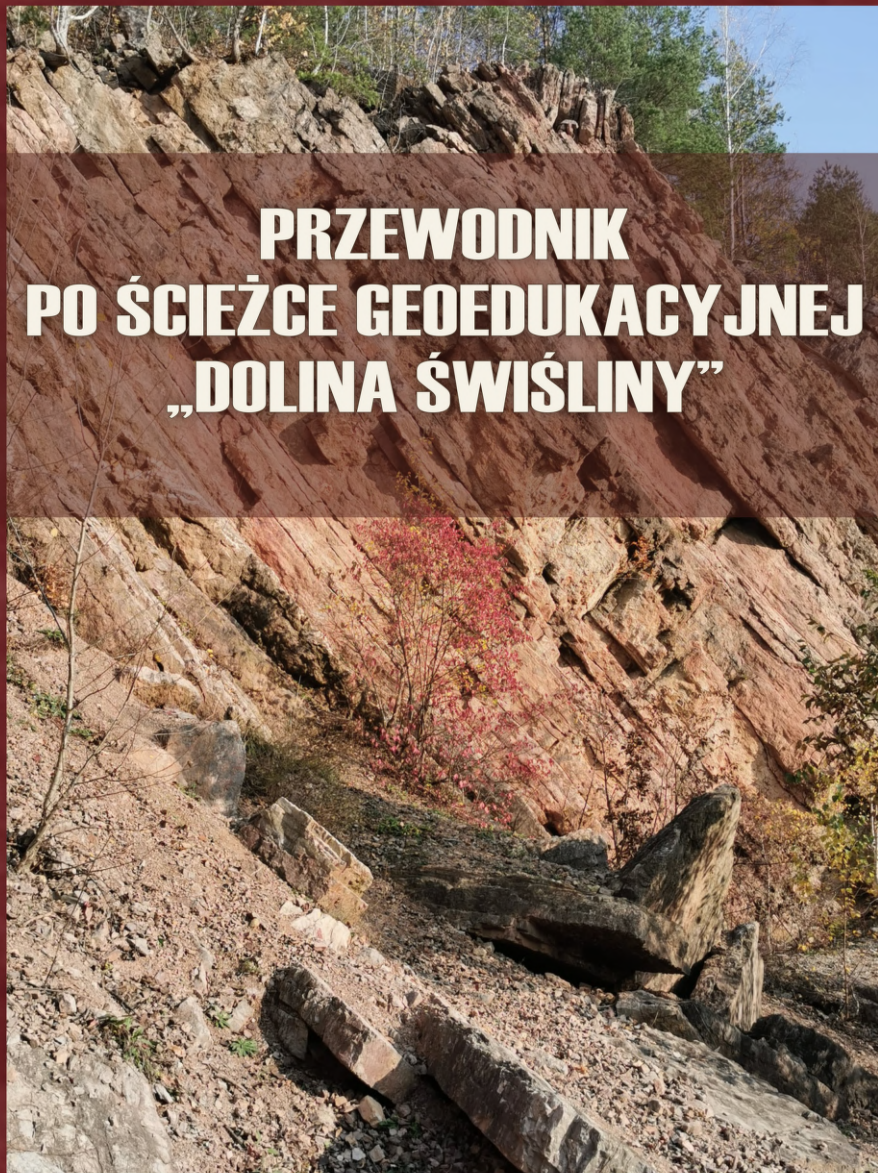




# ATRAKCJE TURYSTYCZNE GMINY KUNÓW



## PRZEWODNIK PO ŚCIEŻCE GEOEDUKACYJNEJ „DOLINA ŚWIŚLINY”



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej



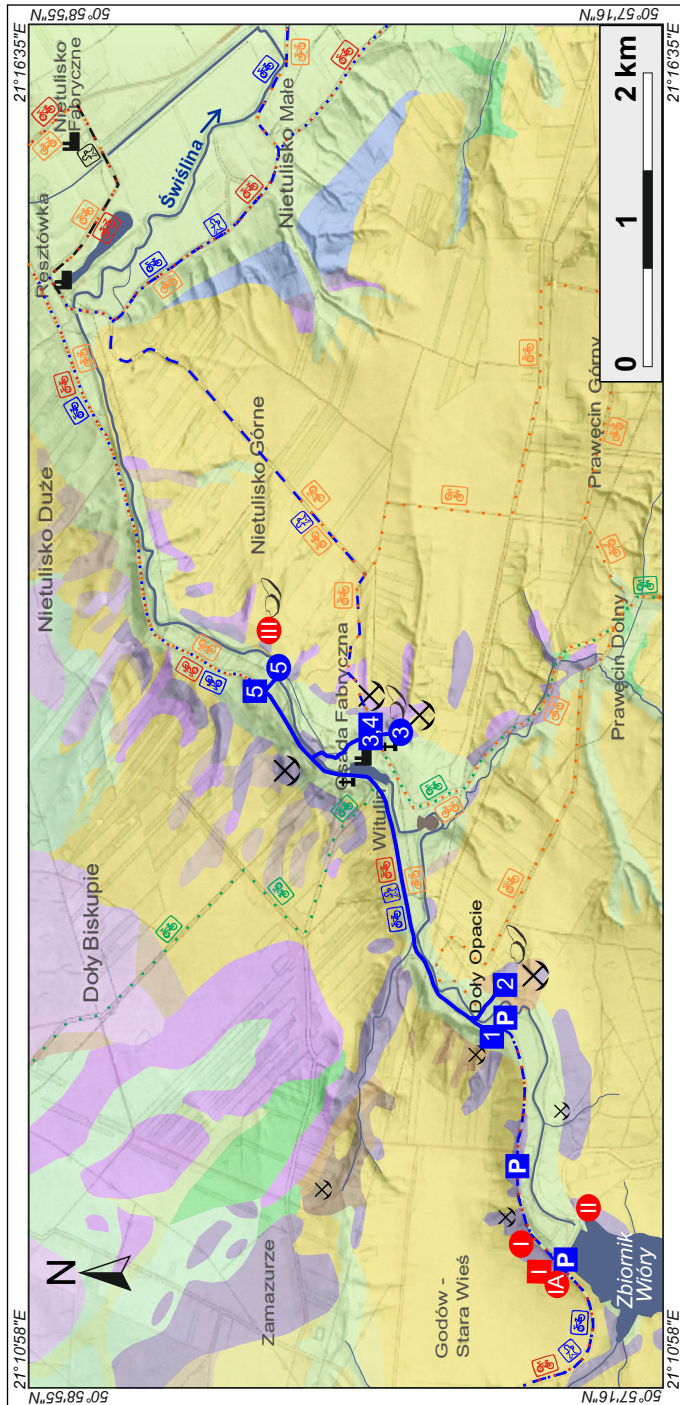
WOJEWÓDZTWO  
ŚWIĘTOKRZYSKIE

Zadanie zostało współfinansowane ze środków  
Zarządu Województwa Świętokrzyskiego  
w ramach zadania publicznego  
pt.: Przewodnik po ścieżce geoedukacyjnej „Dolina Świśliny”



GINA  
KUNÓW

# Mapa geoturystyczna dolnego odcinka doliny Świślina



## Ścieżka geoturystyczna „Dolina Świślina”

trasa

- przystanek ścieżki z tablicą edukacyjną
- przystanek ścieżki bez tablicy edukacyjnej
- tablica informacyjna
- stanowisko geologiczne
- nieczynny kamieniołom
- pomnik przyrody nieożywionej
- zabytkowy obiekt przemysłowy
- stanowisko archeologiczne

tereny zabudowane i pola uprawne

- droga główna
- droga podrzędna
- droga lokalna
- ciek wodny
- zbiornik wodny
- parking
- zabytkowa kapliczka

Szlaki turystyczne piesze

- niebieski szlak im. St. Jeżewskiego
- czarny szlak

Szlaki turystyczne rowerowe

- niebieski szlak „Śladami Zabytków Techniki Doliny Kamienniej”
- zielony szlak im. Witolda Gombrowicza
- czerwony szlak „Krzemienny”
- pomarańczowy szlak „Softysa”

ATRAKCJE TURYSTYCZNE GMINY KUNÓW

PRZEWODNIK  
PO ŚCIEŻCE GEOEDUKACYJNEJ

„DOLINA ŚWIŚLINY”

Stowarzyszenie WITULIN NAD ŚWISLINĄ

Kielce 2021

Redakcja:

Anna Fijałkowska-Mader, Katarzyna Szadkowska

Zespół autorski:

Wprowadzenie: – Tomasz Kalicki, Dorota Szczałuba, Włodzimierz Szczałuba, Anna Fijałkowska-Mader;  
Przystanek 1 – Anna Fijałkowska-Mader; Przystanek 2 – Anna Fijałkowska-Mader, Wiesław Trela, Przystanek  
3 – Wiesław Trela, Anna Fijałkowska-Mader; Przystanek 4 – Zbigniew Tyczyński, Paweł Gawron, Bartosz  
Kozak, Anna Fijałkowska-Mader; Przystanek 5 – Tomasz Kalicki, Paweł Przepióra, Marcin Frączek, Karolina  
Fularczyk, Krzysztof Żurek, Grzegorz Pabian, Łukasz Podrzycki; stanowiska geologiczne: I, IA - Ewelina Bąk,  
Anna Fijałkowska-Mader, Piotr Szrek, II – Wiesław Trela, III– Anna Fijałkowska-Mader, Wiesław Trela,  
Karolina Bieńko

Recenzent:

Jan Urban

Projekt okładki:

Magdalena Furca

Zdjęcie na przedniej stronie okładki: Paweł Gawron

Fragment północnej ściany kamieniołomu Doły Opacie

Zdjęcie na tylnej stronie okładki: Paweł Derkowski

Fragment wschodniej ściany kamieniołomu Witulin

Copyright© 2021 by Stowarzyszenie Witulin nad Świśliną

Copyright© 2021 by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

**ISBN 978-83-962818-0-7**

Wydawca:

Stowarzyszenie WITULIN NAD ŚWISLINĄ

Opracowanie merytoryczne niniejszego przewodnika zostało sfinansowane ze środków Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Państwowy Instytut  
Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.

Druk publikacji został współfinansowany ze środków Zarządu Województwa Świętokrzyskiego w ramach  
zadania publicznego pt: Przewodnik po ścieżce geodeukacyjnej „Dolina Świśliny”  
Druk publikacji został dofinansowany ze środków Urzędu Miasta i Gminy Kunów

Opracowanie graficzne i druk:

Infomax Działowski, Lewicki, Szczepanik Sc. J.

25-604 Kielce, ul. M. Opielińskiej 21

infomax@infomax.pl

## Wprowadzenie

W dolnym biegu Świślina płynie malowniczą doliną z odsłonięciami i nieczynnymi kamienio-  
tomami skał środkowego dewonu<sup>1</sup> oraz dolnego i środkowego triasu, które stanowią przystanki niżej  
opisanej ścieżki i stanowiska geologiczne. Dają one sposobność popularyzacji wiedzy geologicznej  
i stanowią uzupełnienie atrakcji turystycznych Gminy Kunów.

Walory przyrodnicze, w tym zwłaszcza geologiczne, dolnego odcinka doliny Świśliny były już  
wcześniej dostrzegane w kontekście edukacyjnym. Opisali je W. Trela i H. Wojtyła w 2007 r. Jeszcze  
wcześniej, w 2003 r., W. Szczałuba i D. Szczałuba opracowali Ścieżkę Edukacyjną Doliną Świśliny,  
wiodącą od Sanktuarium Maryjnego w Kałkowie-Godowie, przez Doły Biskupie, Nietulisko Duże do  
Nietuliska Fabrycznego z ruinami walcowni z XIX w, która stanowiła część staszicowskiego kombinatu  
metalurgicznego nad Kamienną. Na walory geoedukacyjne okolic Kunowa i doliny Świśliny zwracała  
również uwagę E. Gałka (2014).

