

Studijní cesta / Wycieczka poznawcza



Lead partner

- Geopark_Ralsko o.p.s.
<http://www.geoparkralsko.cz/>

Partneři projektu CZ / Partnerzy projektu CZ

- Technická univerzita v Liberci (Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, Katedra geografie)
<https://www.tul.cz/>
- Česká geologická služba
<http://www.geology.cz/>
- MAS Chrudimsko, z.s.
<http://www.maschrudimsko.cz/>

Partneři projektu PL / Partnerzy projektu PL

- Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
<https://www.pgi.gov.pl/>
- Stowarzyszenie Geopark Przedgórze Sudeckie
<http://www.geopark.org.pl/>
- Muzeum Regionalne w Lubaniu
<https://muzeumluban.pl/>

Przewodnik wycieczkowy do podróży studyjnej w ramach projektu
GECON – geologiczna sieć współpracy przygranicznej



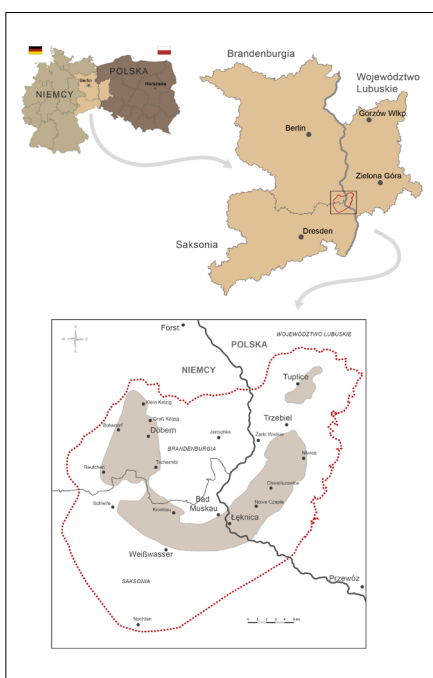
30. 9.–2. 10. 2019 r.

Geopark UNESCO Łuk Mużakowa

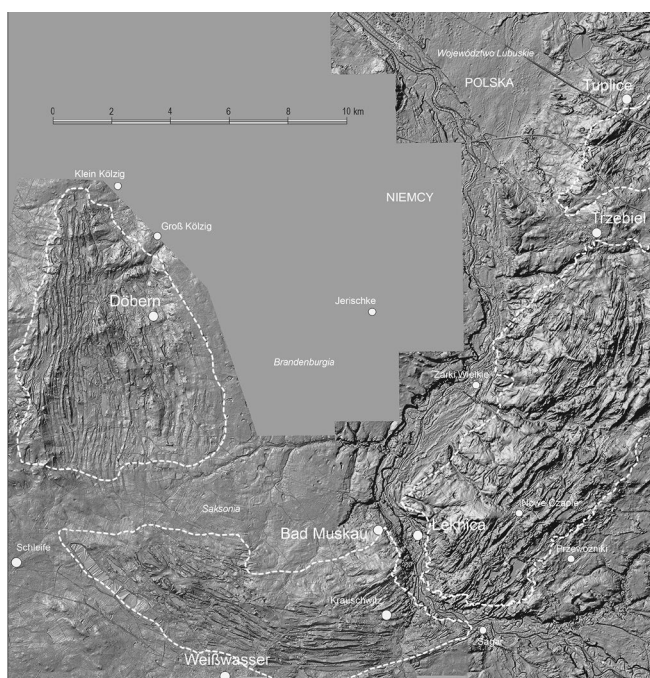
Jacek Koźma

Wprowadzenie Geopark UNESCO Łuk Mużakow/Muskauer Faltenbogen/Muskau Arch

Obszar Światowego Geoparku UNESCO Łuk Mużakowa obejmuje unikalną strukturę geologiczną, widoczną w krajobrazie w formie pasma wzniesień morenowych, o kształcie łuku wygiętego ku południowi. Układ wzniesień morenowych odzwierciedla kształt łobu lodowca skandynawskiego, którego transgresja spowodowała glaciektoniczne zaburzenia osadów neogeńskich, zbudowanych głównie z mułków, piasków, iłów i węgla brunatnych. Dolina rzeki Nysy Łużyckiej przecina Łuk Mużakowa w części środkowej, stanowiąc jednocześnie granicę między Polską i Niemcami. Całkowita powierzchnia wału morenowego, jako formy morfologicznej,



Położenie administracyjne geoparku Łuk Mużakowa (Muskauer Faltenbogen)

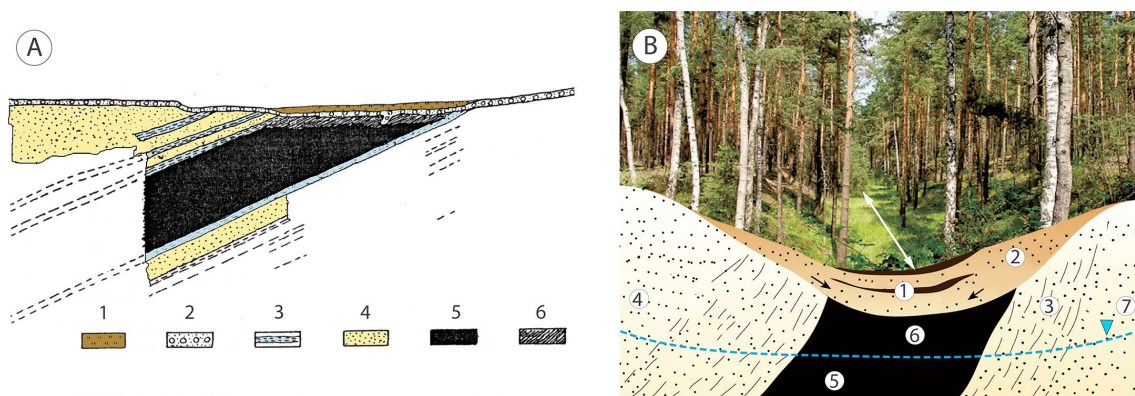


Rzeźba terenu Łuku Mużakowa
w obrazie modelu cyfrowego LiDAR

wynosi 170 km², z czego w Polsce znajduje się 75 km² a w Niemczech 95 km². Powierzchnia geoparku jest większa od formy morfologicznej i wynosi 578,8 km², z czego w Polsce znajduje się nieco ponad 30% jego obszaru. Według podziału administracyjnego geopark znajduje się na terenie Niemiec, w granicach landów - Brandenburgia i Saksonii oraz na terenie Polski, w granicach województwa lubuskiego. Geopark Łuk Mużakowa, w części niemieckiej nazywany Geopark Muskauer Faltenbogen, jest jednym z czterech transgranicznych europejskich geoparków UNESCO, co stanowi jego bardzo istotny wyróżnik.

