

# GEOTURYSTYCZNE WALORY KRAJOBRAZU ŁUKU MUŻAKOWA

## GEOTURISM MERITS OF LANDSCAPE OF THE MUSKAU ARCH AREA

Jacek Koźma - Państwowy Instytut Geologiczny- Państwowy Instytut Badawczy Oddział Dolnośląski, Wrocław

*W artykule omówiono geoturystyczne walory współczesnego krajobrazu Łuku Mużakowa, na który składa się krajobraz geologiczny związany z glacialną historią rozwoju geologicznego obszaru oraz krajobraz pogórnicy, będący efektem renaturyzacji obszarów zmienionych przez przemysł wydobywczy i przetwórczy węgla brunatnego i ilów ceramiki budowlanej.*

*Prezentowano wybrane obiekty geoturystyczne Światowego Geoparku Łuk Mużakowa, zwracając szczególną uwagę na obszar położony w południowej polskiej jego części, w pobliżu Łęknicy. Jest to rejon dawnej podziemnej i odkrywkowej przedwojennej kopalni węgla brunatnego „Babina” oraz powojennej kopalni „Przyjaźń Narodów – Szyb Babina”, gdzie aktywność górnicza została zakończona w 1972 r. Geoturystyczne walory tego miejsca wynikają z obecności najlepiej zachowanych antropogenicznych form ukształtowania terenu, do których należą hałdy i nasypy pokopalniane oraz zagłębienia wypełnione kwaśnymi wodami kopalnianymi. Ich geneza oraz złożona historia rozwoju została rozpoznana na podstawie analiz historycznych map topograficznych i planów górniczych, z zastosowaniem systemu GIS oraz obrazowania numerycznego modelu rzeźby terenu. Krajobraz pokopalniany można obecnie zwiedzać na trasie urządzonej ścieżki geoturystycznej „Dawna kopalnia Babina”, o długości około 5 km, na której znajduje się wieża widokowa oraz 11 stanowisk z tablicami objaśniającymi. Została ona zaprojektowana na podstawie wyników wymienionych analiz przestrzennych.*

**Słowa kluczowe:** krajobraz pokopalniany, antropogeniczne formy rzeźby terenu, środowisko kwaśnych wód kopalnianych, geoturystyka

*This article discusses the geotouristic merits of the modern landscape of the Muskau Arch, that is composed of the geological landscape connected with the glacial history of the area development and post-mining landscape, being a result of renaturalisation of the area changed by the mining and processing of the excavated brown coal and the building ceramic clays. The chosen geotouristic objects of the Global Muskau Arch Geopark are being presented, putting particular focus on the area in its southern Polish part, near Łęknica. It is a region of a former, prewar underground and open-cast brown coal mine 'Babina' and the after war mine 'Przyjaźń Narodów - Szyb Babina', where the mining activity terminated in 1972. The geotouristic values of this place result from the presence of the best preserved anthropogenic forms of the landscape formation, including mine heaps and post-mining embankments, and pits filled with acid water. Their origins and complex history of the development has been uncovered thanks to the analysis of the historical topographical maps and mining plans with the application of the GIS system, and visualisation of the digital terrain model. The post-mining landscape can be observed along the way of the geotouristic path 'The former Babina mine', being 5km long. On the path, there are a viewing tower and 11 sites with the information tables. It has been projected on the basis of the results of the said spatial GIS analysis.*

**Keywords:** post-mining landscape, anthropogenic terrain forms, acid mine drainage, geotourism

### Wprowadzenie

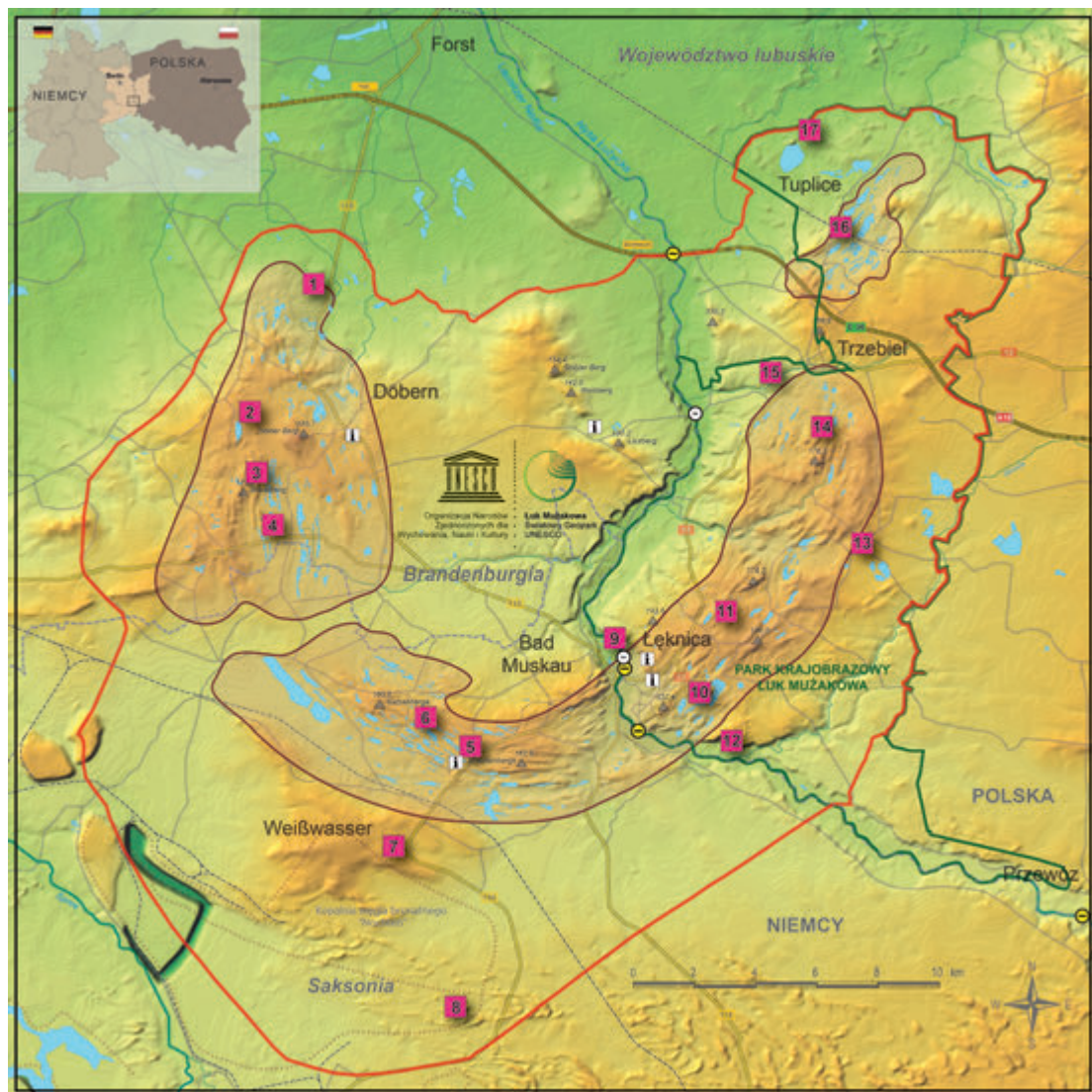
Łuk Mużakowa, jest transgraniczną strukturą glacictektoniczną, położoną w Polsce południowo-zachodniej, w województwie lubuskim, powiecie żarskim oraz na terenie Niemiec w obrębie Saksonii, w powiecie Görlitz i w granicach Brandenburgii, w powiecie Spree-Neiße. Nazywany jest on również Wałem Mużakowskim, należącym do Wzniesień Łużyckich, które w kierunku wschodnim, na terenie Polski, przedłużają się w Wał Śląski [6]. W obrębie wymienionych jednostek fizycznogeograficznych wyższego rzędu, Łuk Mużakowa widoczny jest, jako bardzo regularna morenowa forma ukształtowania, o sze-