Obecnie proponowana ścieżka geoedukacyjna „Dolina Świśliny” nawiązuje do jej środkowego  
fragmentu i jest dodatkowo wzbogacona o tablice informacyjne.

## Informacje o rzece Świślinie

Rzeka Świślina, o długości 36 km, przepływa przez północno-wschodnią część województwa  
świętokrzyskiego i jest prawostronnym dopływem Kamiennej. Źródła Świśliny znajdują się  
w miejscowości Siekierno w Paśmie Sieradowickim na wysokości 344 m, a ujście – w Kunowie (8 km  
na zachód od Ostrowca Świętokrzyskiego) na wysokości 177 m n.p.m. Średni spadek rzeki wynosi  
7,40‰ (11,7‰ w górnym i 2,42‰ w dolnym biegu). Koryto Świśliny reprezentuje typ meandrujący  
a poniżej zbiornika retencyjnego Wióry nosi ono ślady regulacji. Szerokość koryta w odcinku  
środkowym wynosi ok. 3,5 m a poniżej Zaporzy Wióry – 6-7 m. Świślina i jej dopływy mają **reżim**  
deszczowo-śnieżny, cechujący się dużą zmiennością z dwoma maksimami przepływu: roztopowym  
(marzec-kwiecień) i opadowym (maj-czerwiec). Silnie asymetryczne dorzecze Świśliny, o powierzchni  
414 km<sup>2</sup>, obejmuje swoim zasięgiem fragmenty trzech mezoregionów fizycznogeograficznych:  
Płaskowyżu Suchedniowskiego, Gór Świętokrzyskich oraz Wyżyny Sandomierskiej. Świślina,  
w dolnym swym biegu wyznacza granicę między Płaskowyżem Suchedniowskim a Wyżyną Sando-  
mierską, natomiast przy ujściu, wspólnie z Kamienną, stanowi granicę między Wyżyną Sandomierską  
a Przedgórzem Łżeckim. Większymi dopływami Świśliny są: Psarka, Pokrzywianka i Węgierka.

Fragment doliny Świśliny przy Zaporze Wióry należy administracyjnie do trzech gmin: Kunów,  
Waśniów i Pawłów, wchodzących w obręb powiatu starachowickiego i ostrowieckiego. Natomiast  
pozostała część doliny, aż do ujścia Świśliny do Kamiennej, należy do gminy Kunów.

---

<sup>1</sup> Wyjaśnienie nazw i terminów geologicznych, znajduje się w Słowniczku na końcu Przewodnika.  
Jeżeli nazwa lub termin pojawiają się po raz pierwszy w tekście, są wyróżnione brązowym kolorem  
czcionki. Nazwy er i okresów geologicznych oraz czas ich trwania podany jest w Tabeli stratygra-  
ficznej na tylnej okładce Przewodnika oraz na Rycinie 1.

## Geologia dorzecza i doliny Świśliny

Obszar dorzecza i dolina Świśliny należą do dwóch dużych jednostek geologicznych: trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich i północno-wschodniego obrzeżenia permsko-mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Trzon paleozoiczny stanowi centralną część Gór Świętokrzyskich i jest zbudowany ze skał powstałych w erze paleozoicznej, 299-541 mln lat temu. Reprezentują one wszystkie okresy tej ery, z wyjątkiem permu. Trzon paleozoiczny charakteryzuje się złożoną budową geologiczną. Wynika ona z faktu, że obszar ten kilkakrotnie podlegał ruchom górotwórczym i tektonicznym w czasie orogenezy kaledońskiej, waryscyjskiej i alpejskiej. W ich trakcie dochodziło do fałdowania, pękania i przesuwania się mas skalnych.

Od północy, zachodu i częściowo południa trzon paleozoiczny otoczony jest młodszymi skałami należącymi do permu – sycylijskiego okresu ery paleozoicznej (252-299 mln lat temu) – oraz do ery mezozoicznej, wieku 66-252 mln lat. Skały mezozoiczne reprezentują wszystkie trzy jej okresy: trias, jurę i kredę. Granica między utworami mezozoicznymi a młodszymi – kenozoicznymi stanowi granicę Gór Świętokrzyskich jako struktury geologicznej. Budowa geologiczna permsko-mezozoicznego obrzeżenia jest mniej skomplikowana, niż trzonu paleozoicznego. Tworzące je skały podlegały ruchom tektonicznym związanym tylko z jedną, najmłodszą orogenezą alpejską. W ich efekcie powstały rozległe fałdy i uskoki, czyli spękania skorupy ziemskiej, wzdłuż których doszło do przemieszczenia się bloków skalnych, zwane też dyslokacjami. W obrębie fałdy wyróżniamy dwa elementy: antyklinę i synklinę. W antyklinie jądro, stanowiące część centralną, zbudowane jest ze skał starszych a boczne skrzydła – ze skał młodszych. W synklinie mamy sytuację odwrotną, tzn. w jądrze są skały młodsze a w skrzydłach – starsze.

Obszar trzonu paleozoicznego, na którym leży górny odcinek doliny Świśliny, zbudowany jest głównie ze skał wieku sylurskiego (419-444 mln lat) i dewońskiego (359-419 mln lat). Natomiast środkowy i dolny odcinek doliny leży na obszarze permsko-mezozoicznego obrzeżenia, gdzie występują skały triasu (201-252 mln lat) i dolnej jury (180-201 mln lat). W dolnym fragmencie doliny, przez który przebiega ścieżka geoedukacyjna, odstawiają się skały dolnego i środkowego dewonu, należące do formacji zagórzańskej, ogniwa margli z Godowa i formacji wojciechowickiej (ryc. 1) oraz dolnego i środkowego triasu. Osady dolnego triasu należą do pstrego piaskowca a środkowego – do wapienia muszlowego. Są to nazwy tradycyjnie, stosowane lokalnie dla skał powstałych w morzu istniejącym w triasie na terenie obecnej Europy Środkowej i Zachodniej, zwanego Morzem Germańskim. W skład pstrego piaskowca wchodzi głównie piaskowce i mułowce, natomiast w wapieniu muszlowym przeważają osady węglanowe. Skały dolnego pstrego piaskowca należą do formacji z Jaworznej, środkowego pstrego piaskowca – do formacji z Wiór i Samsonowa, natomiast osady górnego pstrego piaskowca, zwanego retem, – do warstwy z Krynek. Utwory dolnego wapienia muszlowego reprezentują warstwy faliste, środkowego wapienia muszlowego – warstwy z Lima striata, a górnego wapienia muszlowego – warstwy z Pecten discites i warstwy ceratytowe (ryc. 1). W rejonie Nietuliska Dużego, na północ od ostatniego przystanku ścieżki geoedukacyjnej, występują osady górnego triasu – kajpru a na południe od Nietuliska Małego spotykamy wychodnie skał dolnej jury (Mapa geoturystyczna na okładce Przewodnika).

CHRONOSTRATYGRAFIA				LITOSTRATYGRAFIA				
ERA	OKRES EPOKA	PIĘTRO	mln lat					
MEZOZOIK	TRIAS	LADYN	242	Wapień muszlowy	górny	Warstwy ceratytowe		
						Warstwy z <i>Pecten discites</i>		
		ANIZYK	247		środkowy	Warstwy z <i>Lima striata</i>		
				dolny	Warstwy faliste			
		DOLNY	OLENEK	250	Pstry piaskowiec	górny	Warstwy z Krynek	
							środkowy	Formacja z Samsonowa
				252	dolny	Formacja z Wiór		
						Formacja z Jaworznej		
		PERM	252	Cechsztyń				
		KARBON	299					
PALEOZOIK	DEWON	GÓRNY	FAMEN	359				
			FRAN	372				
		ŚRODKOWY	ŻYWET	383				
			EIFEL	388				
		DOLNY	EMS	393		Formacja wojciechowicka		
						Ogniwo margli z Godowa		
				Formacja zagórzańska				

Ryc. 1. Tabela ukazująca pozycję stratygraficzną (wiek) skał, które odsłaniają się w dolnym odcinku doliny Świśliny, przez którą przebiega ścieżka geodukacyjna (źródła: Filonowicz 1978, Szulc 2000, Kuleta, Zbroja 2006, Trela, Wojtyła 2009)

Dolina Świśliny przecina różne struktury geologicznego podłoża. Źródła Świśliny znajdują się w obrębie południowego skrzydła antykliny bronkowieckiej, zbudowanego ze skał paleozoicznych wieku sylurskiego i dewońskiego. Rzeka płynie na wschód, wzdłuż południowego skrzydła synkliny rzepińskiej, zbudowanego ze skał dolnego triasu. Po drodze rozcina antyklinę wydrzyszowską z utworami syluru i dewonu. Najbardziej skomplikowaną budowę geologiczną ma obszar, na którym leży dolny fragment doliny Świśliny. Na stosunkowo krótkim, kilkukilometrowym odcinku, znajduje się tu kilka synklin i antyklin (w tym fałd godowski opisany poniżej), pociętych uskokami. Poprzecznie do doliny biegnie duży uskok nazwany dyslokacją godowsko-mnichowską a na północ od niego – dyslokacja lubieńska.

Na większości zlewni Świśliny paleozoiczne i mezozoiczne skały podłoża przykrywają znacznie młodsze **lessy** z **epoki plejstocenu**, 2,58 mln-11,7 tys. lat temu. Lokalnie, w dolinach Świśliny i jej dopływów, występują też piaski i żwiry wodnolodowcowe **złodowaceń** południowopolskich oraz piaszczysto-żwirowe osady **teras** z okresu **złodowacenia północnopolskiego** (bałtyckiego). Pojęcie „wodnolodowcowe” oznacza osady, które wytopiły się z lądolodu i/lub zostały naniesione przez wody płynące z topniejącego lodowca albo lądolodu. Najmłodsze, **holoceńskie** utwory ilasto-mułkowe wypełniające doliny rzeczne (**aluwia**), utworzone są głównie z przemieszczonych – **redepo-nowanych** lessów (Mapa geoturystyczna na przedniej, wewnętrznej okładce *Przewodnika*).

Malownicza dolina Świśliny, w swym dolnym biegu, na odcinku między Zaporą Wióry a Nietuliskiem Dużym, wcina się głęboko w skały podłoża wieku triasowego, które należą do permsko-mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Skały te reprezentowane są przez **piaskowce** i podrzędnie **mułowce** pstrego piaskowca, piaskowce retu oraz skały węglanowe wapienia muszlowego. Utwory triasu są lekko sfałdowane, tworząc szereg łagodnych antyklin i synklin o przebiegu NW-SE. Fałdowanie skał mezozoicznych miało miejsce w czasie orogenezy alpejskiej w późnej kredzie (faza laramijska 66-100 mln lat temu). Jedną z takich form jest antyklina godowska. W jej jądrze odśladniają się starsze, dewońskie utwory paleozoicznego podłoża. Są to piaskowce, mułowce i **marle** dolnego dewonu oraz **dolomity** środkowego dewonu. W stosunku do młodszych utworów triasowych są one znacznie silniej sfałdowane, o czym świadczą stromo zapadające warstwy. Sfałdowanie skał dewońskich miało miejsce podczas orogenezy waryscyjskiej, zwanej też hercyńską, pod koniec karbonu (300-320 mln lat temu). W kamieniołomie Doły Opacie będziemy obserwować niezgodne położenie lekko nachylonych warstw dolnego pstrego piaskowca na stromo zapadających dolomitach środkowego dewonu. W takim przypadku mówimy o niezgodności kątowej między **kompleksami skalnymi**.

