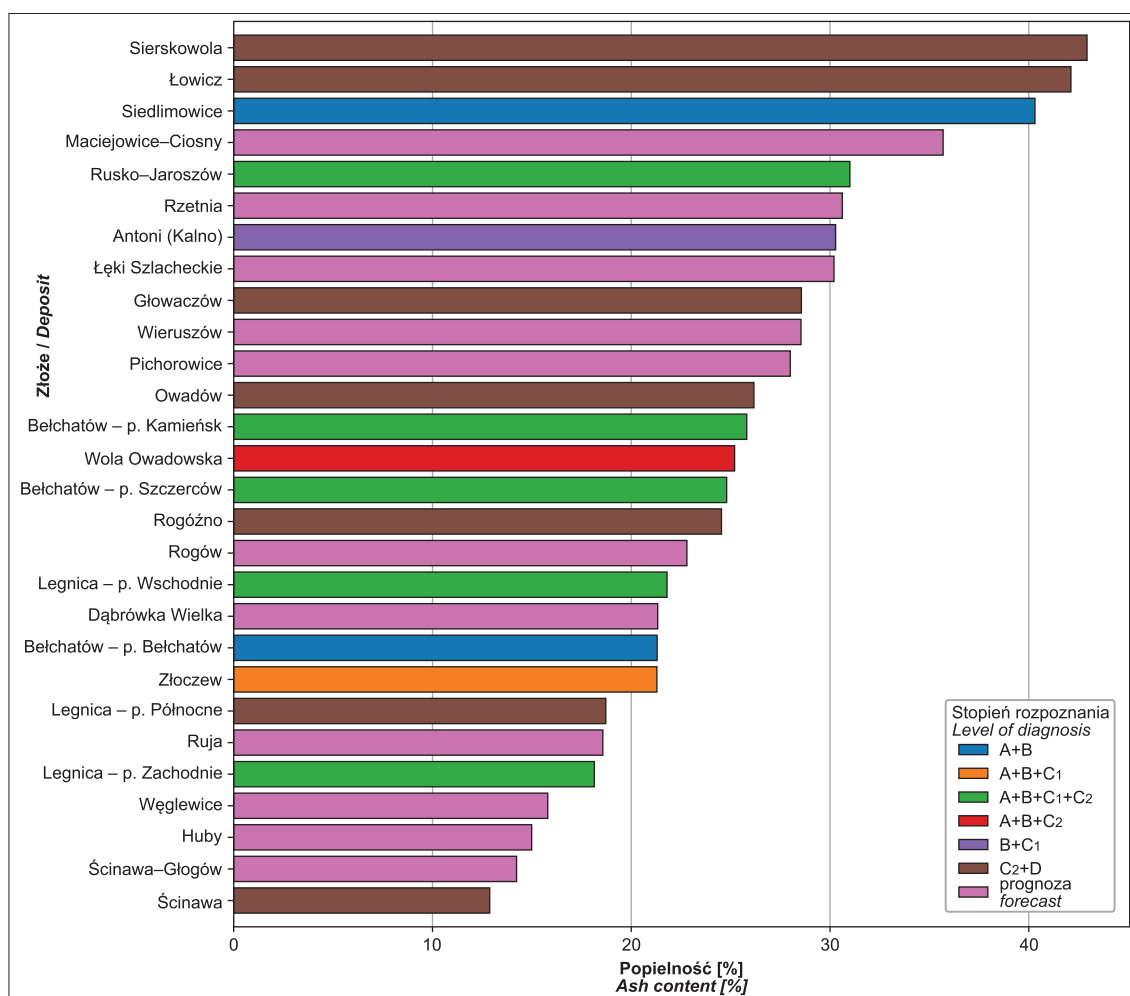
W tym kontekście złoże Złoczew przestaje być projektem politycznym, a staje się projektem systemowym. Jego znaczenie nie polega na podważaniu celów klimatycznych, lecz na umożliwieniu ich realizacji. Złoczew może pełnić funkcję czasowego komponentu przejściowego, który pozwala utrzymać stabilność systemu elektroenergetycznego do momentu uruchomienia mocy zeroemisyjnych. Taka logika nie stoi w sprzeczności z unijną taksonomią – przeciwnie, wpisuje się w kategorię działań *transition-enabling*, zapobiegających gwałtownym załamaniom strukturalnym.