Łuk Mużakowa posiada unikalne ukształtowanie, szczególnie dobrze widoczne w obrazie cyfrowego modelu rzeźby terenu oraz na mapach topograficznych. W jego granicach wyraźnie widoczne są wąskie i wydłużone, pasmowo ułożone obniżenia, które rozdzielone są niewielkimi wzniesieniami utworów morenowych. Miejscami pasma utworów morenowych położone są poprzecznie względem osi wymienionych obniżeń.

Ułożenie tych naturalnych form morfologicznych związane jest z procesami glacytektonicznym i glacialnymi. Naturalne obniżenia terenu występują w strefach wychodni glacytektonicznie wychylonych, prawie pionowo ułożonych, pokładów węgla brunatnych. Geneza obniżeń związana jest z procesem wietrzenia węgla brunatnych, który prowadzi do zmniejszania się objętości pokładu węgla brunatnego i powstawania wyżejjęgłych zapadlisk.

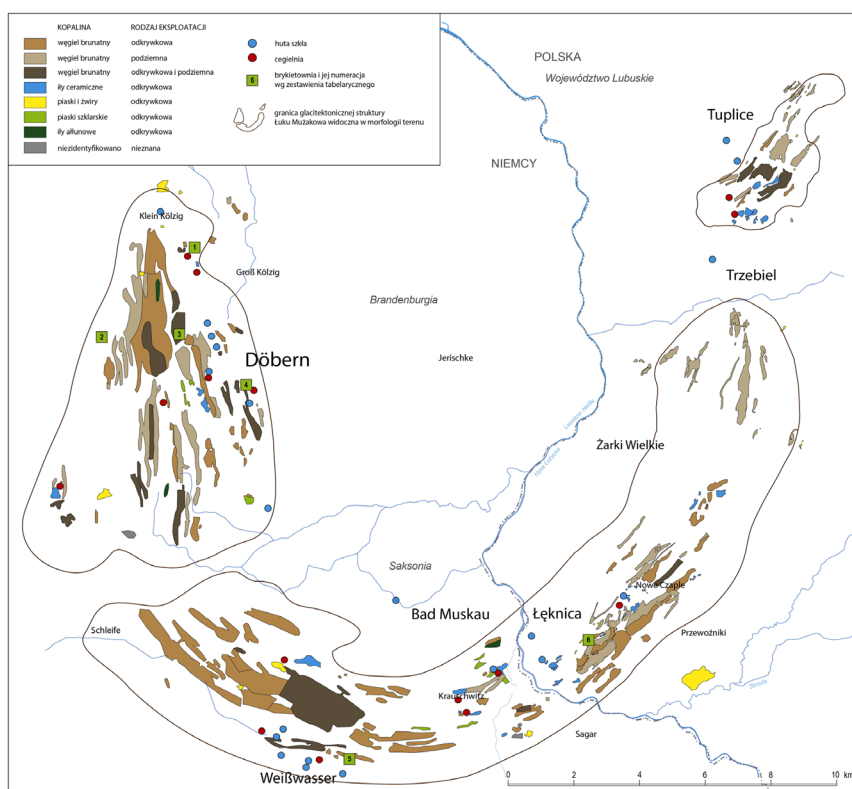


Model obniżenia terenu nad wietrzejącym pokładem węgla brunatnego, tzw. gizer

Struktury morenowe związane są z różnowiekowymi etapami migracji lądolodu skandynawskiego w okresie zlodowaceń południowo- i środkowopolskich. Przypowierzchniowe, korzystne położenie wychylonych pokładów węgla brunatnych było przyczyną ich wczesnego wykorzystania gospodarczego. W obszarze moreny Łuku Mużakowa prowadzono intensywne wydobywanie węgla brunatnych oraz jako kopaliny towarzyszące wydobywano również iły ceramiczne i piaski szklarskie. Wydobywanie przemysłowe wymienionych kopaliny trwało tu od połowy XIX wieku do lat 70-tych XX wieku.

Obecnie krajobraz geoparku Łuku Mużakowa charakteryzuje się współwystępowaniem naturalnych i antropogenicznych form morfologii terenu. Naturalne obniżenia i wzniesienia morenowe sąsiadują z obniżeniami pogórnymi, związanymi z kopalniami podziemnymi i odkrywkowymi oraz sztucznymi usypiskami utworów skał nadkładowych, wydobytych w trakcie udostępniania pokładów węgla. Większość obniżeń pogórnymi wypełnionych jest wodami opadowymi. Ich nagromadzenie tworzy antropogeniczne pojezierze o unikalnych walorach krajobrazowych. Specyficzne formy ukształtowania terenu związane z glacialną historią geologiczną współwystępujące z formami antropogenicznymi, pogórnymi, budują unikalny krajobraz seminaturalny, który stanowi główny walor poznawczy geoparku.

Poszczególne sztuczne i naturalne elementy krajobrazowe geoparku udostępnione są w formie tematycznych ścieżek geoturystycznych. Historia geoparku sięga początków XXI wieku kiedy w latach 1999–2001 opracowano pierwszą jednolitą inwentaryzację geostanowisk geoparku, nazywanych w Niemczech geotopami.



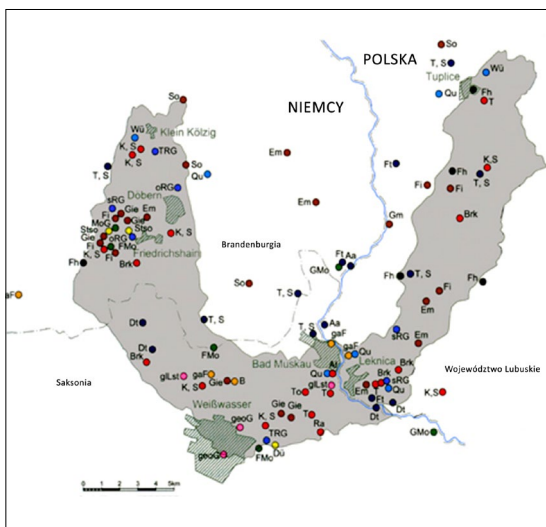
Rozmieszczenie historycznych kopalni węgla brunatnego, iłów ceramicznych i piasków szklarskich w granicach struktury glacytektonicznej Łuku Mużakowa



Wybrane elementy współczesnego krajobrazu geoparku Łuk Mużakowa

W obszarze geoparku w granicach Brandenburgii, Saksonii i województwa lubuskiego wyróżniono 95 stanowisk, z czego w polskiej części geoparku 34, w brandenburskiej 34 i saksońskiej 27 stanowisk.