W czasie wspomnianej już orogenezy alpejskiej skały były nie tylko fałdowane, ale ulegały też spękananiu. Na omawianym obszarze dolnego odcinka doliny Świśliny występują uskoki poprzeczne i podłużne w stosunku do przebiegu osi fałdów. W wyniku oddziaływania uskoczków poprzecznych doszło do wycięcia fragmentu paleozoicznego fałdu godowskiego i wydzwignięcia go ku górze, tak, że obecnie wychodnia skał dewońskich tworzy rodzaj „wyspy” otoczonej młodszymi utworami triasowymi. Uskok podłużny biegnie natomiast środkiem doliny i to właśnie jemu zawdzięczamy powstanie przełomowego jej odcinka, biegnącej prostopadle do osi struktur fałdowych.

## Powstanie i rozwój dolnego, przełomowego odcinka doliny Świśliny

Dolina Świśliny leży w strefie uskokowej, ciągnącej się od okolic miejscowości Szeligi na południu po rzekę Kamienną na północy. Przełomowy odcinek doliny Świśliny, o stromych zboczach, wycięty został w obrębie **paleogeńskiej powierzchni zrównania** w czasie od pliocenu przez plejstocen (5,33 mln-11,7 tys. lat temu), w triasowych skałach (gł. piaskowcach i wapieniach) mezozoicznego podłoża, a w fałdzie godowskim, również w dolomitach dewonu. Spękanie skał, zarówno dewońskich jak i triasowych, w strefie uskoku poprzecznego przyspieszyło erozyjną działalność rzeki.



Pokrywę lessową rozcina gęsta sieć licznych, młodych – holocenijskich form erozyjnych, takich jak wąwozy, parowy czy **holwegi**. Materiał pochodzący z erozji (niszczenia) pokrywy lessowej oraz gleb, rozwiniętych na terenach przyległych, znoszony był do głównych dolin tworząc w ich dnie aluwia równiny zalewowej, czyli części doliny rzecznej zalewanej w trakcie wysokich stanów wody i powodzi.

Na przestrzeni ostatnich stu lat można obserwować nasilone procesy erozji, przejawiające się głębokim wcięciem rzeki w równinę zalewową. Kilkakrotnie dochodziło do katastrofalnych powodzi i zmiany biegu koryta rzeki. Ostatnia taka powódź miała miejsce w 2001 r. i spowodowała przerwanie, będącej w budowie, Zapory Wióry. Zmian przebiegu koryta i kształtu doliny dokonywali także ludzie na przestrzeni wieków i były one związane z gospodarczym jej rozwojem.

## Rozwój gospodarczy doliny Świśliny

Położenie i korzystne warunki przyrodnicze spowodowały, że dolina Świśliny już w czasach rzymskich (II wiek n.e.) miała duże znaczenie gospodarcze, o czym świadczą denary rzymskie znalezione w Nietulisku Małym. Ślady działalności metalurgicznej w środkowym odcinku doliny są jeszcze starsze i sięgają okresu przedrzymskiego. Świślina mogła wówczas służyć za szlak transportowy, łączący hutniczy ośrodek w rejonie obecnej Nowej Słupi i Bodzentyna z rzeką Kamienną. W średniowieczu na Świślinie funkcjonowały młyny wodne, należące do opactwa benedyktynów na Świętym Krzyżu i biskupów krakowskich. Ruiny ostatniego, przedwojennego, murowanego młyna znajdują się przy drodze do kamieniołomu Doły Opacie. W XVII wieku rozpoczęto eksploatację piaskowców w kamieniołomie położonym na gruntach należących do biskupów krakowskich w Dołach Biskupich (tzw. piaskowce dołskie). Uchwałą Sejmu Czteroletniego w 1789 r. Doły Biskupie wraz z kamieniołomem zostały upaństwowione. Przejęcie przez Skarb Państwa Dołów Opacich nastąpiło w 1819 w r. Był to okres intensywnego rozwoju gospodarczego terenów położonych w dolnym odcinku doliny Świśliny, który wszedł w obręb kombinatu metalurgicznego nad Kamienną, zaprojektowanego przez Stanisława Staszica w ramach Staropolskiego Okręgu Przemysłowego. W północnej części Nietuliska, zwanej Nietuliskiem Fabrycznym, powstało ostatnie ogniwo tego kombinatu – walcownia. Budowę zakładu wraz z otaczającym go osiedlem robotniczym ukończono w 1846 r. i pracował on do 1903 r.

Pod koniec XIX w. Ignacy Kotkowski, dziadek Witolda Gombrowicza, zbudował w Dołach Biskupich zespół młynów wodnych a w 1895 r., na prawym brzegu Świśliny otworzył przedsiębiorstwo o nazwie Kopalnie Piaskowca Fabryka Wyrobów Kamieniarskich „Doły i Świecie” Ignacego Kotkowskiego, które prowadziło eksploatację dolomitów w Dołach Opacich i piaskowców w Dołach Biskupich. Po śmierci I. Kotkowskiego jego zięć – Jan Gombrowicz, ojciec Witolda, zlikwidował zakład kamieniarski a w jego miejsce założył Fabrykę Papieru i Tektury „Witulini”, od której to prawobrzeżna część wsi Doły Biskupie przyjęła nazwę. Z jego inicjatywy wykopano kanał długości ok. 330 m, odprowadzający wodę z fabryki, która działała do lat 90. XX wieku, później popadła w ruinę. Od 2015 r. w części budynków działa elektrownia wodna „Witulini”.

W okresie międzywojennym wydobywanie piaskowców w Witulinie kontynuował Bolesław Terpiłowski prowadząc zakład Dołskie kamieniołomy, ale zostało ono przerwane przez kryzys gospodarczy. W czasie II wojny światowej niemiecki okupant wydobywał dolomit w Dołach Opacich. Kamieniołom funkcjonował również po wojnie aż do 1984 r. dostarczając dolomit m.in. jako topnik do huty w Starachowicach. Po wojnie, do przełomu lat 50. i 60., wznowiono wydobywanie piaskowców w Witulinie i otworzono nowy kamieniołom w Dołach Biskupich w zachodnim brzegu doliny. Ponadto w Nietulisku Dużym, także w lewobrzeżnej części doliny, funkcjonował niewielki łom wapienia, gdzie pozyskiwano kamień na lokalne potrzeby.

### PRZYSTANEK 1. Ogólne informacje o ścieżce

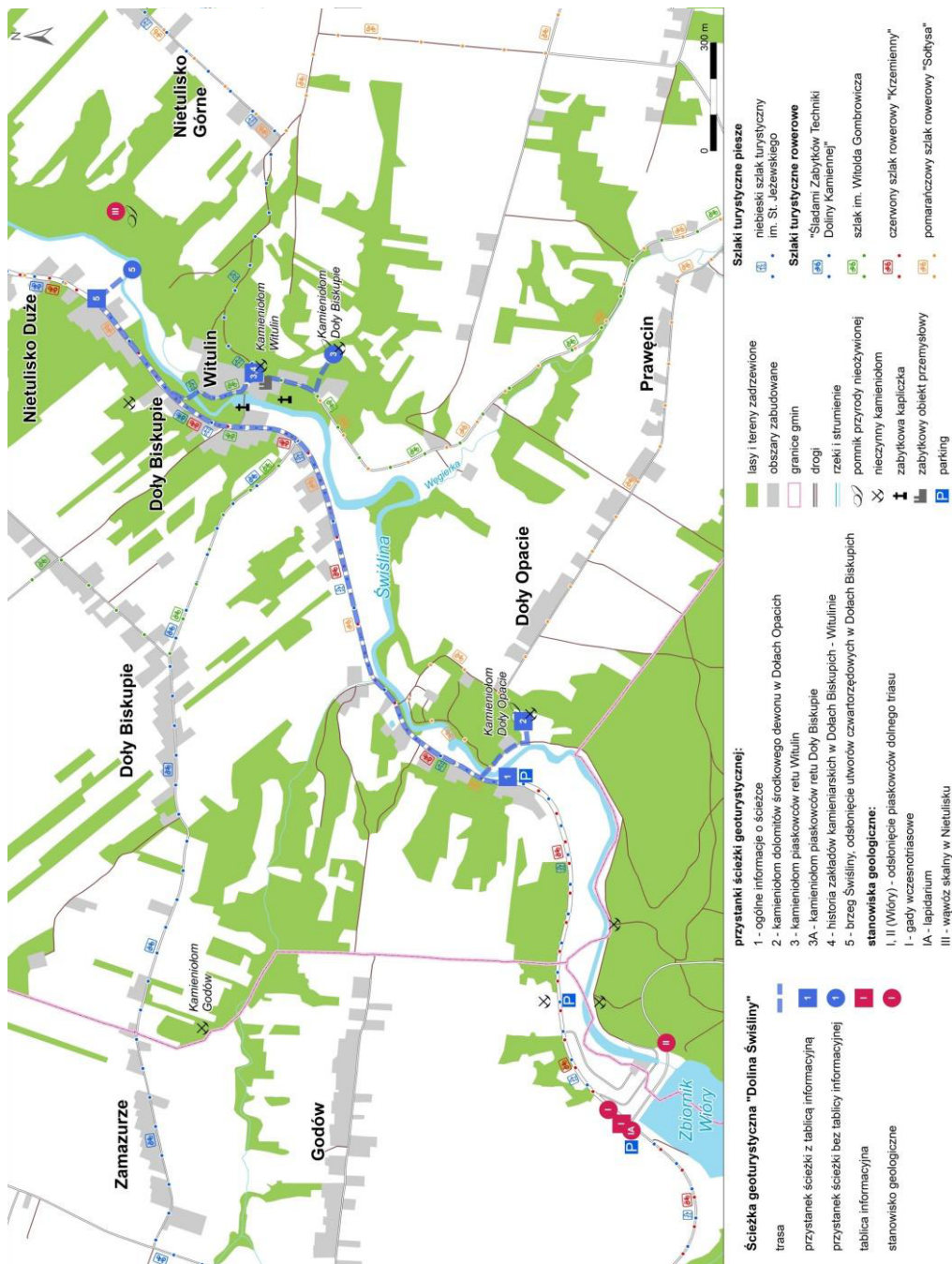
*Lokalizacja: 50°51'43,46"N / 20°12'23,55"E; zatoczka autobusowa po wschodniej stronie szosy na południowym krańcu miejscowości Dół Biskupie*

Geologiczną wycieczkę przez niezwykle malowniczą Dolinę Świśliny proponujemy rozpocząć od tablicy zawierającej podstawowe dane na temat przystanków ścieżki geoedukacyjnej oraz zlokalizowanych w jej pobliżu stanowisk geologicznych. Długość ścieżki wynosi 3,5 km i jest ona dostępna zarówno dla turystów pieszych jak i zmotoryzowanych. Przez większą część ścieżki prowadzi pieszy, niebieski szlak turystyczny im. St. Jeżewskiego, wiodący z Pętkowic koło Bałtowa na Święty Krzyż, oraz czerwony szlak rowerowy „Krzemienny”. Pozostałe szlaki rowerowe widnieją na mapie ścieżki (ryc. 2).

Wariant podstawowy ścieżki obejmuje pięć przystanków (1-5) z tablicami informacyjnymi, zaznaczonych na powyższej mapie. Jest on dostępny zarówno dla turystów pieszych, rowerowych, jak i zmotoryzowanych. Umożliwia zapoznanie się ze skałami budującymi dolinę, począwszy od najstarszych dolomitów środkowego dewonu (ok. 390 mln lat), przez piaskowce dolnego triasu (wieku 247 i 252 mln lat) i wapienie wapienia muszlowego (wieku 242-247 ml lat), po najmłodsze lessy czwartorzędowe (ok. 11 tys. lat). Przybliży historię rozwoju gospodarczego doliny, widzianą przez pryzmat wydobycia i przeróbki kopalin.