Unia Europejska coraz wyraźniej dostrzega ryzyko *cliff-edge transition* – sytuacji, w której szybka redukcja mocy prowadzi do deindustrializacji, wzrostu cen energii i społecznego oporu wobec polityki klimatycznej. Po COP30 stało się jasne, że Europa pozostaje jedynym obszarem

świata realizującym tak ambitne cele redukcyjne. Tym bardziej potrzebuje instrumentów typu *no-regret*, które chronią konkurencyjność gospodarki i stabilność systemów energetycznych. Złoczew jest właśnie takim instrumentem.

Za eksploatacją złoże Złoczew przemawiają też argumenty techniczne. Złoże Złoczew zostało rozpoznane geologicznie (Ciuk, 1962; Różycki, 1978; Żygar, 1978, 1979; Kasiński i in., 2008; Gruszecki, Kasiński, 2013; Urbański, Saternus, 2017; Urbański, Widera, 2020), jest udokumentowane i może zostać udostępnione szybciej niż jakiegokolwiek nowe źródło stabilnej mocy. W warunkach rosnącej niepewności geopolitycznej, napięć na rynkach paliw i ryzyk związanych z importem energii, wykorzystanie krajowych zasobów ma znaczenie strategiczne. Narracja wokół złoże Złoczew wymaga zmiany. Nie jest to projekt „przeciwko transformacji”, lecz projekt umożliwiający jej przeprowadzenie bez chaosu. Nie konkuruje z OZE ani z energią jądrową – „kupuje czas” potrzebny na ich realne wdrożenie. Obecnie realizowana transformacja energetyczna bez stabilnych fundamentów nie jest transformacją, lecz eksperymentem o wysokim ryzyku porażki.

Złoże Złoczew musi wrócić nie dlatego, że zmieniają się nastroje polityczne, lecz dlatego, że wymusza to fizyka systemu elektroenergetycznego, harmonogram budowy elektrowni atomowych oraz realne potrzeby gospodarki. Projekt jest dziś wyciszony, ale z punktu widzenia logiki energetycznej pozostaje niezbędny, bo stabilność jest warunkiem każdej zmiany – również tej klimatycznej.