rokości około 20 km, która przedstawia kształt niewielkiego łobu lodowcowego.

Wizualizacją współczesnego środowiska przyrodniczego Łuku Mużakowa jest jego charakterystyczny krajobraz geologiczny i pogórnicy. Krajobraz geologiczny został ukształtowany przez dominujące procesy geologiczne, a składające się na niego elementy nadają mu specyficzny typ krajobrazowy [14,17,18]. W odniesieniu do omawianego obszaru czynnikiem krajobrazotwórczym są procesy glacialne, a istotnymi jego elementami są charakterystyczne formy ukształtowania terenu. Natomiast krajobraz pogórnicy, widoczny w wybranych miejscach omawianego obszaru, stanowi tu część krajobrazu

geologicznego, która została zmieniona w wyniku eksploatacji górniczej, a następnie utrwalona w chwili zakończenia pozyskiwania kopalin [15]. Występuje on w granicach obszaru zajmującego w Polsce 19%, a w Niemczech 25% całkowitej powierzchni glacytektonicznego wału morenowego Łuku Mużakowa. Wybrane przyrodnicze i antropogeniczne obiekty ilustrujące oba typy krajobrazu polsko-niemieckiej transgranicznej struktury geologicznej, uznane zostały za podstawowe do utworzenia Światowego Geoparku UNESCO Łuk Mużakowa, [5] (rys. 1). Z uwagi na wysokie walory podlegają one ochronie oraz uznawane są za obiekty prezentacji geoturystycznej. Dodatkowo, w polskiej części Łuku Mużakowa, krajobraz geologiczny i pogórnicy objęty jest prawną ochroną w formie parku krajobrazowego o tej samej nazwie.

W artykule przykładowo przedstawiono wybrane obiekty krajobrazu geologicznego i pogórnicy Łuku Mużakowa oraz opisano sposób ich prezentacji w geoparku, zwracając szczególną uwagę na geoturystyczne walory krajobrazu pogórnicy. Najlepszym miejscem jego prezentacji jest południowy fragment polskiej części geoparku, gdzie znajdowała się kopalnia węgla brunatnego „Babina”, czynna od roku 1920 do roku 1972. W pracy zamieszczono ogólne dane o sekwencji historycznego rozwoju obiektów górniczych, na które składają się podziemne i odkrywkowe wyrobiska, składowiska skał nadkładu oraz szyby upadowe, drogi transportowe i inne budowle górnicze. Ich przestrzenne rozmieszczenie zostały wyinterpretowane na podstawie analizy historycznych map topograficznych i planów górniczych, przeprowadzonej z zastosowaniem obrazowania



Rys. 1. Mapa światowego geoparku UNESCO Łuk Mużakowa przedstawiająca rozmieszczenie ważniejszych obiektów geoturystycznych. 1 – dawna cegielnia w Klein Kōlzig, 2 – wieża widokowa nad zbiornikiem „Felixsee”, 3 – odslonięcie rowu wietrzeniowego (gizeru), 4 – wyrobisko po eksploatacji węgla „Cztery kolorowe jeziora”, 5 – zabytkowa stacja kolejki leśnej w Weisswasser, 6 – Park Różaneczników i Azalii w Kromlau, 7 – wieża widokowa „Schweren Berg” – widok na czynną kopalnię węgla brunatnego „Nochten”, 8 – Park Głazów Narzutowych w Nochten, 9 – Park Mużakowski UNESCO, 10 – ścieżka geoturystyczna „Dawna kopalnia Babina”, 11 – dawne wyrobisko „Pustków II”, 12 – ścieżka edukacyjno-przyrodnicza „Rezerwat nad Młyńską Strugą”, 13 – zabytkowy kościół w Niwicy z głazów narzutowych, 14 – obszar dawnej kopalni „Victor”, 15 – głaz narzutowy „Diabelski Kamień”, 16 – pojezierze antropogeniczne w rejonie Tuplic, 17 – wydma nad „Dużym Stawem”

Fig. 1. Map of UNESCO Global Geopark Muskau Arch, showing distribution of important geotouristic objects. 1 - former brickyard in Klein Kōlzig, 2 - Viewing tower by the post-mining lake „Felixsee”, 3 - outcrop of giser structure, 4 - „four coloured lakes” - post mining excavations of brown coal, 5 - historic station of Muskau Forest Railway in Weißwasser/O.L., 6 - Rhododendron and Azalea Park in Kromlau, 7 - Viewing tower „Schweren Berg” - view on the open-cast mine „Nochten”, 8 - „Lusatian Erratic Boulders Park” in Nochten, 9 - Muskau Park, the UNESCO World Heritage site, 10 - geotouristic path „Old mine Babina”, 11 - former open-pit „Pustków II”, 12 - educational nature path the nature reserve „Nad Młyńską Strugą”, 13 - Church in Niwica built of erratic boulder, 14 - area of former mine „Victor”, 15 - erratic boulder „Devil Stone”, 16 - Anthropogenic lake district near Tuplice, 17 - Dune at „Duży Staw”