Wariant rozszerzony ścieżki, długości 1,4 km, obejmuje dwa stanowiska geologiczne (I-IA i II), w tym jedno z tablicą informacyjną, będące uzupełnieniem wariantu podstawowego. Pozwala poznać gady wczesnotriasowe, których ślady odkryto w skałach wydobytych podczas budowy Zbiornika Wióry, oraz środowisko, w którym żyły. Trzecie (III) stanowisko geologiczne jest trudnodostępne. Zalecane dojście do niego ma długość ok. 500 m i prowadzi na zachód od zabudowań w Nietulisku Górnym.





Ryc. 2. Mapa ścieżki (oprac. A. Ładocha)

## PRZYSTANEK 2: Kamieniołom dolomitów Doły Opacie

*Lokalizacja: 50°57'42,61"N / 21°12'31,14"E; w zachodniej części wsi Doły Opacie, w skarpie doliny Świśliny, na jej wschodnim brzegu, 500 m poniżej zapory na Zbiorniku Wióry*

Kamieniołom w Dołach Opacich był czynny od XIX w. do 1984 r. Od 1987 r. fragment jego wschodniej ściany jest pomnikiem przyrody. W kamieniołomie obserwujemy zróżnicowane kolorystycznie i litologicznie skały. W północnej ścianie i północnej części ściany wschodniej odsłaniają się szare dolomity środkowego dewonu, reprezentujące formację wojciechowicką (piętro stratygraficzne eifel, 388-393 mln lat temu), tworzące ławice o zróżnicowanej grubości, nachylone pod kątem 42–67° na SWS (ryc. 3).



Ryc. 3. Stromo nachylone warstwy dolomitów w północno-wschodnim narożniku kamieniołomu Doły Opacie (fot. P. Derkowski)

Zapoznanie się ze skałami rozpoczniemy od zachodniej części północnej ściany kamieniołomu, zbudowanej z dolomitów marglistych i margli, które są najstarszymi utworami w kamieniołomie. Pierwotnie dolomity były szare a margle czerwone i szarozielone, ale na skutek wietrzenia przybrały zbliżony, ochrowy kolor. W górnej części ściany widoczny jest niewielkich rozmiarów fałd leżący (ryc. 4). Nie należy do niego się wspinać, ponieważ skały są silnie zwietrzałe i rozsypliwie, co grozi ich osunięciem.





Ryc. 4. Fałd leżący w zachodniej części ściany północnej kamieniołomu (fot. P. Derkowski)

Idąc ku wschodowi, ku utworom młodszym, napotykamy powierzchnię warstwy gęsto pokrytą kopolukowymi strukturami (ryc. 5). Bloki skalne z takimi samymi strukturami leżą też w rumoszu u podstawy ściany (ryc. 6). Są to skamieniałe maty sinicowe zwane stromatolitami, które powstały w strefie międzyplywowej morza, z której morze wycofuje się podczas odpływu i która jest zalewana zaś w czasie przyptywu, charakteryzującej się wysoką energią wód.



Ryc. 5. Fragmenty ławicy dolomitu w ścianie kamieniołomu z kopolukami stromatolitowymi (fot. W. Treła)



Ryc. 6. Fragmenty ławicy dolomitu z kopolukami stromatolitowymi na bloku dolomitu u podstawy ściany (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Inne powierzchnie pokrywa gęsta sieć regularnych, wielokątnych spękań (ryc. 7). Mogła ona powstać na skutek wysychania osadu na brzegu morza w strefie powyżej pływnów, zalewanej podczas sztormów.



Ryc. 7. Spękania powstałe prawdopodobnie na skutek wysychania osadu w warunkach lądowych (fot. P. Derkowski)

We wschodniej części północnej ściany odstawiają się cienkoławicowe dolomity o płytkowej oddzielności z cienkimi wkładkami **ilów** (ryc. 8). Kiedy przyjrzymy się dokładnie dolomitom, zauważymy poziomą laminację, która odzwierciedla spokojne osadzanie się mułu wapiennego na dnie płytkiego morza, poniżej podstawy falowania. W stosunku do skał opisanych powyżej, dolomity płytkowe tworzyły się w nieco głębszej strefie morza.

Uważny czytelnik zapyta, jak z mułu wapiennego powstał dolomit. Proces ten nazywamy dolomityzacją. Polega on na przemianie minerału kalcytu ( $\text{CaCO}_3$ ) w dolomit ( $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ ) pod wpływem wody morskiej. Z procesem tym związane jest powstanie dolomitów komórkowych. W wyniku usuwania ziaren minerału kalcytu w skałe pozostają niewielkich rozmiarów pustki. Dolomity komórkowe zobaczyć można w dolnej części wschodniej ściany kamieniołomu. Wyróżniają się one obecnością nieregularnych, drobnych porów i jamek (ryc. 9), z których część jest wypełniona żółto-rdzawą, marglistą zwietrzeliną i związkami żelaza.





Ryc. 8. Pozioma laminacja w dolomitach płytkowych (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 9. Dolomit komórkowy (fot. W. Trela)

W dolomitach znajdujących się w południowej, obecnie zadrzewionej już części wschodniej ściany kamieniołomu, znaleźć można skamieniałości gąbek należących do gatunku *Amphipora ramosa* (Phillips), kształtem swym przypominające gałązki. Skały te zwane są dolomitami amfiporowymi (ryc. 10).



Ryc. 10. Dolomit amfiporowy (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 11. Struktura osuwiskowa w obrębie warstwy dolomitu we wschodniej ścianie kamieniołomu (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Spokojna sedymentacja była zakłócana wstrząsami tektonicznymi, które powodowały powstawanie podmorskich osuwisk, widocznych jako zaburzenie regularnego przebiegu warstw w postaci wewnętrznego zafałdowania (ryc. 11).

Wyżej opisane skały dokumentują rozwój płytkowodnej sedymentacji skał węglanowych w środkowym dewonie na szelfie dawnego kontynentu Laurosji, w skład którego wchodził obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich.

Podczas orogenezy waryscyjskiej, w późnym karbonie, skały dewońskie uległy sfałdowaniu i powstał wówczas fałd godowski. Jego jądro budują szare piaskowce oraz podrzędnie pstrze mułowce i iłowce formacji zagórzeńskiej dolnego dewonu (piętro stratygraficzne ems, 393-400 mln lat temu; ryc. 1).

Odstaniają się one w stromych ścianach wąwozu (ryc. 12), nazwanego przez autorów *Przewodnika Wąwozem Zachodnim*, oraz w kamieniołomie Godów. Ze względu na trudny dostęp odsłonięcia te nie zostały uwzględnione na trasie ścieżki geodukacyjnej.

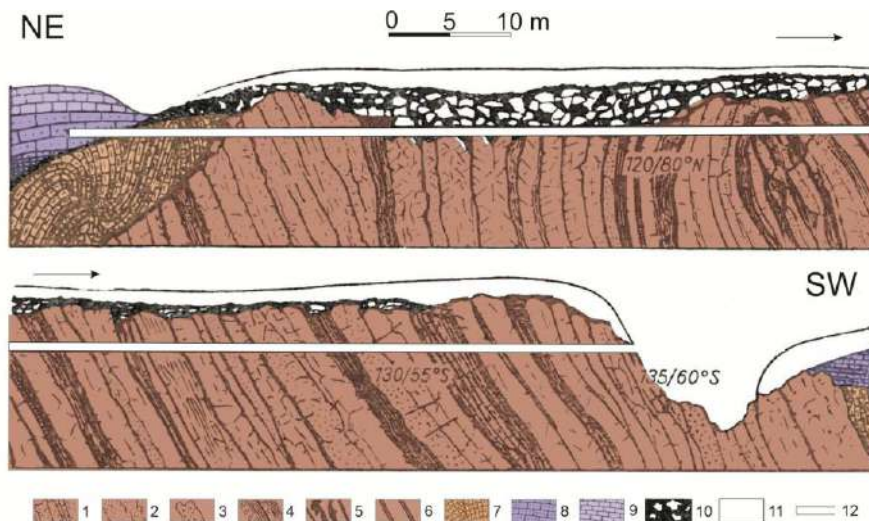


Ryc. 12. Wychodnie piaskowców dolnego dewonu w północnej ścianie Wąwozu Zachodniego (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 13. Otwór zacięniętej sztolni w Wąwozie Zachodnim (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Pod koniec lat 50. ubiegłego wieku w północnej ścianie Wąwozu Zachodniego wykonano sztolnię (ryc. 13) długości 150 m w celu rozpoznania złoża piaskowców kwarcytowych. Wydobyć nie rozpoczęto, ponieważ okazało się, że niezbyt grube warstwy piaskowca zawierają liczne przetawicenia skał płonnych, które nie zostałyby wykorzystane, a dodatkowo są silnie spękań (ryc. 14)



dewon dolny: 1 – piaskowce kwarcytowe grubofawicowe i płytkowe, 2 – piaskowce różnoziarniste, 3 – zlepięce drobnoziarniste, 4 – ility, mułowce i piaskowce cienkopłytkowe, 5 – ility zielone, czerwone i fioletowe, 6 – mułowce ilaste i margliste; dewon środkowy (eifel): 7 – margle i mułowce; trias: 8 – piaskowce retu, 9 – margle i wapień wapienia muszłowego; 10 – zwierzeliny w strefach zaburzeń tektonicznych, czwartorzęd: 11 – lessy i piaski; 12 – sztolnia; 135/60°S – kąt biegu i upadu warstw

Ryc. 14. Profil jądra antykliny godowskiej wzdłuż wschodniej ściany sztolni w Wąwozie Zachodnim (Filonowicz, 1962)



Utwory formacji zagórzańskiej powstały w płytkim, przybrzeżnym morzu, do którego rzeki znosiły materiał z pobliskiego lądu świętokrzyskiego, położonego na skraju kontynentu Laurosji.



**Ryc. 15.** Mapa paleogeograficzna świata we wczesnym dewonie (402-416 mln lat temu) z zaznaczonym położeniem obszaru (czerwony punkt), na którym obecnie znajduje się kamieniołom Doły Opacie. (źródło: Golonka, Nawrocki 2017)



**Ryc. 16.** Margiel z dendrytami manganowymi (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Skrzydła antykliny godowskiej zbudowane są z szarżółtych, kremowych, miejscami różowawych margli i mułowców środkowego dewonu. Reprezentują one **ogniwo** margli z Godowa (eifel, ryc. 1). Na powierzchniach margli licznie występuje mineralizacja manganowa w formie czarnych gałązek przypominających odciski roślin, zwanych dendrytami (ryc. 16). Skąły te tworzą niewielkie odstonięcie w południowej ścianie środkowego odcinka Wąwozu Zachodniego.

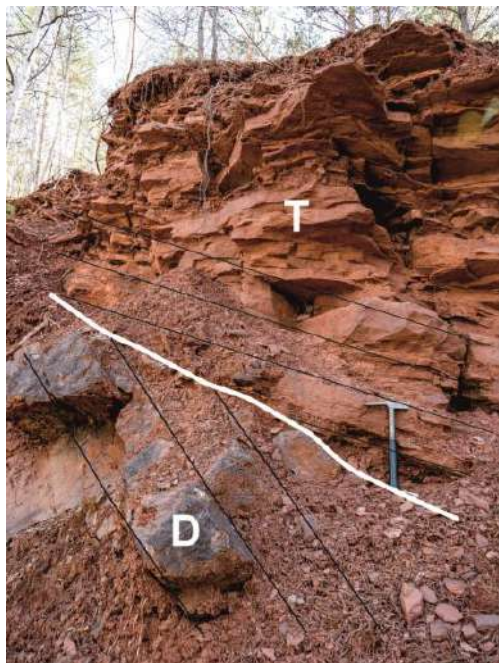
Nad marglami leży gruby, ponad stu metrowej miąższości kompleks wapieni dolomitycznych (zawierających oprócz kalcytu także minerał dolomit) i dolomitów formacji wojciechowickiej środkowego dewonu (eifel, ryc. 1). Odśnają się one w kamieniołomie, w którym właśnie się znajdujemy oraz w łomie w zachodnim zboczu doliny, widocznym z szosy w miejscu, gdzie odchodzi od niej droga do kamieniołomu Doły Opacie (ryc. 17).