**Ryc. 9.** Popielność węgla brunatnych [%] w złożach opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

**Fig. 9.** Ash content of lignite [%] in deposits documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

### SPRAWIEDLIWOŚĆ KLIMATYCZNA A NIERÓWNOŚĆ W EUROPIE: PRZYPADK POLSKA – NIEMCY

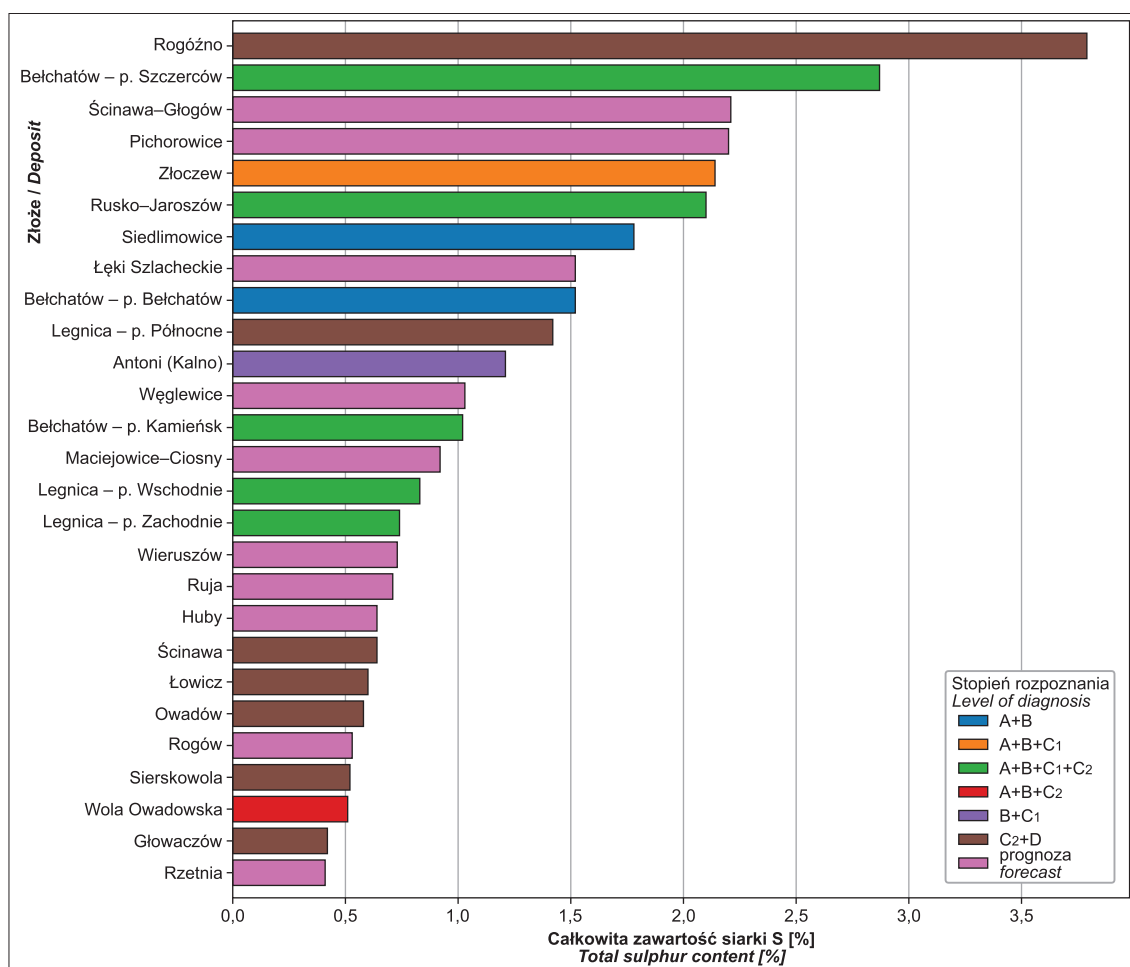
Debata o sprawiedliwej transformacji klimatycznej, silnie obecna podczas COP30 (2025) w Belém, koncentrowała się przede wszystkim na relacjach między Globalną Północą a Globalnym Południem. Państwa takie jak Brazylia, Indie oraz liczne kraje afrykańskie podkreślają, że historyczna odpowiedzialność za współczesne zmiany klimatu jest nierównomiernie rozłożona. Wskazują, że kraje wysoko rozwinięte osiągnęły obecny poziom rozwoju gospodarczego dzięki trwającemu od połowy XIX w. intensywnemu wykorzystaniu paliw kopalnych, co wiązało się z emisją ogromnych ilości gazów cieplarnianych do atmosfery. W konsekwencji państwa te przez dziesięciolecia czerpały z korzyści gospodarczych wynikających z uprzemysłowienia, podczas gdy wiele krajów Globalnego Południa pozostawało poza głównym nurtem światowego rozwoju gospodarczego.

Kluczowym argumentem podnoszonym przez kraje rozwijające się jest koncepcja emisji skumulowanych (*cumulative emissions*). W przeciwieństwie do bieżących emisji rocznych, które odzwierciedlają aktualny poziom emisji danego państwa, emisje skumulowane oznaczają całkowitą

ilość CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych wyemitowanych do atmosfery od początku rewolucji przemysłowej. Z punktu widzenia systemu klimatycznego właśnie ta suma emisji ma podstawowe znaczenie, ponieważ dwutlenek węgla pozostaje w atmosferze przez dziesięciolecia, a nawet stulecia, wpływając na bilans energetyczny Ziemi i wzrost średniej temperatury globalnej.