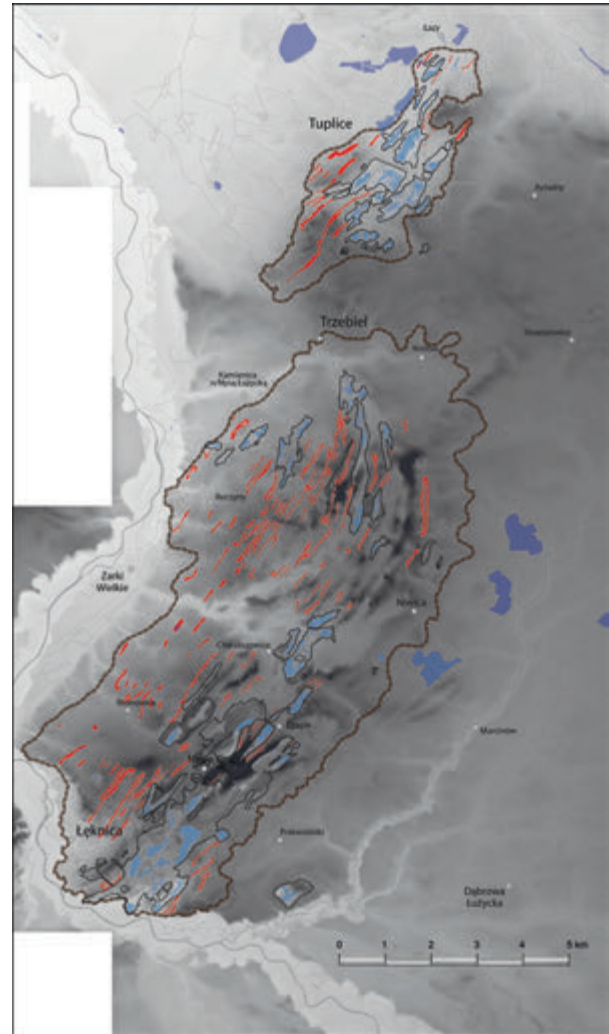
numerycznego modelu rzeźby terenu, przy użyciu analiz typu GIS [7]. Wyniki analizy przestrzennej znalazły zastosowanie w opracowaniu i realizacji projektu ścieżki geoturystycznej, będącej obecnie jednym z ważniejszych obiektów geoparku.

### Krajobraz geologiczny

Na geologiczny krajobraz Łuku Mużakowa, w którym w przewadze występują okruchowe skały osadowe i gdzie praktycznie brak jest naturalnych odsłoneń starszych serii skalnych lub skał zwięzłych, w głównej mierze składają się charakterystyczne denudacyjne i akumulacyjne formy rzeźby terenu. Ich wykształcenie wynika z budowy geologicznej obszaru i ujawniają one styl zaburzeń glacictektonicznych oraz ilustrują wieloetapową historię rozwoju glacictektogenu. Jako wybrane przykłady charakterystycznych form morfologicznych wymienić tu należy rowy wietrzeniowe, pagórki i wzniesienia morenowe oraz dolinę rzeki Nysy Łużyckiej.

Do przewodnich form morfologii terenu, z punktu widzenia ich korelacji z budową geologiczną należą, charakterystyczne, zazwyczaj wydłużone, dolinne zagłębienia [16]. Ich występowanie w granicach formy morenowej Łuku Mużakowa jest charakterystyczne dla obszarów, w których przeważały procesy glacialnej erozji, odsłaniające wewnętrzne struktury glacictektoniczne. Na podstawie oceny skali zaburzeń glacictektonicznych oraz wykształcenia form morfologicznych przyjmuje się, że pierwotna wysokość wału morenowego, z okresu zlodowaceń południowopolskich, sięgała do poziomu od 300 do 350 m n.p.m [11]. Natomiast współczesna maksymalna bezwzględna wysokość moreny mużakowskiej dochodzi do 178,8 m n.p.m, a średnia wysokość jej najwyższych partii wynosi od 150 do 170 m n.p.m. Wskazuje to na znaczną erozję utworów morenowych, która sięga średnio do poziomu 140 m n.p.m, co doskonale jest widoczne w obrazie lidarowego modelu rzeźby terenu (rys. 2).

Analiza modelu rzeźby terenu ujawnia występowanie wąskich na 10-200 m dolinek o różnej głębokości (od 2 do 20 m), najczęściej ułożonych równolegle względem siebie. Nazywane są one gizerami [16] lub rowami wietrzeniowymi. Często rozdzielone są one wąskimi grzbietami, które miejscami spełniają rolę lokalnych działów wodnych. Kierunek rozciągnięcia tych form nawiązuje do przebiegu całej struktury glacictektonicznej. Powstały one w wyniku osiadania terenu w przypowierzchniowej strefie wychylonego i zdeformowanego glacialnie pokładu węgla brunatnego. Intersekcyjny kształt gizerów zależy od rodzaju formy zaburzeń glacictektonicznych, w jakich występują pokłady węgla. Najczęściej spotykane są gizery występujące w formie liniowych kilkukilometrowych obniżeń, związanych ze strukturami nasunięć łuskowych. Rzadziej obserwowane nieregularne kształty obniżeń, na przykład elipsoidowate, świadczą o odsłonięciu grzbietowych partii struktur synklinalnych widocznych na różnych poziomach ścienia erozyjnego lub mogą odpowiadać formom diapirów, wykształconych w warunkach silnego zniszczenia przegubowych stref pierwotnych fałdów (rys. 3). Ostateczne rozstrzygnięcie, co do rodzaju formy struktury glacictektonicznej, jak i odpowiada kształtom gizerów, możliwe jest na podstawie analiz profili otworów wiertniczych, przekrojów górniczych lub przekrojów sejsmicznych [11]. Obniżenia terenu nad wychodniami wychylonych pokładów węgla wypełnione są zazwyczaj utworami typu namułów i torfów, o niewielkiej miąższości, co sprzyja powstawaniu w tym



Rys. 2. Wizualizacja lidarowego modelu rzeźby terenu polskiej części obszaru Łuku Mużakowa ujawniająca położenie gizerów oraz obszarów przekształconych przez górnictwo

Fig. 2. Visualisation of LiDAR terrain model of the Polish part of the Muskau Arch, emerging localisation of giser structure and areas changed by the mining activity



Rys. 3. Zróżnicowane kształty wychodni pokładu węgla w zależności od rodzaju struktury glacictektonicznej, na podstawie [12].

Fig. 3. Various shapes of the outcrops of the brown coal seams depending on type of glacictektonic structure, on the basis of [12].

miejscu charakterystycznych siedlisk roślinnych. Obserwuje się tutaj częstsze występowanie roślinności bagiennej oraz wzrost udziału brzozy, dobrze widoczny na tle otaczających sosnowych upraw leśnych. Ich rozmieszczenie pośrednio dostarcza informacji na temat struktury krajobrazu geologicznego.