Wyróżnione geotopy zostały sklasyfikowane według wiodących grup tematycznych. Wykoane badania inwentaryzacyjne wskazują, że najliczniejszą grupę stanowią stanowiska związane z dawnym górnictwem i najczęściej dotyczą miejsc odkrywkowej i podziemnej eksploatacji węgla brunatnych. Zagadnienia budowy geologicznej obszaru oraz historii przemysłu wydobywczego i krajobrazu pogórniczego udostępniane są zwiedzającym geopark za pomocą tematycznych ścieżek geoturystycznych, do których w części polskiej, wizytowanej w ramach podróży studyjnej w geoparku, należą ścieżki geoturystyczne „Dawna kopalnia Babina”, „Wydmy kotliny Zasięckiej” i „Tradycje ceramiczne na Łuku Mużakowa”.



Schematyczny szkic rozmieszczenia geostanowisk
w obszarze polsko-niemieckiego geoparku Łuk
Mużakowa

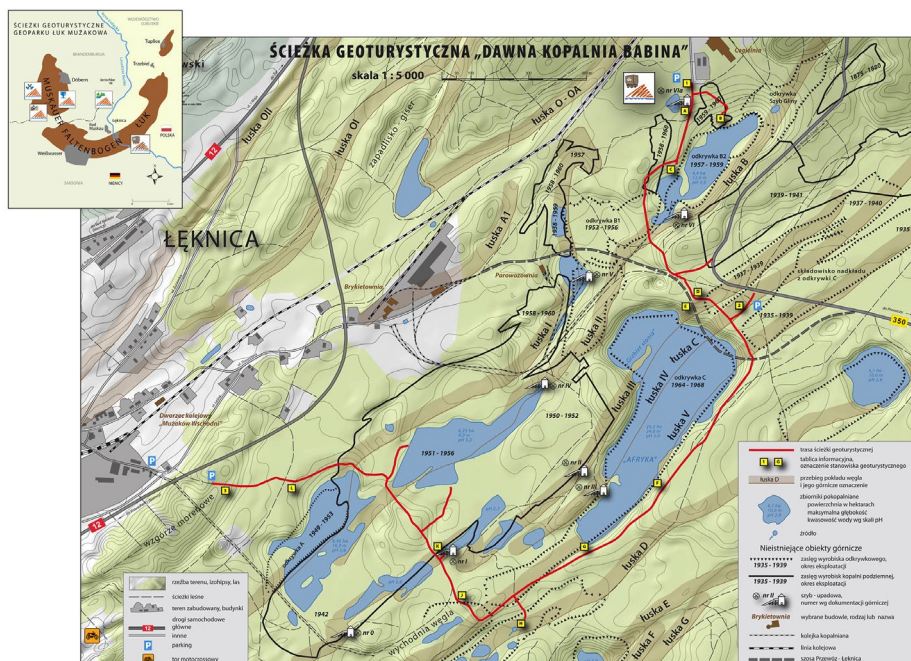


Rozmieszczenie ścieżek geoturystycznych
w granicach geoparku
Łuk Mużakowa

Wybrane trasy geoturystyczne w polskiej części geoparku

Ścieżka Geoturystyczna „Dawna Kopalnia Babina”

Trasa ścieżki geoturystycznej „Dawna kopalnia Babina” przebiega przez fragment obszaru objętego wydobywaniem węgla brunatnego oraz ilów ceramicznych, należącego do przedwojennej kopalni Babina oraz powojennej kopalni „Przyjaźń Narodów – Szyb Babina”. Ogólna długość ścieżki wynosi około 4 km. Rozpoczyna się ona na początkowym odcinku dawnej drogi kopalnianej, na południe od skrzyżowania z ulicą Kopalnianą



Mapa trasy ścieżki geoturystycznej w obszarze kopalni węgla brunatnego „Babina”

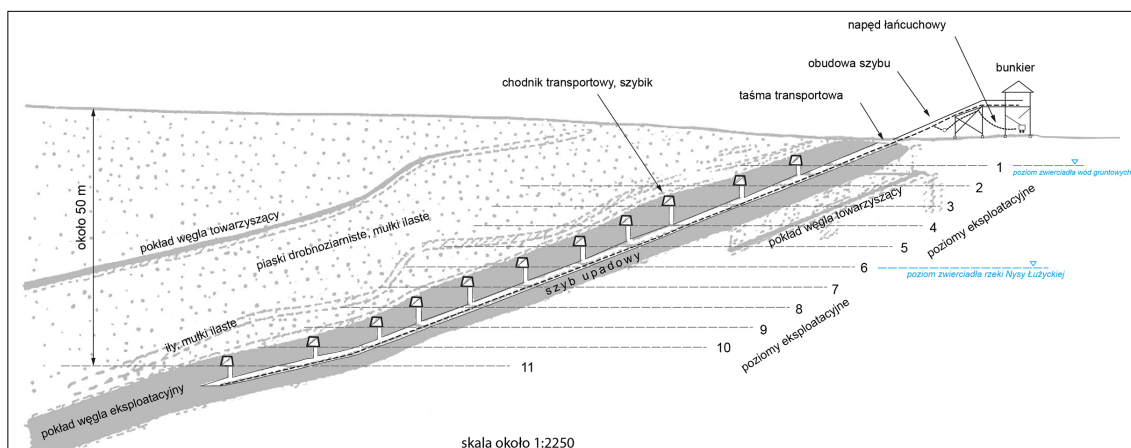
w Nowych Czaplach i kończy w rejonie dawnej cegielni w Łęknicy. Od strony Nowych Czapli trasa ścieżki początkowo przechodzi przez rejon kopalni podziemnej i starszych odkrywek wydobywania węgli brunatnych, a następnie prowadzi wokół największego zbiornika poeksploatacyjnego „Afryka” – dawnego wyrobiska „łuska C”. Po przejściu krótkiego odgałęzienia w stronę źródła kwaśnych wód żelazistych, ścieżka przechodzi przez zapadliska kopalni podziemnej i dalej rozgałęzia się na dwie trasy spacerowe prowadzące do zbiornika powstałego w miejscu wydobywania węgli brunatnych. Wracając od brzegu dawnego wyrobiska węgli brunatnych, wkraczamy w końcowy odcinek trasy, który przebiega przez rejon, w którym w latach 80-tych po zamknięciu kopalni węgla, wydobywano jeszcze ropy ceramiczne. Następnie ścieżka przecina bardzo ładnie wykształconą morenę polodowcową, zbudowaną z utworów piaszczysto-żwirowych z głazami i prowadzi do parkingu, skąd można również dojść do placu dawnej cegielni w Łęknicy.