Ryc. 17. Kamieniołom dolomitów w zachodnim zboczu doliny Świśliny w Dołach Biskupich. Nad dolomitami, których czerwone zabarwienie pochodzi od tlenków żelaza, tworzących się w procesie wietrzenia skały. W górnej części odsłonięcia widoczna jest jasnożółta pokrywa lessowa (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Po wypiętrzeniu się fałdu godowskiego pod koniec karbonu, przez cały perm następowała jego erozja – niszczenie. Dopiero we wczesnym triasie, prawie 50 mln lat później, osadziły się na nim rzeczne piaski i muły, które obecnie stanowią piaskowcowo-mułowcowe osady formacji z Jaworznej grubości 4 m. Formacja ta reprezentuje dolną część dolnego pstręgo piaskowca (piętro stratygraficzne ind, wiek 252 mln lat; ryc. 1). Skały formacji możemy zobaczyć wspinając się na zalesiony obecnie brzeg doliny, na południowym krańcu wschodniej ściany kamieniołomu, w odległości ok. 85 m na południe od tablicy informacyjnej (ryc. 18). W zagłębieniach powierzchni dolomitu zachowała się brekcja złożona z ostrokrawędzistych okruchów dolomitów lub słabo obtoczonych otoczków dolomitów oraz otoczków iłowców tkwiących w mułowcowo-ilastowęgłanowym spoiwie. Ma ona genezę wietrzeniowo-erozyjną i powstała w wyniku niszczenia skał, budujących fałd godowski, przez czynniki atmosferyczne oraz płynące wody.





Ryc. 18. Skąły dolnego triasu leżące niezgodnie na dolomitach środkowego dewonu (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Na brekcji dolomitowej leżą czerwono-brunatne piaskowce cienkoławicowe, rzadziej średnioławicowe, drobno- i średnioziarniste, z wkładkami wiśniowych mułowców piaszczystych i iłowców (ryc. 19). Warstwy piaskowców są poziomo lub przekątnie laminowane, sporadycznie dostrzec można warstwowanie zmarszczkowe (riplemarkowe). Na powierzchniach warstw piaskowców występują takie struktury sedimentacyjne jak ślady kropli deszczu, szczeliny z wysychania (ryc. 20), „skóra słonia” (ryc. 21), tworząca się podczas wysychania ilastego osadu, ślady falowania, zwane **zmarszczkami** lub riplemarkami (nazwa zapożyczona z języka angielskiego), ślady bezkręgowców pozostawione przez żuki a także tropy kręgowców.



Ryc. 19. Piaskowce laminowane poziomo i przekątnie (P) przełamiocone mułowcami, należące do dolnotriasowej formacji z Jaworznej (fot. P. Derkowski)

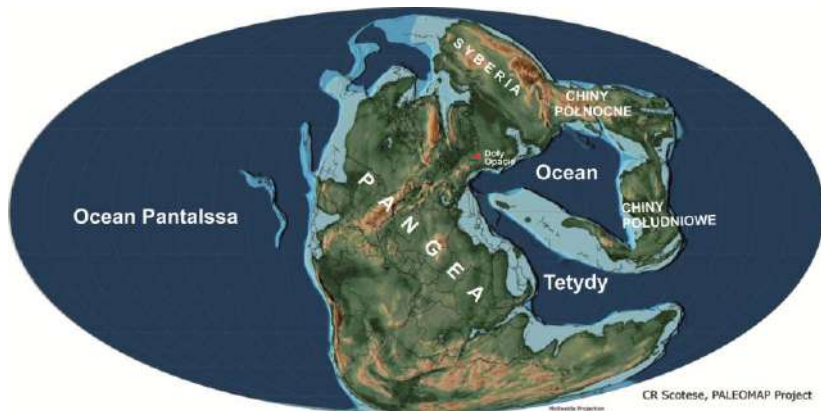


Ryc. 20. Szczeliny z wysychania w mułowcu (okaz nr OS-T/2; fot. P. Derkowski)



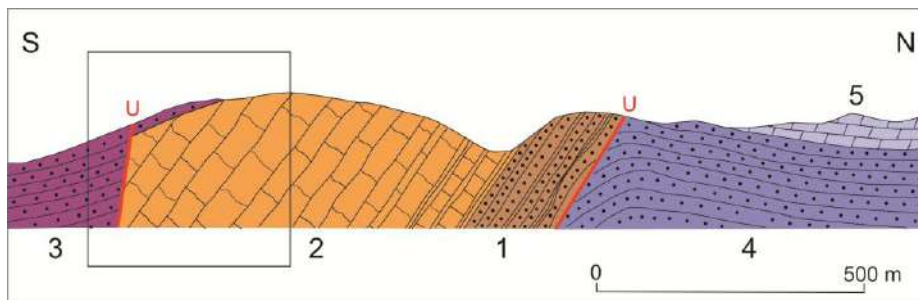
Ryc. 21. Szczeliny z wysychania oraz struktura nazywana „skórą słonia” – odlew na dolnej powierzchni piaskowca (okaz nr OS-T/3; fot. P. Derkowski)

Opisane skały reprezentują najprawdopodobniej kopalne osady delty powstałej u ujścia rzeki do jeziora. Na przełomie permu i triasu, ok. 252 mln lat temu, Góry Świętokrzyskie były lądem, który ulegał erozji w warunkach ciepłego, suchego, półpustynnego klimatu. Szata roślinna odradzająca się po wielkim wymieraniu, jakie miało miejsce na granicy permu i triasu, była bardzo uboga. Składała się głównie pionierskich widłaków, które rosły w dolinach rzek i na brzegach jezior. Nie stanowiła ona ochrony przed silną erozją odsłoniętych obszarów lądu. Materiał z jego niszczenia, głównie piasek i muł, gromadził się w deltach i dolinach rzek oraz w okresowych jeziorach. Ląd ten znajdował się północnej części prakontynentu zwanego Pangeą (ryc. 22).



Ryc. 22. Mapa paleogeograficzna świata na granicy permu i triasu (252 mln lat temu), z zaznaczonym położeniem obszaru (czerwony punkt), na którym znajduje się obecnie kamieniołom Doły Opacie (źródło: Scotese C.R., 2014. Atlas of Permo-Triassic Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), Maps 43 - 52, Volumes 3 & 4 of the PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL.)

Prawie 200 mln lat później, w czasie ruchów laramijskich orogenezy alpejskiej, pod koniec kredy, skały dewońskie, budujące jądro antykliny godowskiej, wraz z przykrywającymi je utworami dolno-triasowej formacji z Jaworznej, zostały wycięte uskokami z większego fałdu warwycyjskiego i wydźwignięte spod pokrywy mezozoiczno-kenozoicznej w formie zrębu tektonicznego (ryc. 23). Miejscami, na powierzchni dolomitów widoczne są struktury ślizgowe a w obrębie dolomitów – spękania pierzaste. Świadczą one o odkłuciu pokrywy triasowej, które miało miejsce podczas przemieszczania się zrębu ku górze. Najprawdopodobniej wtedy doszło do nachylenia, leżących pierwotnie poziomo osadów triasowych o 21-30° na południe. W efekcie wyżej opisanych ruchów tektonicznych wycięty fragment fałdu godowskiego, zwany strukturą Godowa, stanowi „paleozoiczną wyspę”, otoczoną młodszymi, triasowymi skałami.



1 - piaskowce dolnego dewonu, 2 - dolomity środkowego dewonu, 3 - piaskowce dolnego triasu (dolnego pstrego paskowca), 4 - piaskowce dolnego-środkowego triasu (retu), 5 - wapień środkowego triasu (wapienia muszlowego), U - uskoki,  - fragment przekroju widoczny w kamieniołomie

Ryc. 23. Przekrój geologiczny przez strukturę Godowa wg Jaroszewskiego (1976)

Ruchom tektonicznym towarzyszyło pękanie skał i w dolomitach powstały szczeliny, którymi z głębi Ziemi wędrowały gorące roztwory, zwane termalnymi, zawierające rozpuszczone związki mineralne. Dochodząc do powierzchni, stygły i wytrącały się z nich minerały. Tak powstały żyłki hydrotermalne (ryc. 25) i szczotki kalcytowe (ryc. 24), które można spotkać w kamieniołomie. Kalcytowi towarzyszyło wszędobylskie tlenki żelaza, dające czerwono-brunatne polewy (ryc. 26).



Ryc. 24. Szcotka utworzona z kryształów kalcytu zabarwiona związkami żelaza (fot. P. Derkowski)



Ryc. 25. Żyłki białego kalcytu w dolomicie (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 26. Polewa utworzona z minerału limonitu będącego mieszaniną uwodnionych tlenków żelaza (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Poza pęknięciami dochodziło także do fałdowania mniej sztywnych kompleksów skalnych i powstał wówczas opisany powyżej fałd leżący w obrębie dolomitów marglistych.

Dolomity, a częściowo także osady triasowe w północnej ścianie kamieniołomu, przykryte są pokrywą lessów o grubości 2-3 m, która powstała w ostatnim okresie glacialnym (lodowcowym), w czasie zlodowacenia północnopolskiego, kilkanaście tysięcy lat temu.

*Osoby, chcące zgłębić swoją wiedzę na temat skał i ekosystemów wczesnotriasowych, zapraszamy do zwiedzenia stanowisk geologicznych I-II przy zaporze na Zbiorniku Wióry.*

### Stanowisko I. Odstonięcie piaskowców dolnego triasu na lewym brzegu doliny Świśliny w Wiórach

*Lokalizacja: 50°57'34,98"N / 21°11'35,26" E - 50°57'38,61"N / 21°11'42,41" E; odstonięcie długości 180 m wzdłuż drogi z Dołów Biskupich do Godowa i Waśniowa*

Na południowy zachód od Przystanku 1 ścieżki, wzdłuż szosy w kierunku Zbiornika Wióry (ryc. 27), znajdują się odstonięcia skał dolnego triasu. Stanowisko to znajduje się przy zaporze Zbiornika Wióry, a najlepszym sposobem na jego poznanie jest pozostawienie samochodu na dużym parkingu poniżej zbiornika (ok. 700 m na południe od Przystanku 1 ścieżki) oraz przejście 150 m w kierunku zapory. Podczas budowy zapory, zakończonej w 2005 r., pogłębiono dolinę i wyrównano jej zbocza. Wydobyty wówczas materiał skalny został wykorzystany nie tylko przy budowie samej zapory (w budowlach technicznych zapory oraz do umocnienia skarp drogi), ale również w sanktuarium maryjnym w Kałkowie-Godowie np. do wybudowania Golgoty Świątokrzyskiej. W czasie tych prac, prowadzonych przez prawie 30 lat, budowniczywie zapory eksploatując i usuwając część skał odsłanili unikalne ślady zwierząt sprzed 250 milionów lat.



Ryc. 27. Zbiornik Wióry (fot. P. Derkowski). Zbiornik zawdzięcza swą nazwę niewielkiej miejscowości Wióry, która istniała na zachodnim brzegu Świśliny. Gdy zapadła decyzja o budowie zbiornika w latach 90 w. ubiegłego wieku ludność wsi wysiedlono. Powierzchnia zbiornika 408 ha, pojemność całkowita 35 mln m<sup>3</sup>, długość linii brzegowej - 40 km, długość zapory - 252 m. Więcej informacji na temat zbiornika znajduje się na tablicach informacyjnych na parkingach przy jego koronie oraz poniżej zapory.