W literaturze naukowej podkreśla się, że obecny poziom globalnego ocieplenia jest w znacznie większym stopniu rezultatem historycznej akumulacji gazów cieplarnianych niż emisji generowanych w pojedynczym roku. Oznacza to, że państwo emitujące dziś stosunkowo niewielkie ilości CO<sub>2</sub> może nadal ponosić znaczącą odpowiedzialność za zmiany klimatu, jeżeli przez dziesięciolecia należało do największych emitentów. Z tego względu w wielu analizach wykorzystuje się nie tylko wskaźniki emisji bieżących, lecz także udział poszczególnych państw w globalnych emisjach skumulowanych od ok. 1850 r.

W takim ujęciu zdecydowana większość historycznych emisji jest przypisywana krajom uprzemysłowionym Europy Zachodniej, Ameryki Północnej oraz części państw Azji Wschodniej. Szczególnie duży udział mają Stany Zjednoczone, państwa tworzące obecnie Unie Europejską, a także w ostatnich dekadach Chiny. Natomiast wiele państw



**Ryc. 10.** Całkowita zawartość siarki w węglach [%] złóż opracowanych w *Atlasie...*, T. 3 (kolor słupków wg kategorii rozpoznania geologicznego, por. ryc. 2)

**Fig. 10.** Total sulphur content in lignite [%] in deposits documented in the *Geological atlas...*, Vol. 3 (bar colours acc. to geological exploration category; see Fig. 2)

Afryki, Ameryki Łacińskiej i Azji Południowej odpowiada za niewielki procent historycznych emisji, mimo że obecnie często znajdują się one w strefach szczególnie narażonych na skutki zmian klimatycznych.

Argument dotyczący emisji skumulowanych jest ściśle związany z pojęciem „budżetu węglowego” (*carbon budget*). Pojęcie to oznacza maksymalną ilość CO<sub>2</sub>, jaka może jeszcze zostać wyemitowana do atmosfery, przy zachowaniu określonego prawdopodobieństwa ograniczenia wzrostu temperatury globalnej do poziomu uzgodnionego w Porozumieniu Paryskim z 2015 r., przyjętego podczas szczytu COP21. Zwolennicy koncepcji sprawiedliwości klimatycznej argumentują, że znaczną część tego budżetu wykorzystały już państwa uprzemysłowione w trakcie własnego rozwoju gospodarczego. W konsekwencji kraje rozwijające się wskazują, że nie powinny ponosić identycznych kosztów redukcji emisji jak państwa, które przez ponad 100 lat korzystały z możliwości nieograniczonego wykorzystania paliw kopalnych.

Kolejnym elementem tej argumentacji jest analiza emisji w przeliczeniu na mieszkańca. Choć niektóre kraje rozwijające się, zwłaszcza Indie, należą obecnie do największych emitentów pod względem całkowitej emisji CO<sub>2</sub>, to ich emisje *per capita* pozostają znacznie niższe niż w wielu krajach rozwiniętych. W ocenie państw Globalnego Południa oznacza to, że duża część ich społeczeństw

nadal znajduje się na etapie rozwoju, który państwa uprzemysłowione osiągnęły już wiele dekad temu.

Jednocześnie kraje te ponoszą często nieproporcjonalnie wysokie koszty zmian klimatycznych. Wiele gospodarek afrykańskich oraz południowoazjatyckich jest silnie uzależniona od rolnictwa, którego produktywność jest bezpośrednio związana z warunkami klimatycznymi. Susze, powodzie, ekstremalne zjawiska pogodowe, degradacja gleb, niedobory wody oraz wzrost poziomu mórz prowadzą do strat gospodarczych, które w relacji do produktu krajowego brutto są często wyższe niż w krajach rozwiniętych. Paradoksalnie więc, państwa o najmniejszym wkładzie w historyczne emisje należą do grupy najbardziej narażonej na skutki globalnego ocieplenia.