Obok miejsc postoju i wypoczynku, rozmieszczone zostały tablice informacyjne, zwracające uwagę na najciekawsze elementy krajobrazu pogórniczego. Na szczególną uwagę zasługują współczesne formy erozji antropogenicznych skał nadkładu, występujące na krawędzi zbiornika „Afryka” oraz źródło z naskorupieniami minerałów, w powstaniu których także mają swój udział bakterie żelazolubne. Przy sprzyjających warunkach pogodowych i odpowiednim oświetleniu promieniami słonecznymi, możemy podziwiać niespotykane barwy wód zbiorników pokopalnianych. Na trasie ścieżki w bliskiej odległości sąsiadują ze sobą zbiorniki, których barwa wody przybiera kolor rdzawo-pomarańczowy oraz różne odcienie zieleni i błękitu. W kilku miejscach możemy zobaczyć wychodnie pokładu węgla, zarówno w przekroju poprzecznym, jak i po jego rozciągłości, gdzie dodatkowo pokład węgla przecięty jest poprzecznie uskokiem, powodującym jego przemieszczenie.

Opis stanowisk

Upadowa Vla

Pierwszym miejscem na trasie geoturystycznej, jest dawne wejście do kopalni podziemnej. Znajdowała się tutaj upadowa, czyli skośny szyb, który umożliwiał dostęp do wyrobisk podziemnych i był miejscem transportu urobku na powierzchnię. Szyby kopalni Babina nie posiadały odrębnych nazw, tak ja ma to często miejsce w innych kopalniach. Na mapach górniczych kopalni Babina były one oznaczane rosnąco, kolejnymi cyframi rzymskimi, poczynając od południowego-zachodu, od rejonu doliny Nysy Łużyckiej, ku północnemu-wschodowi, do rejonu Bronowic. Upadowa Vla znajdowała się w środkowej części kopalni, w miejscu w którym wydobywanie prowadzono do końca lat 60-tych. Początkowo, w latach 20tych, szyby-upadowe posiadały obudowy drewniane, które następnie zastępowane były konstrukcjami murowanymi, wykonanymi z cegły.



Schemat szybu upadowego, typowego dla kopalń podziemnych polskiej części Łuku Mużakowa

W pobliżu wylotu szybu znajdował się również niewielki budynek, mieszczący urządzenia wyciągowe. Dzisiaj, pozostałością upadowej numer VIa, jest fragment obudowy wykonanej z charakterystycznej dla regionu mużakowskiego żółtej cegły oraz znajdujący się na jej przedłużeniu głęboki zbiornik zapadliskowy o prawie kolistym kształcie.

Wyrobyisko B2

Od utwardzonej, dawnej drogi kopalnianej, po której przebiega początkowy odcinek trasy geoturystycznej, odchodzimy w bok do krawędzi wydłużonego zbiornika, gdzie znajduje się punkt widokowy. Z wysokiej skarpy dawnych zwałowisk, roztacza się widok na pokopalniany zbiornik o przejrzystej wodzie i niezwykle ciekawym, szmaragdowym kolorze, możliwym do zauważenia przy odpowiednich warunkach oświetlenia słonecznego. Wyrobisko odkrywkowe położone jest w pobliżu miejsca występowania ilów, które na jego przedłużeniu, w kierunku północno-wschodnim, były już wydobywane w latach 20-tych ubiegłego wieku. Świadczy o tym również nazwa pobliskiej, dawnej glinianki – „Szyb gliny” oraz cegielnia widoczna na mapie z 1937 roku, która zaraz po 1945 roku została zlikwidowana. Wyrobisko, w miejscu którego znajduje się malownicze jezioro antropogeniczne, posiadało na mapach górniczych oznaczenie – „B2”. Związane ono było z odkrywkowym wydobyciem węgla brunatnego, jakie miało tu miejsce w latach 1957–1959. Na jego przedłużeniu w kierunku południowo-zachodnim znajdowała się odkrywka o symbolu „B1”, czynna nieco wcześniej, bo w latach 1953–1956. Szmaragdowy kolor wody jest wynikiem występowania w otoczeniu zbiornika skał ilastych i drobnoziarnistych kwarcowych piasków. Jedynie na przeciwległej od punktu widokowego ścianie, widoczna jest wychodnia utworów węglowych, w formie brunatnych smug osadu. Mimo znacznej kwasowości wody, w akwenie spotkać możemy ciekawą roślinność wodną, która jest doskonale widoczna w przejrzystej toni.

Nad upadową VI

Wychodząc z punktu widokowego nad zbiornikiem „B2”, trasa ścieżki geologicznej prowadzi nas dawną drogą kopalnianą, prosto nad południowo-zachodni akwen, biegnąc do części zbiornika, gdzie znajduje się wąski i wysoki półwysep, zbudowany z ilastych piasków różnoziarnistych. Półwysep prawie przecina zbiornik, dzieląc go na dwa odrębne baseny. Bez znajomości map górniczych możemy być przekonani, że jest to fragment tej samej odkrywki, którą podziwialiśmy wcześniej z punktu widokowego, znajdującego się na wysokiej skarpie. Jednak ten oddzielony grzędą fragment akwenu, jest miejscem gdzie znajdował się szyb – upadowa nr VI. Utwardzona droga kopalniana, po której prowadzi ścieżka, przebiegała dalej przez środek zbiornika, gdzie stały również urządzenia zasilania energetycznego oraz którędy przechodziła kolejka kopalniana łącząca upadowe Va i IV. Od zapadliska dawnego szybu, trasa ścieżki geoturystycznej przebiega współczesną drogą leśną, która okrąża zbiornik i przechodzi przez miejsca, gdzie nawet w czasie upalnego lata, znajdują się kałuże mleczno-szarej wody. Świadczy to o występowaniu w podłożu nieprzepuszczalnych skał ilastych. Po dawnych urządzeniach kopalnianych nie ma już żadnego śladu.