We wczesnym triasie, w warunkach półsuchego i suchego klimatu, powstawały osady – głównie piaski, muły i ropy – o czerwonym zabarwieniu, pochodzącym od tlenków żelaza. W terminologii geologicznej te osady nazywane są pstrym piaskowcem.

W rejonie obecnego Zbiornika Wióry 250 mln lat temu płynęły rzeki okresowe, bardzo odmienne od współczesnej Świśliny. Były to rzeki meandrujące o szerokich korytach, które charakteryzowały się dużą (okresowo) siłą przepływu i tendencjami do gwałtownych wezbrań. Pozostawiły one po sobie grube warstwy piaskowców (ryc. 28) z widocznymi wielkoskalowymi, przekątnymi warstwowaniami rynnowymi. Piaskowce są masywne, grubo- i średnioławicowe, mają soczewkowatą formę i na ogół erozyjną powierzchnię spągową (ryc. 29). Ukazują w przekroju kształt i zasięg koryt rzecznych. Występujące w ich spągu cienie wkładki zlepieńców piaszczystych zawierają **klasty** mułowe, stanowiące tzw. **bruk korytowy**. Mułowce i ropy powstawały w jeziorach tworzących się na terenie równi zalewowej w wyniku odcinania fragmentów koryt rzecznych od głównego nurtu lub po powodziach.

Skąły te możemy zobaczyć w odsłonięciu (Stanowisko I) po prawej stronie drogi prowadzącej do Dołów Biskupich i Nietuliska, oddzielonym od szosy głębokim rowem odwadniającym. Reprezentują one dolną część formacji z Wiór (środkowy pstry piaskowiec, wiek 249-250 mln lat temu; ryc. 1)



Ryc. 28. Odśłonięcie skał dolnotriasowej formacji z Wiór przy zaporze w Wiórach, w lewym zboczu doliny Świśliny – widok ogólny (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 29. Soczewkowatego kształtu ławice piaskowców warstwowanych poziomo i przekątnie rynnowo (P) (fot. K. Bieńko)

Skały tej formacji odsłaniają się jeszcze w dwóch miejscach przy zaporze zbiornika. Bezpośredni dostęp możliwy jest jedynie do odsłonięcia przy szosie za koroną zapory – Stanowisko II. Kolejne odsłonięcie (obecnie zagrodzone i niedostępne) znajduje się poniżej zapory, w prawym zboczu doliny.

W 1980 r. paleontolog Tadeusz Ptaszyński dokonał pierwszego odkrycia tropów kręgowców w osadach formacji z Wiór. Później nastąpiły dalsze znaleziska licznych tropów zarówno gadów jak i płazów a także śladów bezkręgowców. Natrafiono również na kości (kości czaszki, żebra, kręgi) dużych płazów z grupy temnospondyli, prowadzących najprawdopodobniej wodny tryb życia.



Na ich podstawie można było zrekonstruować bogaty ekosystem doliny rzeki sprzed 249 mln lat. Został on przedstawiony na tablicy autorstwa Grzegorza Niedźwiedzkiego (Tablica I), która znajduje się po północnej stronie małego budynku na wysokości korony zapory (50°57'34,18" N / 21°11'33,73"E).

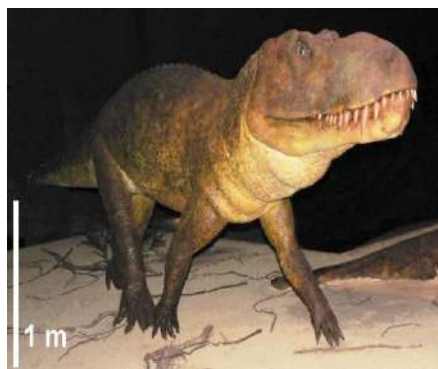
Tropy powstały w wyniku odcisnięcia łap kręgowców na brzegach rzeki pokrytych mułem, który po zaschnięciu twardniał. W trakcie wezbrań woda nanosiła grubszy materiał piaszczysty, wypełniając nierówności podłoża i tak powstawały odlewy śladów na dolnych – spągowych powierzchniach ławic piaszczowców. W taki sam sposób powstawały odlewy struktur prądowych.

Zespół śladów z Wiór, który znacząco powiększył się podczas prac przy budowie zapory na Zbiorniku Wióry, stanowi wyjątkowy zbiór wczesnotriasowych skamieniałości śladowych w Polsce i na świecie. Są to tropy niezwykle dobrze zachowane. Niekiedy występują tak licznie, że powierzchnia warstw skalnych ma charakter tzw. „zdeptanej ziemi” (ryc. 30). Na niektórych tropach odcisnęły się nawet łuski pokrywające łapy oraz faktura skóry podeszwy stopy. Ogółem w Wiórach wyróżniono 11 ichnogatunków (gatunków śladów), m.in. nieznanne wcześniej gatunki z grupy Chirotheriidae, zwanej chiroteriami. Odkrywca, T. Ptaszyński, nadał im następujące nazwy: *Brachychirotherium hauboldi*, *Brachychirotherium wiorense*, *Isochirotherium sanctacrucense*, *Isochirotherium gierlinskii*, *Synaptichnium chirotherioides* i *Synaptichnium kotanskii*. W formacji z Wiór stwierdzono również obecność tropów innych gadów, o mniejszych rozmiarach i innym sposobie poruszania się, m.in. ślady *Rhynchosauroides*, *Procolophonichnium* i *Prorotodactylus*. Zwierzęta, które pozostawiły wyżej wymienione tropy, należały do różnych grup. Dominowały wielkie, drapieżne gady ssakokształtne, zwane raizuchami (ryc. 31). Występowały także gady naczelnne – archozaury, przodkowie dinozaurów, wielkości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Swoim pokrojem przypominały dzisiejsze krokodyle, ale ich ciało było wysoko uniesione na nogach, co dawało im możliwość sprawnego i szybkiego poruszania się (ryc. 32). To właśnie one pozostawiły po sobie licznie tropy określane jako chiroteria (ryc. 30). Archozaurem towarzyszyły niewielkie gady podobne do jaszczurek oraz wspomniane już ogromne, trzymetrowe płazy z grupy temnospondyli (ryc. 33). Dla większość kręgowców rzeka stanowiła zapewne miejsce wodopoju. Część z nich, np. temnospondyle, była związana z rzeką na stałe jako ze środowiskiem życia.

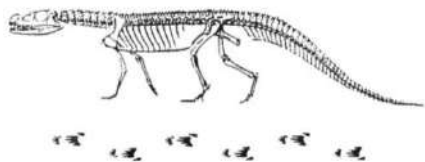
Oprócz tropów kręgowców można spotkać ślady pozostawione przez zwierzęta bezkręgowce, żerujące w mułe (ryc. 34).



Ryc. 30. Płyta z tropami należącymi do rodziny ichnoskamieniałości (skamieniałości śladowych) Chirotheriidae (tzw. „zdeptana ziemia”), pozostawionych przez gady naczelnne z grupy tekodontów, która w 2007 r. znajdowała się w ogródku skalnym przy koronie zapory Zbiornika Wióry (fot. W. Treła)



Ryc. 31. Rekonstrukcja gada ssakokształtnego raizucha w Muzeum Przyrody i Techniki „Ekomuzeum” im. Jana Pazdura w Starachowicach (fot. G. Pieńkowski)



Ryc. 32. Rekonstrukcja środkowotriasowego gada z grupy tekodontów oraz jego tropy, podobne do znajdujących w Wiórach (Rdzanek 2002)



Ryc. 33. Rekonstrukcja płaza z grupy temnospondyli w Muzeum Przyrody i Techniki „Ekomuzeum” im. Jana Pazdura w Starachowicach (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 34. Skamieniałość śladowa *Phycodes curvipalmatum*, pozostawiona przez zwierzęta bezkręgowce (okaz nr OS-T/1; fot. P. Derkowski)

Dominacja w ekosystemie form drapieżnych wynikała z faktu braku pokrywy roślinnej. W osadach formacji z Wiór spotykane są bowiem nieliczne szczątki widłaków i skrzypów. W stosunku do formacji z Jaworznej, sedymentacja osadów formacji z Wiór odbywała się w warunkach ciepłego, ale nieco bardziej wilgotnego klimatu.

Pierwotnie planowano, aby unikatową kolekcję tropów, pozyskanych przy budowie Zbiornika Wióry wyeksponować w muzeum paleontologicznym, które miało powstać w kamieniołomie Doły Opacie. Niestety, z braku funduszy projekt nie został zrealizowany a eksponaty przeniesiono do Muzeum Przyrody i Techniki „Ekomuzeum” im. Jana Pazdura w Starachowicach. Kolekcja ta składa się z ok. 4000 płyt i bloków piaskowców, w których zachował się najbogatszy na świecie zespół ichtnofauny dolnotriasowej, obejmujący zarówno tropy kręgowców (w tym 11 nowych gatunków) jak i 76 gatunków śladów bezkręgowców. Na stałej wystawie paleontologicznej w Muzeum zobaczyć można rekonstrukcje większości wyżej wspomnianych zwierząt kręgowych, wykonane przez panią Martę Szubert, oraz okazy z ich tropami. Okazy skamieniałości śladowych z Wiór znajdują się także w zbiorach Muzeum Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie, Muzeum Geologicznego Oddziału Świętokrzyskiego PIG-PIB w Kielcach, Muzeum Geologicznego Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego - oraz w opisanym poniżej lapidarium, po południowej stronie budynku, przy którym się znajdujemy.

## Stanowisko IA: Lapidarium

*Lokalizacja: 50°57'33,32"N / 21°11'32,72"E; po południowej stronie budynku, na wysokości korony zapory, znajduje się parking a za nim mały ogródek skalny – lapidarium*

W lapidarium zgromadzono płyty piaskowców formacji z Wiór (środkowy pstry piaskowiec) ze skamieniałymi śladami kręgowców pływających oraz stąpających po dnie rzeki (ryc. 35), w większości należących do rodzin Chiroteriidae i Rhynchosauroidea (ryc. 36), oraz śladami struktur prądowych (ryc. 37, 38).



Ryc. 35. Ślady gadów pływających i stąpających po dnie, zachowane w formie odlewów na spągowej powierzchni warstwy piaskowca (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 36. Nagromadzenie tropów gadzich z rodziny Chiroteriidae, tzw. „zdeptana ziemia” (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 37. Zmarszczki falowe, stanowiące ślady przepływu wody odcisnięte na górnej powierzchni warstwy piaskowca (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 38. Odlewy struktur prądowych na dolnej powierzchni warstwy piaskowca (fot. A. Fijałkowska-Mader)

## Stanowisko II. Odstąpienie skał dolnego triasu na prawym brzegu doliny Świśliny w Wiórach

*Lokalizacja: 50°57'30,17"N / 21°11'45,36" E; od lapidarium idziemy po koronie zaporę 250 m w kierunku wschodnim; stanowisko znajduje się za zaporą, przy szosie w kierunku Waśniowa, po prawej stronie*

W odstąpieniu widoczne są skały dolnego triasu, miąższości około 20 m, należące do formacji z Wiór, reprezentowane przez brązowe i wiśniowe piaskowce średnio- i grubofawicowe, przewarstwione mułowcami i iłowcami. Piaskowce te tworzą warstwy o grubości od kilkunastu centymetrów do maksymalnie 1 m. Niektóre fawice nie mają laminacji, mówimy wówczas, że są masywne, w innych zaś występuje warstwowanie poziome i przekątnie w dużej i małej skali (ryc. 39). W dolnej części odstąpienia, zaobserwować można zmianę wielkości ziarna w obrębie fawic. W spągu fawic występują osady gruboziarniste: piaskowce zlepieńcowate i gruboziarniste (ryc. 40) oraz zlepieńce polimiktyczne – zawierające otoczaki różnych skał, w tym klasty iłowców i mułowców (ryc. 41). Strop fawic natomiast budują piaskowce średnioziarniste. Między warstwami piaskowca występują cienkie przeławiczenia mułowców. Na powierzchniach piaskowców i mułowców widoczne są zmarszczki (riplemarki) prądowe, a wśród nich formy językowe, łuskowe (ryc. 42) i półksiężycowe. Sporadycznie spotkać można ślady kropli deszczu (ryc. 43).