Do akumulacyjnych form rzeźby terenu, również związanych z krajobrazem geologicznym, należą pagórkowate, wzniesienia o zróżnicowanych rozmiarach, rozciągające się miejscami niezgodnie z przebiegiem struktur glacictekt-

nicznych widocznych w morfologii lub ułożone w sposób podkreślający ich generalne łukowate ułożenie. Wysokość względna pagórków i wałów morenowych waha się od kilku do kilkunastu metrów. Są to formy, związane z różnymi etapami faz transgresywno-recesyjnych lądolodu środkowopolskiego, przekraczającego starsze wzgórza moreny spiętrzonej lub dopasowujące się do ułożenia głównego wału morenowego. Analiza ich rozprzestrzenienia stanowi przesłankę dla określania zasięgu i etapów zlodowaceń. Pagóry morenowe zbudowane są z różnorodnego materiału, w którym występują piaski różnych frakcji, żwiry oraz głązy lodowcowe. Szczególnie dobrze widocznym elementem glacialnej historii terenu związanymi z tymi formami morfologicznymi są głązy narzutowe. Cześć z nich z uwagi na swoje rozmiary lub formę ekspozycji zaliczana jest do stanowisk geologicznych geoparku.

Równie istotnym elementem krajobrazu geologicznego obszaru geoparku jest dolina Nysy Łużyckiej, dzieląca go na część polską i niemiecką. Dolina rzeczna jest formą młodszą od wału morenowego, która przecina go w części południowej i posiada w tym miejscu charakter przełomowy. Różnica wysokości pomiędzy najniższymi terasami rzecznyymi a sąsiadującymi wzniesieniami moreny spiętrzonej wynosi ponad 40 m. Jej brzegi stanowią tu wyraźne krawędzie erozyjne, a we wnętrzu doliny rzecznej wyraźnie widoczne są cztery poziomy tarasowe [1]. Zróżnicowane wysokościowo, powierzchnie ta-

rasów rzecznych i wzgórz morenowych zostały w XIX wieku doskonale wykorzystane do konstrukcji krajobrazowych kompozycji ogrodowych, znajdujących się w Parku Mużakowskim, wpisanym na listę światowych obiektów dziedzictwa kulturalnego UNESCO.

### Wybrane obiekty geoturystyczne związane z krajobrazem geologicznym

W obszarze geoparku Łuk Mużakowa znajduje się wiele obiektów krajobrazowych, często o charakterze kulturowym, które są jednocześnie doskonałym przykładem adaptacji, specyficznych cech krajobrazu geologicznego (rys. 1). Do najciekawszych, z punktu widzenia walorów geoturystycznych i poznawczych należy zaliczyć Park Rododendronów w Kromlaur, Park Głazów Narzutowych w Nochten oraz Park Mużakowski w Łęknicy i Bad Muskau (rys. 4)

#### *Park Rododendronów w Kromlaur*

Park położony jest w Niemczech, w południowej części moreny Łuku Mużakowa, w saksońskiej części geoparku, około 6 km na zachód od przejścia granicznego w Łęknicy. Został on założony w 1844 roku przez Friedricha Hermanna Rötschke, a w roku 1889 roku rozbudowany przez hrabiego Friedrich Leopold von Egloffstein, który zadbał o nasadzenia azalii. Umiejscowione one zostały w korzystnym miejscu dla wegetacji roślin, w podmokłej zatorfionej dolinie, która pod względem geologicznym jest fragmentem strefy wschodni pokładu węgla. Rozwój dolinowego obniżenia ma związek z procesem wietrzenia zaburzonych pokładów węgla brunatnych, wskutek którego następuje powolne osiadanie powierzchni terenu [12]. Znajdująca się w parku kolekcja różaneczników jest uznawana za jedną z większych w Niemczech.

W parku, którego powierzchnia wynosi 200 hektarów, znajduje się również most o kształcie półkola, zbudowany ze słupów bazaltowych. Umieszczony jest on nad niewielkim zbiornikiem wodnym o nazwie Rakotz, którego wody odbijają kształt półkola, co stwarza to doskonały efekt krajobrazowy chętnie wykorzystywany przez licznych fotografów. Razem z uzupełniającymi go konstrukcjami wykonanymi także z bazaltu obiekt ten stanowi doskonały przykład kształtowania krajobrazu ogrodowego. Do celu budowy tej konstrukcji zużyto słupy bazaltowe o objętości 110 m<sup>3</sup> i wadze 330 ton, które zostały w XIX wieku przetransportowane drogą wodną na odległość około 80 km, z położonego na południu kamieniołomu w Ostritz [12]. Kamieniołom ten założony był w obrębie mioceńskich wylewów bazaltowych, przebijających kompleksy granitoidów proterozoicznych. Jest to budulec obcy w stosunku do skał Łuku Mużakowa, który zgromadzony w jego obszarze w pośredni sposób również ilustruje historię geologiczną regionu.

#### *Głazy pomnikowe w rejonie Trzebiela oraz Park Głazów Narzutowych w Nochten*

Do doskonałych przykładów obiektów będących elementami krajobrazu polodowcowego należą głązy narzutowe, które w geoparku prezentowane są w swojej naturalnej pozycji oraz w formie sztucznych kompozycji ogrodowych. Do pierwszej formy prezentacji geoturystycznej należy pomnikowy głaz narzutowy „Diabelski Kamień”, znany również pod nazwą



Rys. 4. Wybrane obiekty geoturystyczne związane z krajobrazem geologicznym. a) Park Rododendronów w Kromlaur, b) Park Głazów Narzutowych w Nochten, c) pomnikowy głaz narzutowy „Krabat”, d) Park Mużakowski, obiekt światowej listy UNESCO

Fig. 4. The selected geotouristic objects connected with geological landscape. a) The Rhododendron Park in Kromlaur, b) The erratic boulders park in Nochten, c) monumental erratic boulder „Krabat”, d) The Muskau Park, the UNESCO World Heritage site

„Głaz Krabata”, od imienia legendarnego łuzickiego czarodzieja. Znajduje się on około 2 km na zachód od Trzebiela, w dolinie rzeki Lenki i położony jest w polskiej części obszaru geoparku. Długość granitoidowego głazu wynosi około 5,1 m, szerokość 3,5 m, a wysokość od powierzchni gruntu 2,5 m. Jest to największy głaz z w obszarze Łuku Mużakowa, jak również południowej części województwa lubuskiego. Zwraca on swoją uwagę także ze względu na szczególne ukształtowanie. Na jego powierzchni można dostrzec układy otworów i żłobin wykonanych przez człowieka, które jednoznacznie wskazują na jego kultowy charakter, jako wczesnośredniowieczny ołtarz ofiarny [2].