Dalej trasa ścieżki prowadzi do największego wyrobiska powojennej kopalni Babina i przecina dawną szosę biegnącą z Przewozu do Łęknicy. Na jej poboczu widoczne są granitowe słupki drogowe, a na drodze fragmenty asfaltowej nawierzchni. Równoległe do dawnej szosy przebiegała także trasa kolejki kopalnianej, którą przewożono węgiel do pobliskiej brykietowni oraz drewno do obudowy wyrobisk.

Zbiornik – wyrobisko „łuska C”. Pokłady węgla brunatnego

Po przecięciu dawnej drogi asfaltowej, dochodzimy do północno-wschodniego brzegu dużego zbiornika pokopalnianego, otoczonego wysokimi skarpami. W skarpie widoczny jest profil mięszszego pokładu węgla, co zachęca do zapoznania się z historią powstawania węgla brunatnych i umiejscowienia pokładów kopalni Babina w profilu geologicznym utworów trzeciorzędowych. Zbiornik poeksploatacyjny, wokół brzegów którego prowadzi przeważająca część trasy ścieżki geoturystycznej, powstał w miejscu największego wyrobiska od-



Widok zbiornika „Łuska C” (Afryka) z wieży widokowej

krywkowego powojennej kopalni Babina, eksploatowanego w latach 1964–1968. Odkrywka ta, na mapach górniczych oznaczana była jako „C”, przy czym jej dłuższa i węższa część nosiła nazwę „C1”. Na podstawie dokumentacji geologicznej wykonanej w 1957 roku, zasoby geologiczne węgla brunatnego tej części kopalni zostały określone na ponad 2 200 tys. ton, z czego większa część została wyeksploatowana. Fragmenty profilu dawniej wydobywanego węgla, należącego do II pokładu łuzickiego, odsłaniają się do dzisiaj w północno-wschodnich skarpach zbiornika, do których po schodkach dochodzimy od głównej trasy ścieżki. W miejscu tym, od razu zauważymy brunatny kolor podłoża, zwiastujący wychodnię węgla. Niewielkie, kopulaste wzniesienie nad brzegiem zbiornika to pozostałości hałd skał nieużytecznych, podobnie jak znajdujące się w oddali nieco większe wydłużone wzniesienie, które tworzy półwysep. Z uwagi na swój kształt, posiada ono popularną nazwę „Grzbiet słonia”. Powstały w miejscu wyrobiska „Łuska C” i wyrobiska „C1” zbiornik wodny, ze względu na zarys linii brzegowych, posiada dzisiaj turystyczną nazwę „Afryka”. Jest on największym zbiornikiem poeksploatacyjnym polskiej części Łuku Mużakowa, o powierzchni 20,2 ha. Jego maksymalna długość wynosi 896 m, a szerokość 468 m (średnia szerokość 225 m). Aby obejść cały zbiornik należy pokonać trasę o długości 2625 m. Głębokość zbiornika w wielu miejscach wynosi 9,7 m i maksymalnie sięga do 24 metrów. Na skutek rozkładu znajdującego się w pokładach węgla piryty (FeS_2) i powstania kwasu siarkowego, wody zbiornika posiadają kwaśny charakter. Ich odczyn pH wynosi 3,0, co równa się kwasowości octu. Brunatno-czerwony kolor wody, widoczny przy brzegu, pochodzi od znajdujących się w niej związków żelaza, którego zawartość sięga 6 mg/dm^3 . Dalsza trasa ścieżki prowadzi wzdłuż południowo-wschodniej krawędzi dawnej odkrywki, biegnąc początkowo po wyraźnym nasypie drogi transportowej. Po chwili dochodzimy do wysokiej krawędzi, gdzie widoczne są fantastyczne formy erozji skał antropogenicznych.

Formy Erozyjne

Ocenia się, że w rejonie dawnej kopalni Babina, w całym okresie jej działalności, przekształconych zostało około 430 ha gruntów. Tylko część ich powierzchni, po zamknięciu kopalni, objęta została planowymi pracami rekultywacyjnymi. Rekultywacja w obrębie zwałowisk i na gruntach do nich przyległych polegała na ich zalesianiu, a rekultywacja wyrobisk końcowych odbywała się poprzez ich naturalne wypełnienie wodą.

W tym celu przeprowadzono formowanie zwałowisk i wyrobisk, poprzez wyrównywanie spadków terenu oraz wykonano neutralizację kwaśnego podłoża, dla późniejszych nasadzeń. Prace te, w praktyce okazały się bardzo kosztowne. Nasadzenia prowadzone były na podłożu zbudowanym z mioceńskich drobnoziarnistych piasków, często pylastych, zawierających okruchy węgla brunatnych. Materiał taki, jest bardzo silnie narażony na erozję, w której dominuje wypłukiwanie i wywiewanie materiału, co znacznie utrudniało powstawanie szaty roślinnej. Jednak biorąc pod uwagę obecny stan zadrzewień, można uznać, że rekultywacja zwałowisk pokopalnianych się powiodła. Procesy erozji podłoża możemy dzisiaj obserwować jedynie w obrębie wysokich i stromych krawędzi zbiorników, gdzie drzewa nie mogą się ukorzenić. Miejsca te, w których z punktu widzenia rekultywacji dominują procesy negatywne, są jednocześnie bardzo atrakcyjne dla zwiedzających. Możemy bowiem zobaczyć tutaj skalę problemów z jakimi spotykali się leśnicy prowadzący nasadzenia, poznać wygląd i skład utworów antropogenicznych oraz obserwować szybko rozwijające się zjawiska erozji deszczowej i osadzania wymywanego materiału na brzegu zbiornika. Występujące na brzegach zbiornika „Afryka” zwałowiska to utwory pylaste i piaszczysto-pylaste, w skład których wchodzi kwarc, pył węgla brunatnego, muskowiit oraz domieszki minerałów ilastych. W obrębie utworów drobnoziarnistych często występują, w różnym stopniu, zmineralizowane fragmenty węgla brunatnych, głaziki skał północnych, porozrywane pakiety zwietrzałych ilów ceramicznych, konglomeraty żelaziste oraz głazy odporne na wietrzenie kwarcytów. Niektóre, ze znajdujących u podstawy stoków głazy skał krystalicznych, posiadają gładko oszlifowane powierzchnie i jedną lub więcej krawędzi. Głazy takie nazywane są graniakami. Zostały one uformowane w trudnych warunkach klimatycznych, panujących na przedpolu lądolodu, w okresie zlodowaceń północnopolskich. Widoczne na ich powierzchni krawędzie są efektem erozji ziaren kwarcu niesionych przez wiatr. Zróżnicowane pod względem wykształcenia i bardzo słabo spoiste osady, budujące skarpy zbiornika, w miejscach pozbawionych zwartej szaty roślinnej, są silnie porozcinane regularnymi, głębokimi żłobieniami, które przechodzą w V-kształtne doliny, o wysokich i stromych skarpach. Brzegi dolin są fantazyjnie ukształtowane w formie baszt, słupów, łuków okalających puste przestrzenie, które razem tworzą miejscami budzący niepokój, niespotykany w naszej strefie klimatycznej krajobraz. Widoki takie, są bardziej typowe dla stref pustynnych. Fantazyjne brzegi zbiornika, są nie tylko