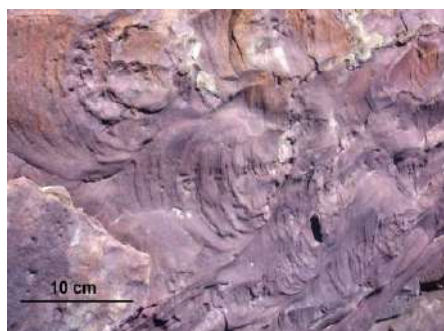
Ryc. 39. Odstąpienie piaskowców i mułowców wyższej części formacji z Wiór (fot. W. Trela, 2007). Piaskowce są masywne oraz poziomo- i przekątnie (P) warstwowane w dużej skali



Ryc. 40. Warstwa piaskowca gruboziarnistego (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 41. Fragment warstwy zlepieńca. Puste miejsca (na zdjęciu wypełnione wodą deszczową) pozostały po usuniętych klastach mułowca (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 42. Łuskowe zmarszczki falowe, powstałe na dnie koryta rzecznego, pokrytym mułem (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 43. Ślady kropli deszczu w postaci odlewów na spągowej warstwie piaskowca (okaz nr OS-T/5; fot. P. Derkowski)

Piaskowce te interpretowane są jako osady **stożków aluwialnych** (napływowych), które tworzyły się w stanach powodziowych, kiedy woda z koryta rzecznego wypływała na obszar równiny zalewowej. Natomiast nagromadzenia klastów mułowcowych powstały z niszczenia, w czasie powodzi, wałów przykorytowych, ciągnących się po obu stronach koryta rzeki.

Ku górze odstąpienia piaskowce przechodzą w mułowce z nielicznymi wkładkami piaskowców, następnie same mułowce i iłowce zawierające miejscami gruzelki węglanowe. Niestety, że względu na zarastanie stanowiska, utwory te obecnie są już niewidoczne.

Natomiast poniżej opisanej sekwencji osadów, w profilu warstw skalnych występują grubofawicowe piaskowce przekątnie warstwowane, które widzieliśmy w stanowisku I.

Skąły odstaniające się w stanowiskach I i II mają cechy sedymentacyjne charakterystyczne dla osadów rzek meandrujących.

W niedostępnym obecnie odstąpieniu w prawym zboczu doliny, poniżej zapory wodnej, znajduje się wyższa część sukcesji skalnej środkowego pstrego piaskowca, miąższości około 10 m, należąca do młodszej formacji z Samsonowa (ryc. 1). Tworzą ją brązowe iłowce i mułowce z przeławieniami piaskowców średnio- i drobnoziarnistych, których grubość rzadko przekracza 1 m. W obrębie

piaskowców często spotyka się klasty mułowe pochodzące z niszczonych w czasie powodzi wałów przykorytowych. Na powierzchniach piaskowców widoczne są zmarszczki falowe (formy językowe i półksiężycowe) i szczeliny z wysychania. W mułowcach występują liczne pancerzyki **muszloraczków**, szczątki roślin i ślady zwierząt bezkręgowych.

### PRZYSTANEK 3: Kamieniołom piaskowców retu w Witulinie

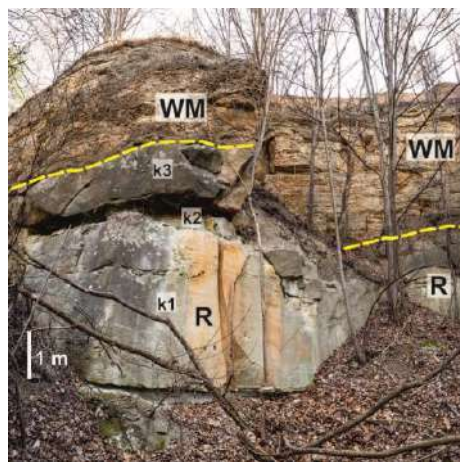
*Lokalizacja: 50°58'04,29"N / 21°13'23,51"E - 50°58'02,72"N / 21°13'23,09"E; kamieniołom długości ok. 100 m położony jest we wschodnim zboczu doliny Świśliny, we wschodniej części wsi Doły Biskupie, nazywanej Witulinem, koło dawnej fabryki tektury „Witulin” założonej przez ojca Witolda Gombrowicza, obecnie elektrowni „Witulin”; przy niebieskim szlaku turystycznym*

Wejście do kamieniołomu znajduje się w odległości 90 m na południe od Przystanku 3 i 4 ścieżki. Ze względu na utrudnione dojście do kamieniołomu oraz stromość jego ścian i związane z tym niebezpieczeństwo osuwania się skał, należy obserwować odsłonięcie z szosy.

Kamieniołom obejmuje dwa wyrobiska: południowe (ryc. 44) i północne (ryc. 45), niewidoczne z szosy ze względu na zadrzewienie. W obu tych wyrobiskach można obserwować kontakt między piaskowcami retu (dolny trias, górny pstry piaskowiec; ok. 247-248 mln lat) a wapieniami i dolomitami wapienia muszlowego (środkowy trias; ok. 240-247 mln lat; ryc. 1).



Ryc. 44. Granica między piaskowcami retu warstw z Krynek (R) a skałami węglanowymi wapienia muszlowego (WM) w wyrobisku południowym kamieniołomu w Witulinie (fot. P. Derkowski)



Ryc. 45. Granica między piaskowcami retu warstw z Krynek (R) a skałami węglanowymi wapienia muszlowego (WM) w wyrobisku północnym kamieniołomu w Witulinie (fot. P. Derkowski)

Piaskowce retu (miąższości koło 8 m) reprezentują górną część jednostki litostratygraficznej zwanej warstwami z Krynek (ryc. 1) i charakteryzują się wyraźną trójdzielnnością (ryc. 44, 45). Dolny kompleks gruboławicowy (k1), miąższości 4,5 m budują piaskowce warstwowane poziomo i przekątnie w małej i dużej skali (ryc. 46). Piaskowce są grubo- i średnioziarniste. Znalaziono tu ślady kręgowców *Paraophidichium triassicum*.

Środkowy kompleks cienkoławicowy (k2), miąższości 2 m, tworzą piaskowce przeławiczone mułowcami. Piaskowce średnio- i drobnoziarniste charakteryzują się obecnością warstwowania przekątnego w małej skali i riplemarków prądowych na powierzchniach stropowych. Lokalnie piaskowce tworzą wypełnienia kanałów erozyjnych (o szerokości do 2 m i grubości 40 cm), rozcinających warstwy mułowców.

W spągu górnego kompleksu (k3), miąższości 1,5 m, występują gruboziarniste piaskowce z licznymi otoczkami piaskowców, kwarcu i klastami mułowców. Wśród struktur sedimentacyjnych dominuje warstwowanie przekątne oraz poziome w dużej skali i małej skali (ryc. 47). W osadach tego kompleksu zidentyfikowano szczątki małży *Costatoria (Myophoria) costata* (ryc. 48) oraz skamieniałości śladowe bezkręgowców: poziome, przypominające literę „S” kanały *Planolites* isp. (ichnospecies, czyli gatunek skamieniałości śladowej) (ryc. 49) i rurkowate kanały *Palaeophycus* isp. Występują tu także tropy kręgowców z rodziny Chirotheriidae (ryc. 50, 51) i Rhynchosauroidea.

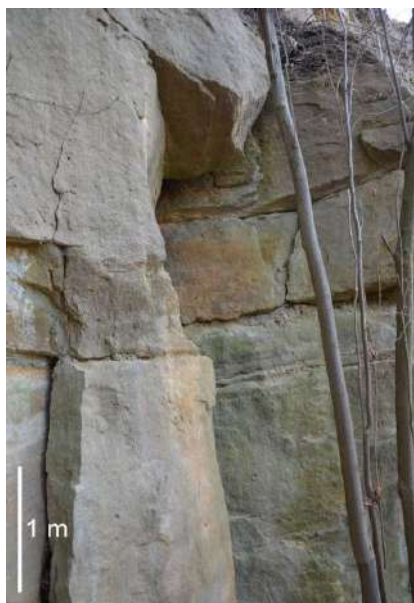


Fig. 46. Grube ławice piaskowca kompleksu dolnego k1 retu (R) w wyrobisku północnym kamieniołomu w Witulinie z laminacją poziomą i słabiej widoczną przekątną (fot. P. Derkowski)

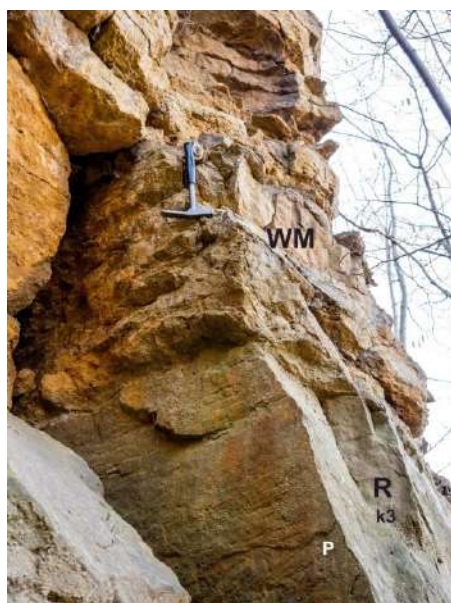
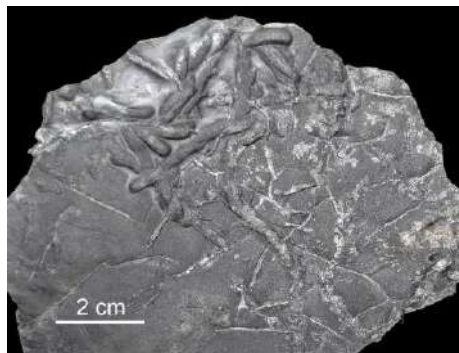


Fig. 47. Laminacja pozioma i przekątna (P), małoskalowa w piaskowcach kompleksu górnego k3 retu (R) tuż poniżej granicy z wapieniem muszlowym (WM) w wyrobisku północnym kamieniołomu Witulin (fot. P. Derkowski)



Ryc. 48. Muszla małża *Costatoria costata*, skamieniałości przewodniej dla retu (okaz nr OS-88/13; fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 49. Kanaly *Planolites* isp. (źródło: the paleobear from Lontananza, Loreto, Peru, CC BY 2.0, via Wikimedia Commons)



Ryc. 50. Trop *Chirotherium sickleri* (okaz nr OS-220/146; fot. P. Derkowski)



Ryc. 51. Trop *Chirotherium* isp. (okaz nr OS-220/143; fot. P. Derkowski)

Sedymentacja piaskowców retu odsłaniających się w kamieniołomie w Witulinie zachodziła w górnej części przybrzeża Morza Germańskiego na szelfie Oceanu Tetydy.

Ponad piaskowcami retu występują wapienie i dolomity triasu środkowego, miąższości około 11,5 m, które reprezentują dolny, środkowy i częściowo górny wapień muszlowy.