W konsekwencji państwa Globalnego Południa odwołują się do zapisanej w Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych dotyczącej zmian klimatycznych zasady *wspólnej, lecz zróżnicowanej odpowiedzialności*. Zgodnie z tą zasadą wszystkie państwa są odpowiedzialne za przeciwdziałanie zmianom klimatu, jednak zakres ich zobowiązań powinien uwzględniać zarówno historyczny wkład w powstanie problemu, mierzony m.in. emisjami skumulowanymi, jak i aktualne możliwości finansowe, technologiczne oraz społeczne poszczególnych krajów. W praktyce oznacza to postulaty zwiększenia transferów technologii, finansowania transformacji energetycznej oraz wsparcia adapta-

cyjnego dla państw rozwijających się, jako elementu realizacji sprawiedliwości klimatycznej w skali globalnej. Jednak ta sama logika sprawiedliwości klimatycznej może – i powinna – zostać zastosowana również wewnątrz Europy. Szczególnie wyraźnie widać to w relacji między Polską a Niemcami.

Od połowy XIX w. (po 1945 r.) do dziś Polska wydobyla ok. 2,5 mld t węgla brunatnego. W tym samym czasie Niemcy – kraj, który dziś przedstawia się jako lider transformacji – wydobyla aż 25 mld t węgla brunatnego. Oznacza to, że niemieckie wydobycie było dziesięciokrotnie większe niż polskie. Ta gigantyczna skala spalania węgla umożliwiła Niemcom rozwój przemysłowy, wzrost zamożności i budowę pozycji gospodarczej, z której korzystają do dziś. Paradoks polega na tym, że obecnie to kraje takie jak Polska często są przedstawiane jako „problem” europejskiej polityki klimatycznej, podczas gdy ich historyczny wkład w emisję jest relatywnie niewielki w porównaniu z największymi gospodarkami Zachodu. Polska, jako kraj o niższym poziomie dochodu, ponosi też znacznie wyższe względne koszty transformacji energetycznej: trudniej jej sfinansować odejście od węgla, inwestycje w OZE czy restrukturyzację regionów górniczych. Tymczasem Niemcy, mimo ogromnego historycznego długu emisyjnego, dysponują zasobami finansowymi i technologicznymi, które pozwalają im na szybką modernizację i wizerunkową pozycję „zielonego lidera”.

W świetle zasad sprawiedliwości klimatycznej, zwłaszcza zasady odpowiedzialności historycznej oraz zasady możliwości, nierówność ta powinna być wyraźnie podkreślona. Skoro Niemcy przez ponad 150 lat korzystały z taniej energii węglowej, budując swoją potęgę gospodarczą, to dziś powinny ponosić proporcjonalnie większą część kosztów europejskiej transformacji. Innymi słowy: kto więcej zyskał na emisjach, ten powinien więcej zapłacić za ich redukcję. Debata globalna na COP30 zwraca uwagę na niesprawiedliwość między kontynentami, ale Europa również musi się zmierzyć z własnymi dysproporcjami. Przypadek Polska – Niemcy jest tego najbardziej jaskrawym przykładem.

Na tym tle szczególnie wymowne jest to, że COP30 ostatecznie zakończył się niepowodzeniem. Jednym z głównych powodów było stanowisko wielu krajów bogatych, które – mimo deklarowanego poparcia dla idei sprawiedliwej transformacji – nie były gotowe realnie finansować jej mechanizmów, w tym wsparcia dla państw o mniejszych możliwościach rozwojowych. Brak zgody na zwiększenie środków na fundusze klimatyczne oraz unikanie odpowiedzialności za emisje historyczne doprowadziły do impasu, podważając zaufanie państw rozwijających się do procesu negocjacyjnego. W pewnym sensie to, co obserwujemy na forum globalnym, jest odbiciem tego, co dzieje się również w Europie: kraje, które najwięcej skorzystały na erze paliw kopalnych, mają największy opór przed ponoszeniem proporcjonalnych kosztów transformacji.

Jeśli transformacja ma być naprawdę sprawiedliwa zarówno globalnie, jak i wewnątrz Unii Europejskiej, musi uwzględniać nie tylko przyszłe zobowiązania, lecz także historyczne odpowiedzialności i realne możliwości państw. Bez tego wysiłki klimatyczne będą postrzegane jako nierówne, a co za tym idzie – społecznie i politycznie trudne do zaakceptowania.