Łuzicki Park Głazów Narzutowych w Nochten, najcenniejszy obiekt geoturystyczny saksońskiej części Łuku Mużakowa, stanowi doskonały przykład kompozycji ogrodowej, będącej jednocześnie formą obiektu dydaktycznego z zakresu geologii [21]. Do jego budowy wykorzystano około 3000 głazów, rozmieszczonych w trzech zróżnicowanych krajobrazowo częściach, o nazywanych: „Ogród Skalny”, Ogród Wrzosowy” i „Mała Skandynawia”. Przez park prowadzi sieć ścieżek z oznaczonym szlakiem zwiedzania o długości ponad 3 km, wzdłuż których ustawiono tablice informacyjne wraz z ławkami, stolikami i altankami.

„Ogród Skalny” stanowiący zasadniczą część parku, urządony został na zróżnicowanym wysokościowo terenie, w którym obsadzenie roślinne wykonano w taki sposób, aby głaz narzutowy zawsze znajdował się w dominującej pozycji widokowej. W części północnej i wschodniej parku położony jest „Ogród Wrzosowy” o powierzchni około 1,5 ha, który obsadzony został gatunkami wrzosu i traw, charakteryzujących się kolejnymi okresami kwitnienia. W głębokim obniżeniu urządzone zostało sztuczne torfowisko, gdzie przeniesiono rzadkie gatunki roślin torfowiskowych, które mogłyby ulec zniszczeniu na skutek rozbudowy wyrobisk kopalnianych.

Najbardziej geologiczny charakter posiada rejon parku nazywany „Małą Skandynawią”, gdzie przedstawiono miejsce pochodzenia głazów narzutowych, drogi transportu lodowcowego oraz ich opis petrograficzny. W tej części parku na stoku zwałowiska skał nadkładowych pobliskiej czynnej kopalni węgla brunatnego, odwzorowano zarys południowej części półwyspu Skandynawskiego. Półwysep na sztucznej mapie obrazuje powierzchnia wysypana jasnym żwirem kwarcowym, na której rozmieszczonych zostało około 90 głazów narzutowych, o składzie petrograficznym odpowiadającym obszarom źródłowym transportu lodowcowego. Zostały one opisane tabliczkami, a obserwacje petrografii skały ułatwiają wykonane na ich powierzchni zgłady. W rejonie wzniesienia znajdują się dydaktyczne tablice na temat złodowceń oraz budowy geologicznej Skandynawii, ilustrowane przykładami wykształcenia głazów narzutowych wydobytych z miejscowej odkrywki kopalni węgla brunatnego.

### **Park Mużakowski**

Szczególną ważnym obiektem geoparku, znajdującym się w obszarze Polski i Niemiec, jest Park Mużakowski, uznany za rezerwat kulturowy [19]. Ze względu na wybitne walory krajobrazu ogrodowego, w roku 2004 został on wpisany na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO oraz uznany za pomnik historii na mocy Rozporządzenia Prezydenta RP. Znajduje się on pomiędzy Bad Muskau i Łęknica, w sąsiedztwie przejścia

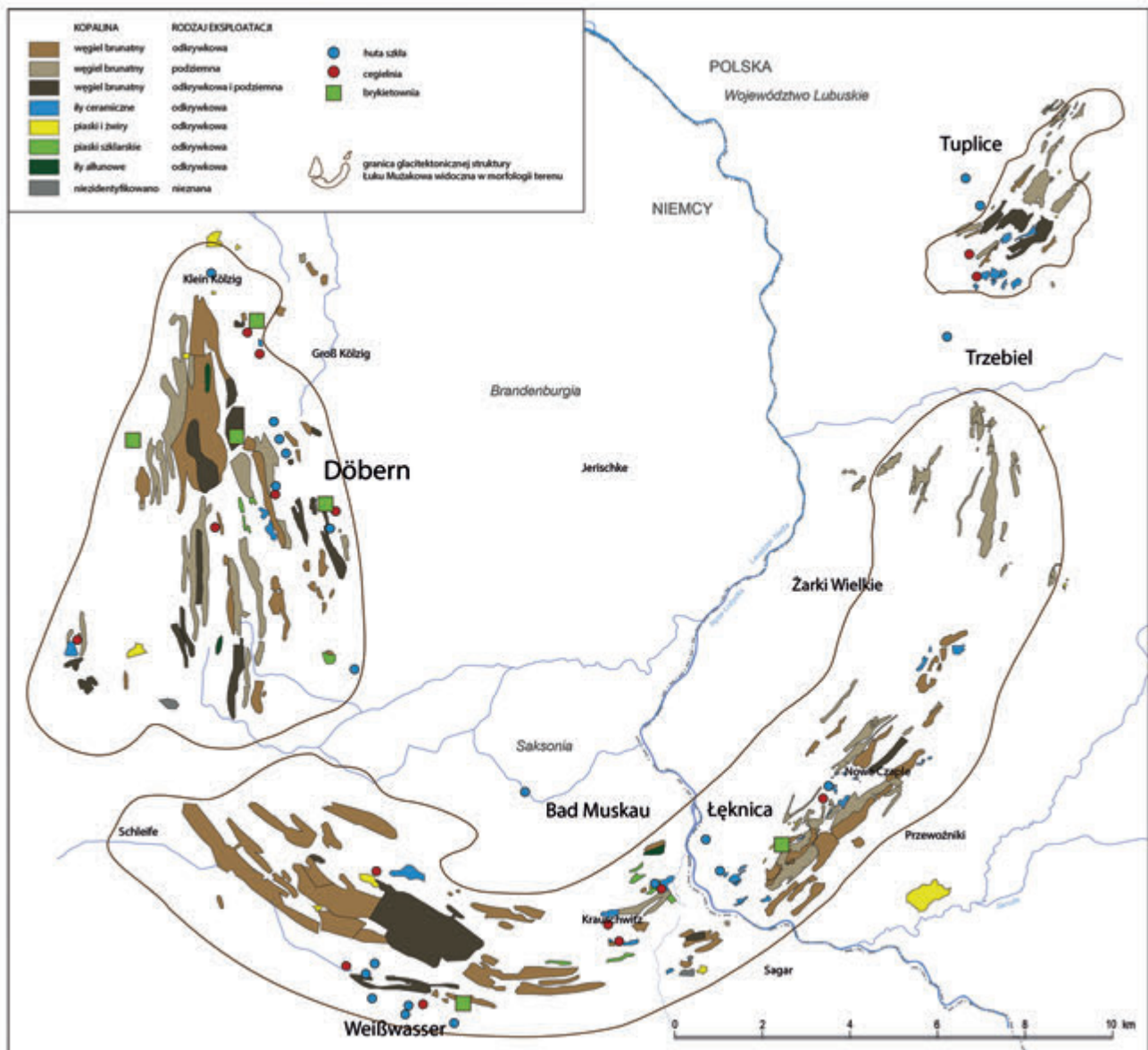
granicznego, gdzie zajmuje obszar o powierzchni 728 ha. Park utworzony został przez Księcia Hermanna von Pückler-Muskau (1785-1871) i jest doskonałym przykładem angielskiej sztuki ogrodowej XIX wieku. Jego związek z geologiczną historią regionu polega na tym, że w krajobrazowej kompozycji ogrodu wykorzystano, naturalne tarasowe ukształtowanie przełomowej doliny Nysy Łuzickiej. W części rozległego ogrodu, położonego również częściowo w granicach moreny spiętrzony widoczne są dolinne obniżenia nad pokładami węgla brunatnych, z których część posiada udokumentowane zasoby geologiczne. W parku znajduje się także zamek Muskau, oranżeria i kilka klasycystycznych budynków, pomnik – głaz narzutowy tzw. Kamień Pücklera, Most Królewski, Wiadukt, Taras Mauzoleum oraz ruiny folwarku.