Zróżnicowane formy erozji skał nadkładowych, wywołane wodami opadowymi

atrakcyjne krajobrazowo, ale stanowią również doskonałe miejsce dla obserwacji współczesnych procesów kształtujących rzeźbę stoków. W obrębie górnej krawędzi stoku oraz w obrębie jego skłonu dominują procesy erozji, a u jego podstawy, aż do rejonu plaży i brzegu zbiornika, rozwijają się zjawiska związane z osadzaniem wypłukiwanego materiału skalnego. Proces erozji stoków jest efektem działania wód opadowych i roztopowych, których początkowo drobne strumienie, tworzą sieć gęstych żłobków, przekształcających się następnie w regularne żłobiny. W miarę pogłębiania, zmieniają się one w głębsze doliny, przesuwające się w głąb stoku. Głębokie rozcięcia dolinne rozdzielone są pojedynczymi grzędami, które z czasem podlegają rozczłonkowaniu, tworząc izolowane formy słupowe. Ich dalszy rozpad powoduje całkowite zniszczenie części stoku. Proces ten najszybciej rozwija się w miejscach, gdzie w obrębie pylastego materiału występują większe bloki skał krystalicznych, głazów lodowcowych lub kwarcytów trzeciorzędowych. Skały te, jako bardzo odporne na działanie wód opadowych, najczęściej „wypadają” ze zbocza, pozostawiając często pustkę w grzędzie, co sprzyja powstaniu baszty. Na krawędziach grzęd powstają jeszcze inne, bardzo ciekawe formy, związane z odpornymi na rozmywanie skałami krystalicznymi. Są to „skalne grzybki”, czyli niewielkie słupki, na których czubku położony jest głazik, o wielkości kilku centymetrów. Te atrakcyjnie wyglądające mikroformy to efekt szybkiego wymywania pylastych osadów wokół płaskiego, krystalicznego fragmentu skalnego. W wyniku splukiwania i zmywania materiału u podnóża stoków tworzą się stożki napływowe, które na dalszym przedpolu łączą się ze sobą, tworząc jednolitą powierzchnię, łagodnie opadającą do linii brzegowej zbiornika. W okresie nasilonych opadów, powierzchnie stożków są również rozcinane przez szybko płynące potoki, które tworzą koryta o wyglądzie rzek roztokowych. Wysortowany materiał piaszczysto-pylasty jest wówczas daleko wynoszony, aż do zbiornika gdzie pod wodą widoczne są kolejne stożki, tym razem budujące podwodną deltę. Kierunki płynięcia potoków są doskonale widoczne, ponieważ wzdłuż ich szlaków najszybciej osadzają się czarne fragmenty węgla brunatnego. W okresach pozbawionych opadu deszczu, formy akumulacyjne są przekształcane przez wiatr. Wiele śladów jakie pozostawiają płynące wody opadowe ulega zanikowi, ustępując kolejnym formom, powstającym w okresie następnych opadów. Te cykliczne procesy erozji i akumulacji, które w przyszłości doprowadzą do całkowitego zniszczenia obecnie wysokich skarp, są skutecznie hamowane przez roślinność drzewiastą, z trudem wkraczającą na powiększające się, płaskie powierzchnie stożków napływowych.

Źródło kwaśnych wód kopalnianych

Na końcu dawnego wyrobiska „łuska C”, za najwęższym odcinkiem zbiornika „Afryka”, znajduje się odgałęzienie od głównej trasy ścieżki geoturystycznej, które prowadzi w kierunku południowo-wschodnim, do miejsca dawnej eksploatacji „łuski D”. Trasa biegnie tutaj poprzecznie, przez strefę kontaktową blisko siebie położonych struktur glaciektonicznych oznaczonych jako „łuska C” i „łuska D”. Struktury te, wzdłuż stref uskoku, oddzielone są od siebie warstwami nieprzepuszczalnych skał ilastych i przepuszczalnych piasków i żwirów. Trasa dochodzi do bezleśnego obszaru zlikwidowanego wyrobiska odkrywkowego oznaczonego jako „D”, gdzie znajduje się rozległa strefa źródłiskowa. Wypływy wód podziemnych, występujące w obrębie kwaśnych, pozbawionych roślinności gruntów piaszczystych i piaszczysto-ilastych, dają tutaj początek strumieniowi płynącemu pomiędzy płytkimi i miejscami okresowymi zbiornikami. Potok, płynąc w kierunku południowo-zachodnim, uchodzi do kolistego zbiornika poeksploatacyjnego, który położony jest już na terasie rzecznej, w obrębie doliny Nysy Łużyckiej. Najbardziej widocznym i interesującym miejscem wypływu wód podziemnych jest źródło, znajdujące się w środku misy zbudowanej z osadów żelazistych, które możemy oglądać z kładki spacerowej. Inne, mniejsze źródła, znajdują się w dnie płynącego obok potoku i wypływają bezpośrednio z jego dna. Znajdujące się tam wody źródlane są pod zmiennym ciśnieniem hydrostatycznym i wypływają pulsacyjnie, co miejscami przypomina niewielkie błotne wulkany. Strefa źródłiskowa oraz otaczające je skały osadowe są doskonałym miejscem do obserwacji procesów geochemicznych, jakie zachodzą w obszarach dawnej eksploatacji węgla brunatnych. Wody, znajdujące się w obszarze dawnej kopalni Babina, są złożonymi