Zagadnienie sprawiedliwości klimatycznej było również poruszane podczas konferencji zorganizowanej przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w 2025 r., poświęconej zmianom klimatycznym w historii Ziemi (*Przegląd Geologiczny*, vol. 73, nr 2, 2025). Idea przewodnia konferencji została ujęta w haśle *wnioski z przeszłości geologicznej jako przewodnik dla naszej przyszłości* (Szamałek i in., 2025). Uczestnicy konferencji podkreślali, że współczesne zmiany klimatyczne należy analizować z uwzględnieniem możliwie pełnego spektrum czynników naturalnych i antropogenicznych oraz ich wzajemnych oddziaływań, co wymaga prowadzenia interdyscyplinarnych badań łączących geologię, klimatologię, geochemię, oceanografię, biologię i nauki środowiskowe. Wskazywano również, że polityka klimatyczna oraz działania adaptacyjne powinny opierać się na wiedzy wynikającej z badań historii Ziemi. Jednym z głównych przesłań konferencji było stwierdzenie, że poznanie mechanizmów zmian klimatycznych zachodzących w przeszłości geologicznej stanowi podstawowy warunek wiarygodnego prognozowania przyszłych zmian środowiska oraz skutecznego przygotowania społeczeństw na ich konsekwencje.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione powyżej wnioski i uwagi, sformułowane na kanwie trzeciego tomu *Atlasu geologicznego wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce* (Urbański, Kasiński, 2025), recenzji tego opracowania oraz dyskusji przeprowadzonej podczas posiedzenia KOG, zasługują na upowszechnienie w szerszym obiegu naukowym i eksperckim. Ich publikacja może się przyczynić do pogłębienia debaty nad znaczeniem krajowej bazy zasobowej węgla brunatnego oraz nad jej potencjalną rolą w procesie transformacji energetycznej Polski. Rzetelna, oparta na danych analiza parametrów złożowych i uwarunkowań środowiskowych stanowi bowiem niezbędny element racjonalnej oceny możliwych scenariuszy rozwoju sektora energetycznego w nadchodzących dekadach.

Zestawienie parametrów geologiczno-złożowych, jakościowych i eksploatacyjnych wskazuje jednoznacznie, że wybrane złoża węgla brunatnego, w szczególności złożo Złoczew, ma potencjał o wysokim znaczeniu strategicznym zarówno w wymiarze krajowym, jak i w kontekście bezpieczeństwa energetycznego w okresie transformacji.

Wnioski te stanowią bezpośrednią podstawę do sformułowania szerszych refleksji dotyczących kierunków polityki energetycznej oraz uwarunkowań transformacji klimatycznej. Sam proces odchodzenia od paliw kopalnych nie może być rozpatrywany wyłącznie w kategoriach celów redukcyjnych, lecz musi uwzględniać dostępność stabilnych mocy wytwórczych na czas wdrażania technologii zeroemisyjnych.

Autorzy dziękują recenzentom – dr. hab. Wojciechowi Naworycie i prof. Zbigniewowi Kasztelewiczowi, oraz redaktorowi naczelnemu *Przeglądu Geologicznego*, prof. Stanisławowi Wołkowiczowi, za cenne uwagi, komentarze i sugestie, które przyczyniły się do poprawy jakości oraz ostatecznego kształtu artykułu.