### **Krajobraz pogórnicy**

Z początkiem XIX wieku, w okresie rozwoju przemysłowego, zaobserwowano w obszarze spiętrzonej moreny Łuku Mużakowa płytkie zaleganie pokładów węgla brunatnego, co związane jest z glacitektonicznym stylem jego budowy geologicznej. Zaburzone przez ładłod utwory mioceńskiej serii burowęglowej wyniesione zostały ku powierzchni z pierwotnej głębokości około 150 m poniżej poziomu terenu, w formie różnie wykształconych struktur glacitektonicznych typu łusek, fałdów, lub diapirów. Przyczyniło się to do ich wczesnej eksploatacji górniczej, której początki w całym polsko-niemieckim obszarze Łuku Mużakowa datowane są na rok 1843 [20]. Rozwój przemysłu wydobywczego i przetwórstwa kopalin (brykietowni, cegielni i huty szkła) oparty był również o eksploatację kopalin towarzyszących węglom. Najwcześniej, około roku 1825, w rejonie Bad Muskau, w zachodniej części Łuku Mużakowa, pozyskiwano ily i mulki alunowe, wykorzystywane do produkcji alunu. Następnie w całym rejonie wydobywano ily ceramiczne (ily gancarskie), początkowo w samodzielnych odkrywkach, a następnie jako kopalinę towarzyszącą wydobyciu węgla brunatnych. Powszechnie występujące w obrębie węglowych serii mioceńskich drobnoziarniste piaski kwarcowe wykorzystywane były jako surowiec szklarski. W mniejszej skali, do celów budowlanych, wykorzystywano także piaski i żwiry czwartorzędowe, często znajdujące się w nadkładzie złóż węgla. Eksploatacja węgla brunatnych w całym obszarze Łuku Mużakowa trwała około 130 lat i prowadzona była początkowo metodą podziemną i w niewielkich wyrobiskach odkrywkowych, zakładanych w rejonie najpłytszych wychodni pokładów. W późniejszym czasie udział wyrobisk odkrywkowych wyraźnie się zwiększał. W całym okresie aktywności przemysłu wydobywczego, w obszarze mużakowskim czynnych było około 70 kopalń, z czego 28 znajdowało się w jego obecnej polskiej części (rys. 5).

Ich pozostałością są widoczne dzisiaj zróżnicowane genetycznie obiekty pogórnicy, które składają się na wyjątkowy antropogeniczny krajobraz części obszaru, będący od wielu lat obiektem badań nad procesami renaturyzacji i rekultywacji obszarów górniczych. Krajobraz ten jest także wykorzystywany dla propagowania geoturystyki w geoparku - rys. 6.

Na podstawie inwentaryzacyjnych obiektów pogórnicych polskiej części Łuku Mużakowa, poprzedzonych przestrzenną analizą materiałów historycznych, typu GIS i hGIS, w omawianym obszarze wyróżnić można następujące ich typy [7]: zapadliska - nieckowate często niezawodnione obniżenie terenu



Rys. 5 Rozmieszczenie wyrobisk górniczych w granicach moreny spiętrzonej Łuku Mużakowa  
 Fig. 5. Distribution of mine workings within the area of Muskau Arch push moraine

powstałe na skutek osiadania sypkich i luźnych osadów nad wyrobiskami kopalni podziemnej; niecki z osiadania - nieckowate wydłużone obniżenie terenu o takiej samej genezie jak zapadliska, najczęściej wypełnione wodą; zapadliska w rejonie dawnych szybów kopalnianych - widoczne jako zawodnione zagłębienia, o znacznych głębokościach w części centralnej i prawie kolistym kształcie, o niezbyt dużych rozmiarach; zagłębienia - zazwyczaj zawodnione, o dużej powierzchni i często wydłużonym kształcie, związane z odkrywkowym wydobyciem węgla i ilów; nasypy transportowe – wyznaczające trasy różnego rodzaju kolejek górniczych oraz nasypy i hałdy - zbudowane ze sztucznie wysortowanych skał nadkładu, o dużym udziale frakcji piaszczystych i pylastych z domieszką pyłów węglowych oraz glazików i glazów skał polodowcowych. Do obiektów antropogenicznych, znajdujących się w obszarach pokopalnianych, należą również pozostałości budowli górniczych. Nie stanowią one wyraźnych form morfologicznych i najczęściej widoczne są jako nagromadzenia elementów budowlanych lub ruiny budowli. Dostarczają one jednak cennych informacji na temat infrastruktury przemysłowej związanej z wcześniejszym krajobrazem górniczym.

Wymienione formy terenu, prezentowane dzisiaj jako krajobraz pogórniczy o wysokich walorach geoturystycznych, najlepiej widoczne są w polskiej, południowej części Łuku Mużakowa, w miejscu, w którym znajdowała się dawna kopalnia „Babina”.