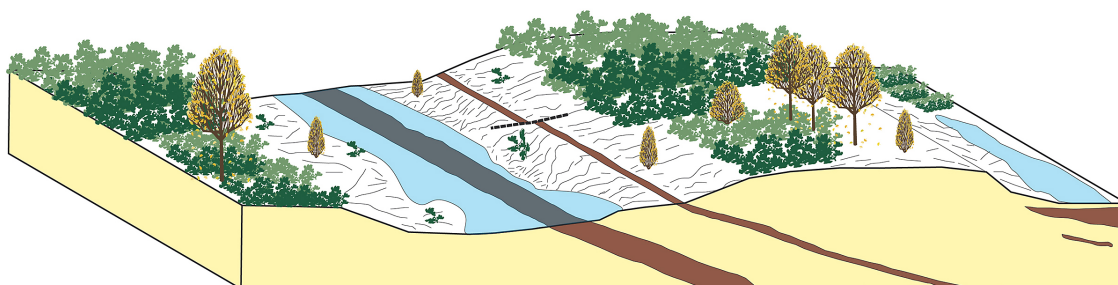


Źródło kwaśnych wód kopalnianych na trasie ścieżki geoturystycznej

mieszaninami chemicznymi, które obok wielu innych pierwiastków zawierają głównie żelazo, mangan, wapń, magnez, sód, potas, chlor i siarczany. Stężenie jonów wodorowych wskazuje na ich wysoką kwasowość. Przeprowadzone badania wód strefy źródłkowej pokazują najwyższe koncentracje żelaza oraz wapnia. Powstające wokół wypływów osady składają się z różnych faz mineralnych, w których wyróżniono następujące minerały: gips, goethyt, schwertmannit oraz jarosyt. Wokół misy źródlanej, najłatwiej zauważalne są jasne kryształy gipsu, o rozmiarach do 2 mm długości, które są szczególnie dobrze widoczne w okresach suszy. Natomiast ziemiste, brązowe zlepy to goethyt, a jego żółtawe odmiany to jarosyt. Najslabiej widoczny jest schwertmannit, który jest słabo krystaliczny. Tworzy on językowate agregaty mineralne, jednak niewidoczne gołym okiem. Udział poszczególnych faz mineralnych, w osadach powstających wokół wypływów wód podziemnych, zmienia się w zależności od kwasowości wody i koncentracji jonów siarczanowych. Najniższe wartości pH oraz najwyższe koncentracje siarczanów sprzyjają wytrącaniu się jarosytu. Natomiast, w przypadku podwyższenia wartości pH oraz spadku wartości koncentracji siarczanów, zaczyna krystalizować schwertmannit. Goethyt może wytrącać się bezpośrednio z roztworu lub w efekcie przemian geochemicznych z schwertmannitu, który może również przechodzić w jarosyt. Tempo tworzenia się osadów żelazistych zależy jeszcze od działalności mikroorganizmów, specyficznych bakterii, należących do grupy bakterii żelazowych. Są to bakterie, które energię do życia i rozmnażania czerpią z reakcji utleniania rozpuszczonego żelaza. Do tego czują się one doskonale w środowiskach kwaśnych. Samych bakterii, nie można zobaczyć bez odpowiedniego powiększenia, jednak ich obecność w wodzie widoczna jest w postaci opalizujących na jej powierzchni plam, do złudzenia przypominających rozlane substancje ropopochodne. Od źródła kwaśnych wód kopalnianych wracamy do głównej trasy ścieżki geoturystycznej, która za zakrętem wyraźnie zmienia swój kierunek i dalej poprzecznie przecina główny kierunek biegu pokładów węgla dawnej kopalni. W ten sposób dochodzimy do wychodni pokładu węgla.

Wychodnia pokładu węgla

Jeżeli powierzchnia terenu przecina jakieś ciało geologiczne, to wspólny obszar, w którym one się przecinają, geolodzy i górnicy nazywają wychodnią lub odsłonięciem. W wypadku miękkich i sypkich skał osadowych



Schematyczny diagram wychodni pokładu węgla

rzadko można spotkać atrakcyjne odsłonięcia, ponieważ w naszych warunkach klimatycznych ulegają one szybkiemu zniszczeniu, a w szczególności stają się niewidoczne na skutek rozwoju szaty roślinnej. Jeszcze całkiem niedawno, do końca lat 70-tych, w obszarze dawnej kopalni Babina, można było oglądać duże, naturalne przekroje geologiczne, w których widoczne były pofałdowane pokłady węgla i towarzyszące im piaski, mułki oraz iły. Na zboczu dawnego wyrobiska, którego skarpy zostały znacznie wyrównane w trakcie prac rekultywacyjnych, znajduje się jedna z dwóch zachowanych naturalnych wychodni geologicznych, jakie możemy jeszcze dziś znaleźć w polskiej części Łuku Mużakowa. Jest to wychodnia pokładu węgla, która przedstawia jego profil podłużny, to znaczy odsłania jego bieg. W terenie wygląda ona jak brązowa kreska, o długości około 600 m i szerokości około 2 m. Miejscami, w rozcięciach zbocza, widoczne są fragmenty zwietrzałych warstw ilastych oraz warstwy drobnopziarnistych piasków. Trudno dzisiaj, bez szczegółowych map górniczych, precyzyjnie przyporządkować ten cienki, nieeksploatowany pokład, do określonego stratygraficznego poziomu pokładów węgla. Z doświadczenia górników wiadomo jest jednak, że w mioceniejskim profilu utworów węglowych znajdował się, ponad głównym II pokładem łżyckim, cienki pokład towarzyszący, który, z uwagi na mniejszą miąższość, nie zawsze był przedmiotem eksploatacji. W środkowej części wychodni, towarzyszący pokład węgla brunatnego, przecięty jest uskokiem, który przesuwając linię jego biegu. Możemy więc, na wychodni pokładu zaobserwować efekt oddziaływania lodowca, który deformował ułożenie pokładów węgla.