## LITERATURA

- CIUK E. 1962 – Projekt robót geologiczno-poszukiwawczych za węglem brunatnym w rejonie Złoczewa. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB, Warszawa, nr inw. 4327/40.
- GRUSZECKI J., KASIŃSKI J.R. 2013 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża węgla brunatnego Złoczew w kat. B+C1. Przedsiębiorstwo Geologiczne Proxima S.A. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB, Warszawa, nr inw. 5554/2013.
- KASIŃSKI J.R., SATERNUS A., URBAŃSKI P. 2008 – Analiza występowania zasobów węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa i program uzupełniających badań poszukiwawczych. [W:] Bednarczyk J. (red.), Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywania i przetwórstwa węgla brunatnego. Archiwum Instytutu Górnictwa Odkrywkowego „Poltegor-Instytut”, Wrocław.
- KASIŃSKI J.R., SATERNUS A., URBAŃSKI P. 2016 – Koncepcja atlasu złóż węgla brunatnego, jako kompendium informacji geologiczno-soczologicznej dla podejmowania decyzji inwestycyjnych. [W:] Sierpień M. (red.), Węgiel brunatny gwarantem bezpieczeństwa energetycznego, 193–204. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KASIŃSKI J.R., SATERNUS A., URBAŃSKI P. 2019 – Atlas geologiczny wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce. Tom 1: Rejon zachodni i rejon wielkopolski. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- KASIŃSKI J.R., URBAŃSKI P. 2022 – Atlas geologiczny wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce. Tom 2: Rejon północno-zachodni i rejon koniński. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- KASZTELEWICZ Z., PTAK M., SIKORA M. 2018 – Węgiel brunatny optymalnym surowcem energetycznym dla Polski. [W:] Kongres surowcowy „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi”, XXVIII konferencja, 20–23.11.2018, Ryty k. Nowego Sącza, zeszyt streszczeń, 40–41. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.
- NAWORYTA W., URBAŃSKI P. 2025 – Lignite in the Polish energy industry – a premature goodbye. *Geologos*, 31 (1): 61–71.
- RÓŻYCKI Z. 1978 – Projekt prac geologiczno-rozpoznawczych na złożu węgla brunatnego Złoczew w kat. C2. Kombinat Geologiczny Zachód, Wrocław. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB, Warszawa, nr inw. 12378a CUG.
- SZAMAŁEK K., WOŁKOWICZ S., MARKS L. 2025 – Lessons from the past – a guide for the future. *Przegląd Geologiczny*, 73 (2): 129–130.
- TAJDUŚ A., KACZOROWSKI A., KASZTELEWICZ Z., CZAJA P., CAŁA M., BRYJA Z., ŻUK S. 2014 – Węgiel brunatny – oferta dla polskiej energetyki: możliwości rozwoju działalności górnictwa węgla brunatnego w Polsce do 2050 roku. Komitet Górnictwa Polskiej Akademii Nauk. Kraków. Agencja Wydawniczo-Poligraficzna ART-TEKST.
- URBAŃSKI P., KASIŃSKI R.J. 2025 – Atlas geologiczny wybranych złóż węgla brunatnego w Polsce, Tom 3: Rejon bełchatowski, legnicki, łódzki, radomski. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa.
- URBAŃSKI P., SATERNUS A. 2017 – Charakterystyka złoża węgla brunatnego Złoczew w aspekcie alternatywnych metod jego wykorzystania. *Górnictwo Odkrywkowe*, 58 (3): 71–76.
- URBAŃSKI P., WIDERA M. 2020 – Is the Złoczew lignite deposit geologically suitable for the first underground gasification installation in Poland? *Geologos*, 26 (2): 113–125.
- WIDERA M., KASZTELEWICZ Z., PTAK M. 2016 – Lignite mining and electricity generation in Poland: the current state and future prospects. *Energy Policy*, 92: 151–157.
- WIDERA M., NAWORYTA W., URBAŃSKI P. 2024 – Polish energy sector’s dependence on lignite mining: The process of transition. *Journal of Sustainable Mining*, 23: 4, article 6.
- WIDERA M., URBAŃSKI P., MAZUREK S., NAWORYTA W. 2024 – Polish lignite resources, mining and energy industries – what is next? *Mineral Resources Management*, 40 (2): 5–28.
- ŻYGAR J. 1978 – Projekt prac geologiczno-rozpoznawczych na złożu węgla brunatnego Złoczew kat. C2. Kombinat Geologiczny Zachód, Wrocław. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB, Warszawa, nr inw. 12378a CUG.
- ŻYGAR J. 1979 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Złoczew w kat. C2. Kombinat Geologiczny Zachód, Wrocław. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB, Warszawa, nr inw. 8616/2022.

Praca wpłynęła do redakcji 4.03.2026 r.

Akceptowano do druku 7.04.2026 r.