Dzięki danym historycznym, zestawionym w nielicznych publikacjach dotyczących górnictwa regionu [4,9,20] wiadomo, że kopalnia „Babina” została uruchomiona 1921 roku, przez spółkę „Babina Braunkohlenverwertung G.m.b.H. G.m.b.H. Muskau O.L.”. Przed tą datą niewielkie wydobycie węgla prowadzono w wyrobiskach odkrywkowych przy okazji pozyskiwania ilów ceramicznych do pobliskich cegielni, np. w Nowych Czaplach, co miało już miejsce na przełomie XIX i XX wieku. W skład kopalni wchodziła brykietownia i pobliska cegielnia. Początkowo w latach dwudziestych, wydobycie węgla dochodziła do poziomu od 45 do 97 tys. t, a w latach trzydziestych, około 225 tys. t. Produkcja brykietów w tym okresie, uzyskiwana przez cztery czynne prasy, przekraczała 76 tys. t. Głównymi odbiorcami brykietów była elektrownia w Nowych Czaplach oraz cegielnie i huty szkła w Łęknicy. Do początku lat 30-tych wydobycie prowadzono w przewadze



Rys. 6. Krajobraz pokopalniany w rejonie dawnej kopalni „Babiana”  
Fig. 6. The post mining landscape in the region of old mining „Babina”

metodą podziemną, a następnie rozbudowywane początkowo nieliczne wyrobiska odkrywkowe. Złoże udostępniano za pomocą szybów upadowych, których skośna konstrukcja wynikała z wychylonego ułożenia pokładów.

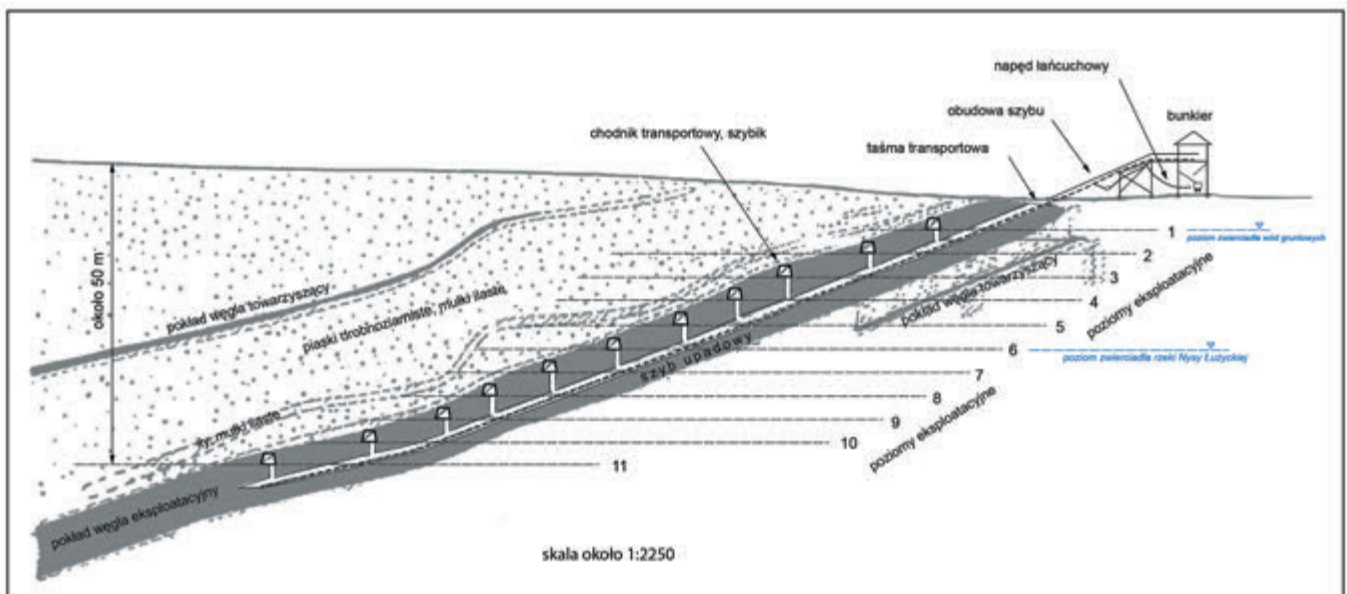
Pierwotnie stosowano drewniane obudowy wlotów szybów oraz znajdujących się na powierzchni urządzeń wyciągowych, stopniowo zastępowane bardziej trwałymi

budowlami wykonanymi żółtej cegły, charakterystycznej dla regionu mużakowskiego. W regionie zachowały się nieliczne ślady takich budowli, z których część została uznana za obiekty geoturystyczne. W okresie przedwojennym czynne były cztery szyby upadowe oznaczone jako: O, I, II, III i IV. Od skośnie ułożonego szybu odchodziły poprzecznie chodniki, które znajdowały się na różnych głębokościach i wyznaczały kolejne poziomy eksploatacyjne. Maksymalna głębokość eksploatacji dochodziła do rzędnej + 90 m n.p.m., co odpowiadało głębokości od 50 do maksymalnie 60 m poniżej poziomu terenu (rys. 7). Właściwa eksploatacja pokładu, prowadzona była ręcznie, odbywała się w oddzielonych filarami wyrobiskach o wymiarach ok. 3 x 4 m. Po wyeksploatowaniu fragmentu pokładu, w granicach wyznaczonego pola eksploatacyjnego, likwidowano wyrobiska metodą na zawał, poprzez usuwanie obudowy. Efektem takiego sposobu zamykania wyrobisk jest obserwowane do dzisiaj osiadanie terenu na powierzchni.

W okresie powojennym Kopalnia „Babina” pod nową nazwą „Kopalnia Przyjaźń Narodów – Szyb Babina”, kontynuowała eksploatację podziemną, zapoczątkowaną od roku 1947. Organizacyjnie obejmowała ona również pozostałe zachowane wyrobiska kopalniane, położone w całym obszarze polskiej części Łuku Mużakowa, pomiędzy Łęknicą, Trzebielem i Tuplicami. W całym okresie powojennej działalności kopalni, produkcja węgla brunatnego wyniosła 8 485 tys. ton, przy średnim rocznym wydobyciu na poziomie 380 tys. ton. Maksymalne roczne wydobycie wysokości 530 tys. ton, kopalnia uzyskała na dwa lata przed jej zamknięciem.

Do wyraźnego wzrostu poziomu wydobycia węgla, w stosunku do lat 30-tych, przyczyniły się wykonane w latach 50-tych intensywne dokumentacyjne prace geologiczne. Na ich podstawie rozpoznano przebieg nowych wiązek pokładów, które w latach 60-tych urabiane były w większości metodą odkrywkową. Do największych wyrobisk z tego okresu należy odkrywka „łuska C”, czynna w latach 1964-1968, którego powierzchnia wynosiła około 20 ha, a maksymalna głębokość około 18-20 m. Pozyskano z niego ponad 1 200 tys. ton węgla.