Zapadlisko kopalni podziemnej

Dalsza trasa ścieżki geoturystycznej przechodzi przez obszar kopalni podziemnej i przecina strefę zapadlisk górniczych. Są to wydłużone, nieckowate zagłębienia, wypełnione silnie kwaśną wodą o odczynie pH 2,8 i dużej zawartości żelaza, dochodzącej do 203 mg/dm³. Stąd wody wypełniające, znajdujące się po obu stronach drogi, nieckowate zagłębienia zapadlisk, mają rdzawo-pomarańczowe barwy, a o szkodliwości oddziaływania kwaśnych wód świadczą zniszczone pnie obumarłych drzew. Mimo widoku destrukcji środowiska, wypełnione wodą zapadliska posiadają swój niespotykany urok osobliwego krajobrazu. Wyrobiska podziemnej kopalni Babina, sięgające do głębokości około 60 m pod powierzchnią terenu, po wydobyciu węgla były likwidowane tak zwaną metodą „na zawal”. To znaczy, że usuwano obudowę, a puste przestrzenie chodników oraz komór eksploatacyjnych, ulegały naturalnemu zacieśnianiu. Czasami wypełniały się one wodą lub kurzawką, która w tym wypadku, dobrze uszczelniała pustki. W okresie powojennym, na poszczególnych poziomach eksploatacyjnych, węgiel był wydobywany przez wybieranie kolejnych jego warstw o grubości od 2,0 m do 3,5 m, zależnie od lokalnych warunków geologicznych. Po zakończeniu wydobycia wyrobiska zacieśniały się, a na powierzchni następowało powolne osiadanie gruntu i tworzyły się nieckowate zagłębienia. Szacuje się, że głębokość zapadlisk może sięgać 80% sumarycznej grubości eksploatowanych pokładów. Jednak wielkość tą, należy powiększyć z uwagi na występujące w nadkładzie pokładów węgla silnie zawodnione piaski. Szacunkowe



Niecka z osiadania terenu nad wyrobiskami kopalni podziemnej

wielkości zapadlisk mogą sięgać co najmniej kilkudziesięciu metrów średnicy i głębokości. Zapadliska terenu tworzą się nawet po upływie bardzo dużego czasu, przy czym prawdopodobieństwo ich powstawania maleje z upływem lat. Choć tempo i miejsce powstawania zjawisk osiadania terenu jest trudne do określenia i często zależne od wahań zwierciadła wód podziemnych, to z ich obserwacji wynika, że po upływie około 10 lat od zakończenia wydobywania, ruchy terenu powoli zanikają. Mimo tego, miejsca gdzie pod ziemią przebiegały dawne wyrobiska górnicze, nie nadają się już do zagospodarowania. Przed zakończeniem zwiedzania obszaru pogórnego dawnej kopalni Babina, możemy pospacerować dowolnie wybranymi ścieżkami, w stronę dwóch dużych zbiorników, których wygląd w znacznym stopniu przypomina już naturalne jeziora. Dochodzimy do jednego z nich, o nazwie „Jedynka”. Na jego północnej skarpie widoczna jest ładna plaża, zbudowana z drobnoziarnistych, jasnych piasków kwarcowych, wieku trzeciorzędowego. Wokół zbiorników rozwinęła się roślinność szuwarowa, a woda pozbawiona jest rdzawo-rudego zabarwienia. Jednak nadal posiada ona kwaśny odczyn (pH wynosi 3,3), o czym świadczą stojące w niej pojedyncze pnie zniszczonych drzew. Oglądany szmaragdowy zbiornik, podobnie jak znajdujący się opodal, powstał w miejscu wydobywania ilów ceramicznych i fragmentarycznie węgla brunatnych, które zakończyło się w latach 40-tych i 50-tych ubiegłego wieku.

Trasa geoturystyczna „Wydm Kotliny Zasięckiej”

Trasa geoturystyczna „Wydm Kotliny Zasięckiej” stanowi łącznik pomiędzy północną częścią geoparku, a rejonem wzniesień morenowych związanych z zasięgiem lądolodu najmłodszego zlodowacenia północno-polskiego. Jest to głównie trasa rowerowa, która znajduje się w trakcie rozbudowy. W rejonie tym dominują piaszczyste utwory tarasu pradolinowego, które zalegają się podobnie wykształconymi osadami stożka usypiskowego dawnej Nysy Łużyckiej. Dominującym elementem krajobrazowym są tu sztuczne stawy hodowlane, częściowo wypełniające zagłębienia wytopiskowe, połączone lokalnymi przepływami. System cieków i zbiorników wodnych podlega ochronie w ramach systemu ochrony przyrody Natura 2000. Pod względem walorów przyrody nieożywionej, za najbardziej cenne należy tutaj uznać wydmy paraboliczne o wysokości kilkunastu



Tablica informacyjna na trasie geoturystycznej przy „Dużym Stawie”

metrów. Zjawiska eoliczne prowadzące do powstawania wydym objaśnione są, za pomocą jednej z pierwszych opracowanych tablic informacyjnych trasy, na stanowisku położonym na północnym brzegu Dużego Stawu. Pozostałe planowane tablice będą dotyczyć walorów przyrody ożywionej, historii gospodarki leśnej, w tym historii kolejki leśnej do transportu drewna i iłów ceramicznych z pobliskich cegielni.

Trasa geoturystyczna „Tradycje ceramiczne na Łuku Mużakowa”

Trasa geoturystyczna prezentuje historię przemysłu ceramicznego regionu mużakowskiego i przebiega po najbardziej północnym odcinku dawnego torowiska linii kolejowej Łęknica-Tuplice, gdzie ustawione zostały liczne plansze informacyjne poświęcone historii górnictwa, przetwórstwa iłów ceramicznych oraz walorów krajo-brazowych Łuku Mużakowa. Na całej dawnej linii kolejowej została urządzona ścieżka rowerowa, o długości 25 km, która oddana została do użytku w 2014 roku. Wzdłuż niej rozmieszczono wiaty oznaczające dawne przystanki kolejowe. Na jej trasie widoczne są także różne elementy dawnej infrastruktury kolejowej. Dawna linia kolejowa, po której obecnie prowadzi ścieżka, została wybudowana przez Łużyckie Towarzystwo Kolei Żelaznych (Lausitzer Eisenbahngesellschaft). Jej otwarcie miało miejsce w roku 1898 i była ona użytkowana przez prawie 100 lat.

Odwiedzając szlak z tablicami informacyjnymi można poznać historię zakładów ceramicznych, które znajdowały się na terenie gminy Tuplice i Döbern, w polskiej i niemieckiej części geoparku. Uzupełnieniem informacji przedstawionych na tablicach są turystyczne mapy i foldery informacyjne dostępne w punktach informacji turystycznej. Trasa zachęca do zwiedzania północnej polskiej części geoparku, położonej w rejonie Tuplic.



Widok trasy ścieżki rowerowej z urządzonym przystankiem kolejowym



Widok trasy „Tradycje ceramiczne na Łuku Mużakowa”

Studijní cesta / Wycieczka poznawcza



<https://www.geogecon.com>