Z intensyfikacją odkrywkowego sposobu wydobycia wiązało się występowanie zjawiska kurzawki, które w sytuacji



Rys. 7. Schemat szybu upadowego kopalni „Babina”  
Fig. 7. Diagram of the „Babina” mine inclined shaft



nione zakwaszonymi wodami o dużej zawartości związków żelaza, barwy rdzawej i wyrobiska dawnej eksploatacji ilów ceramicznych z przezroczystymi wodami, o kontrastujących odcieniach zbliżonych zieleni. Wszystkie z wymienionych stanowisk posiadają ilustrowane opisy widoczne na ustawionych w pobliżu trasy tablicach informacyjnych oraz zostały szczegółowo zaprezentowane w broszurze informacyjnej oraz przewodniku geoturystycznym po Łuku Mużakowa [13], które stanowią materiały informacyjne geoparku.

### Podsumowanie

Obszar Łuku Mużakowa posiada specyficzny krajobraz na ukształtowanie którego dominujący wpływ miały glacialne procesy geologiczne oraz antropogeniczne zmiany krajobrazu

naturalnego, związane z trwającym ponad 120 lat górnictwem kopalni, głównie węgla brunatnych. Doprowadziło ono początkowo do destrukcyjnych zmian środowiska przyrodniczego polegających głównie na zmianach ukształtowania terenu, w efekcie czego powstało antropogeniczne pojezierze kwaśnych wód kopalnianych. Dalsze zagospodarowanie terenu, w którym dominowała gospodarka leśna oraz stosunkowo niska urbanizacja obszaru, umożliwiło wytyczenie nowego kierunku użytkowania terenów pogórnich, jakimi stało się użytkowanie geoturystyczne, rozwijane w dalszym ciągu w ramach funkcjonowania światowego geoparku UNESCO. Zwiedzanie krajobrazowych obiektów geoparku pozwala dostrzec związki historycznego dziedzictwa kulturowego z budową geologiczną regionu oraz zwraca uwagę na naturalne procesy przyrodnicze zachodzące w obszarach przemysłowych.

### Literatura

- [1] Bartczak E., Gancarz A., *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000*, arkusz Łęknica (645), Trzebiel (646). Arch. Państw. Inst. Geol., 1997, Warszawa
- [2] Haracz P., Koźma J., Kupetz M., Vinx R. *Der Diabelski Kamień bei Trzebiel*. [W:] A. Kupetz & M. Kupetz (red.) *Der Muskauer Faltenbogen*. Dr. Fridrich Pfeil, 2009, München, s.111–115
- [3] Jędrzak A., *Skład chemiczny wód pojezierza antropogenicznego w Łuku Mużakowskim*. Wyd. WSInż. w Zielonej Górze, Seria Monografie Nr 5, 1992, s. 135
- [4] Kasiński J. R., Piwocki M., *Dawne górnictwo węgla brunatnego na obszarze polskiej części łuku Mużakowa*. W: *Konf. Polsko-Niemiecka „Geopark Łuk Mużakowa - tranzgraniczny obszar ochrony georóżnorodności”* (red. J. Koźma, M. Gawlikowska), 2003, s. 13-18. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- [5] Kasiński J.R., Koźma J., Gawlikowska E. *Geotopes of the proposed Muskau Arch geopark – inventory, classification and evaluation*. Polish Geological Institute Special Papers, 13, 2004, s. 73-88
- [6] Kondracki, J. A., *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, 2011, Warszawa, s. 444
- [7] Koźma J., *Antropogeniczne zmiany krajobrazu związane z dawnym górnictwem węgla brunatnego na przykładzie polskiej części obszaru Łuku Mużakowa*. *Górnictwo Odkrywkowe*, vol. 57, nr 3, 2016, Wrocław, s. 5-13
- [8] Koźma J. *Zagospodarowanie kopalni towarzyszących na przykładzie obszaru dawnego górnictwa węgla brunatnego rejonu projektowanego geoparku „Łuk Mużakowa”*. *Górnictwo Odkrywkowe*, vol. 47, nr 2, 2005, Wrocław s. 64-70
- [9] *Kronika kopalni Przyjaźń Narodów, założona w 1961*, mat. niepublikowany, Archiwum Stowarzyszenia Geopark Łuk Mużakowa, s. 50
- [10] Kupetz M., *Geologischer Bau und Genese der Stauchendmoräne Muskauer Faltenbogen*. Brandenburgische Geowiss. Beitr. 4/2, 1997, Kleinmachnow, s. 1-20
- [11] Kupetz M., *Die geomorphologie des Muskauer Faltenbogens im hochauflösenden digitalen Geländemodell*. Brandenburgische Geowiss. Beitr 10, 1/2, 2003, Kleinmachnow, s. 19-28
- [12] Kupetz A., Kupetz M., *Der Muskauer Faltenbogen*. Dr. Fridrich Pfeil, 2009, München, s. 224.
- [13] Maciantowicz M., Koźma J., *Łuk Mużakowa po obu stronach Nysy Łużyckiej*. Przewodnik geologiczno-turystyczny. Łęknica ; Żary : ”Chroma”, 2014. s. 200
- [14] Nieć M., Salamon E., Kawulak M. *Poeksploacyjny krajobraz geologiczny*. [W:] *Kształtowanie krajobrazu terenów poeksploacyjnych w górnictwie*. Wyd. AGH-Polit. Krakowska, 2003, Kraków, s. 195–207
- [15] Nita J., *Zmiany w krajobrazie powstałe w wyniku działalności górnictwa surowców skalnych na obszarze Wyżyn Środkowopolskich*. Uniwersytet Śląski, 2013, Katowice, s. 185.
- [16] Potonié R., *Über den Muskauer Faltenbogen, seine Oberflächenformen und deren Abhängigkeit von der Beschaffenheit und der Tektonik der Braunkohle*. Jb. Preuß. Geol. LA, 51, 1930, Berlin, s. 392-416
- [17] Richling A., *Kompleksowa geografia fizyczna*. PWN, 1992, Warszawa
- [18] Richling A., Ostaszewska K. (red.): *Geografia fizyczna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, 2005, Warszawa
- [19] Stachańczyk R., *Park Mużakowski - Łęknica, Muskauer Park - Bad Muskau*. Przewodnik. Krajowy Ośrodek Badań i Dokumentacji Zabytków. 2009, ISBN: 978-83-929119-0-6. s. 124
- [20] Schossig W., Kulke M. *Braunkohlenbergbau auf dem Muskauer Faltenbogen*. Cottbus 2006, s. 200, ISBN 3-9808035-8-9, Förderverein Kulturlandschaft Niederlausitz e.V., Cottbus
- [21] Ulbrich H., *Der Lausitzer Findlingspark Nochten – eine Perle in der Bergbaufolgelandschaft*. [W:] A. Kupetz & M. Kupetz (red.) *Der Muskauer Faltenbogen*. Dr. Fridrich Pfeil, 2009, München, s. 169–175