Sekwencję dolnego wapienia muszlowego, miąższości około 7 m, rozpoczynają wapienie organodetrytyczne, zawierające szczątki licznych skamieniałości: okrągłe człony łodyg liliowców z dziurką w środku, zwane trochitami, fragmenty muszli ślimaków, małży i ramienionogów. Do rzadkich znalezisk należą łuski ryb. W spągu profilu zaznacza się jeszcze niewielki udział materiału terygenicznego, dostarczonego do morza z lądu. Są to ziarna kwarcu rozproszone w tle węglanowym skały.

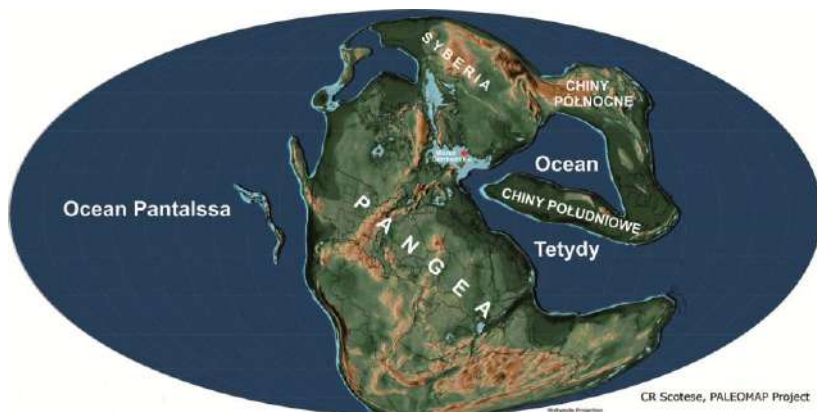


Nad wapieniami organodetrytycznymi leżą wapienie, w których pod mikroskopem zobaczyć można owalne ziarna węglanowe o koncentrycznej budowie i wielkości mniejszej niż 0,5 mm, zwane onkoidami. Ziarna te powstały w wysokoenergetycznej, przybrzeżnej strefie morza, w wyniku obtoczenia przez sinice drobnych okruchów muszli czy ziaren piasku. Powyżej wapieni z onkoidami występują wapienie margliste oraz wapienie zawierające okrągłe ziarenka węglanowe zwane ooidami. Średnica ooidów jest mniejsza niż 2 mm. Ziarna te powstają na skutek wytrącania się z wody węglanu wapnia wokół jądra, które stanowi ziarno piasku lub okruszek muszli.

Środkowy wapień muszlowy tworzą grube warstwy dolomitów z intraklastami wapieni i stromatolitów oraz dolomity wapniste, rozdzielone cienkoławicowymi wapieniami, o falistej, stropowatej powierzchni warstw, które są przetawiane cienkimi wkładkami iłowców marglistych. Cienkoławicowe wapienie dolomityczne z wkładkami iłowców, które częściowo należą już do górnego wapienia muszlowego, kończą profil triasu w tym odsłonięciu.

Skątom wapienia muszlowego przyjrzymy się bliżej w sąsiednim kamieniołomie Doły Biskupie.

Jaka historia zapisana jest w prześlizgniętym następstwie skał? Piaskowce warstw z Krynek powstały we wczesnym triasie w strefie przybrzeżnej Morza Germańskiego, prawdopodobnie na delcie, którą tworzyła rzeka u swego ujścia. Ślady gadów świadczą o tym, że osady te były okresowo wynurzane. W wyniku rozległej transgresji, która dotarła na obszar Gór Świętokrzyskich z południa, z oceanu Tetydy we wczesnym anizyku (środkowy trias; ryc. 1), omawiany obszar znalazł się w płytkim, otwartym morzu (ryc. 52). Dno tego morza zasiedlały liliowce, tworzące podmorskie łąki. Preferowały one czyste, spokojne akweny. W czasie sztormów liliowce ulegały zniszczeniu a z ich małych, okrągłych fragmentów zwanych trochitami, powstały wapienie krynoidowe. Nazwa skały pochodzi od łacińskiej nazwy liliowców – Crinoidea. Z biegiem czasu zbiornik morski spłycał się i wzrastała energia wód. W strefie silnego falowania powstały onkoidy a w nieco spokojniejszych obszarach morza – ooidy. Zanikanie morza postępowało a do izolowanego akwenu rzeki znosiły materiał z łądu świętokrzyskiego, który jako wyspa istniał przez cały trias. Taki materiał, zawierający piaski, muły i ily, nazywamy terygenicznym (od łacińskiego słowa terra, oznaczającego Ziemię). Dlatego wapienie środkowego wapienia muszlowego są margliste, gdyż zawierają cząstki łu. Woda morska nie była już tak czysta, jak w czasie sedymentacji skał dolnego wapienia muszlowego, dlatego utwory środkowego wapienia muszlowego pozbawione są na ogół skamieniałości a zwłaszcza fragmentów liliowców. Inną przyczyną zaniku zwierząt morskich mogło być zwiększone zasolenie w częściowo izolowanym, wysychającym basenie morskim. Pod koniec anizyku basen Morza Germańskiego został tektonicznie przebudowany i pogłębiony. Następstwem tej przebudowy była transgresja morska na granicy anizyku i lądynu (ryc. 1), podczas której wody z południowego oceanu Tetydy przedarły się przez tzw. bramę wschodniokarpacką i utworzyły na terenie Polski morze. W basenie tym powstały wapienie z muszlami małży Entolium discites, w obrębie których przebiega granica między środkowym i górnym wapieniem muszlowym. Niepokój tektoniczny utrzymywał się jeszcze we wczesnym lądynie, podczas sedymentacji warstw ceratytowych (górną wapień muszlowy; ryc. 1). Z nim związane było powstanie zarówno warstwy bulastej, osuwiska pomorskiego jak również struktur pogrążowych w cienkolaminowanych wapieniach, kończących profil wapienia muszlowego w tym odsłonięciu.



**Ryc. 52.** Mapa paleogeograficzna świata w środkowym triasie, sprzed 245 mln lat z zaznaczonym położeniem obszaru (czerwony punkt), na którym znajduje się obecnie kamieniołom Doły Opacie (Scotese C.R., 2014. Atlas of Permo-Triassic Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), Maps 43 - 52, Volumes 3 & 4 of the PALEO-MAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL).

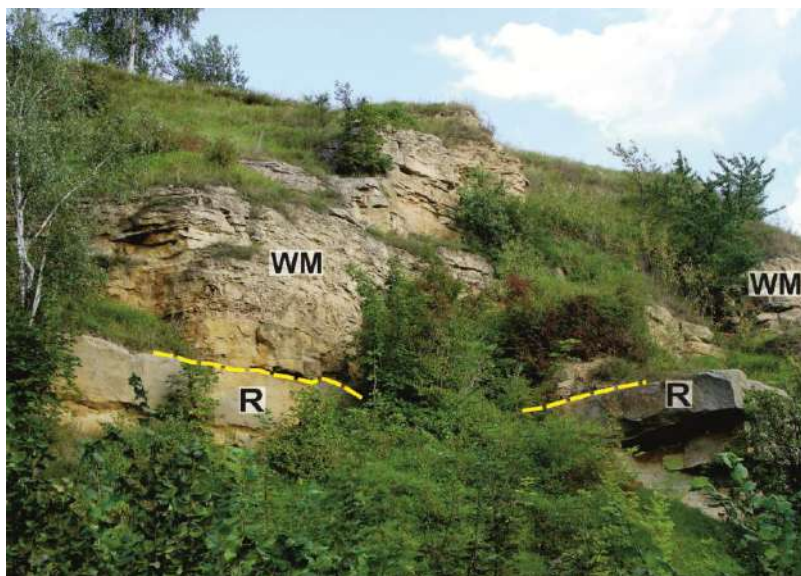
## Kamieniołom w piaskowców retu Doły Biskupie

*Lokalizacja: 50°58'00,32"N / 21°13'24,01"E - 50°57'57,38"N / 21°13'26,12"E; wejście do kamieniołomu znajduje się w odległości 140 m od tablicy przy Przystankach 3 i 4 ścieżki; na zakręcie szosy do Prawęcina należy skręcić w lewo na wschód i przejść zadrzewiony odcinek drogi nieutwardzonej długości 70 m*

W rozległym kamieniołomie, którego północna ściana, długości 100 m, jest pomnikiem przyrody nieożywionej i podlega ochronie, odsłaniają się znane już nam piaskowce retu i wapień oraz dolomity wapienia muszlowego (ryc. 53).

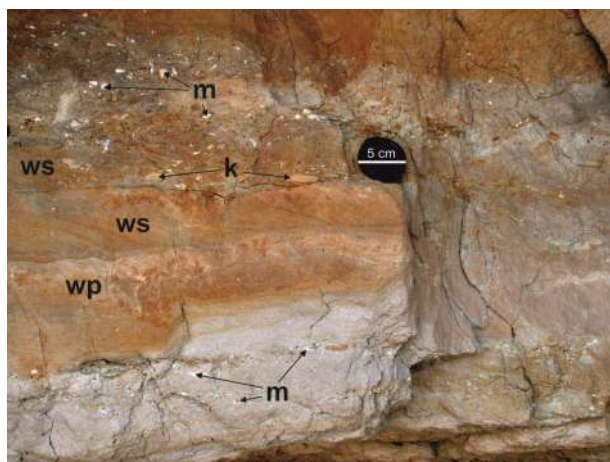
W przeciwieństwie do kamieniołomu w Witulinie, możemy tu podejść do skał, aby sie z nimi bliżej zapoznać.





Ryc. 53. Odślonięcie piaskowców retu warstw z Krynek R) oraz utworów wapienia muszlowego (WM) w północnej ścianie kamieniołomu Doły Biskupie, która stanowi pomnik przyrody nieżywionej (fot. W. Trela)

W piaskowcach kompleksu górnego retu, tuż poniżej granicy z wapieniem muszlowym, możemy zobaczyć nie tylko poziome i przekątne warstwowanie, ale także pokruszone skorupki małży, w tym *Costatoria costata* (ryc. 54, 55). Cechy te świadczą, że sedymentacja piaskowców następowała w strefie brzegowej zbiornika morskiego, w wysoko energetycznym środowisku.



Ryc. 54. Piaskowiec retu z pokruszonymi fragmentami muszli (m), klastami mułowca (k) oraz warstwowaniem poziomym (wp) i przekątnym nazywanym też skośnym (ws). Rdzawe zabarwienie pochodzi od tlenków żelaza (fot. W. Trela)



Ryc. 55. Zestawy lamin warstwowych przekątnie w piaskowcu. Struktury zostały uwidocznione dzięki wietrzeniu skały (fot. W. Trela)

W środkowej części ściany kamieniołomu odsłania się warstwa piaskowca z pięknymi riplemarkami, tworzącymi pofalowaną powierzchnię. Warstwa leżąca wyżej została natomiast zniszczona przez silny prąd wody, który przyniósł materiał gruboziarnisty. Z tego materiału, w procesie lityfikacji, powstał zlepieńiec (ryc. 56). Miejscami w piaskowcu dochodziło do koncentracji tlenków żelaza i tworzyły się piaskowce żelaziste (ryc. 57).

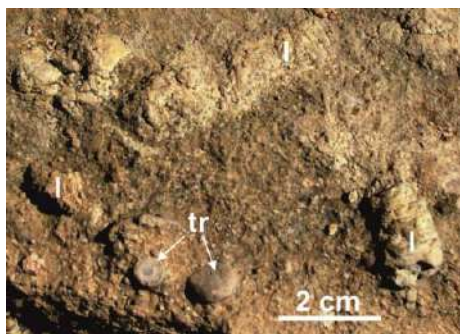


Ryc. 56. Fragment górnej części warstw z Krynek z widocznymi riplemarkami (r), tworzącymi falistą powierzchnię stropu warstwy poniżej młotka, a także z powierzchnią erozyjną (pe) w stropie warstwy nad młotkiem oraz zlepieńcem (z) (fot. W. Trela)

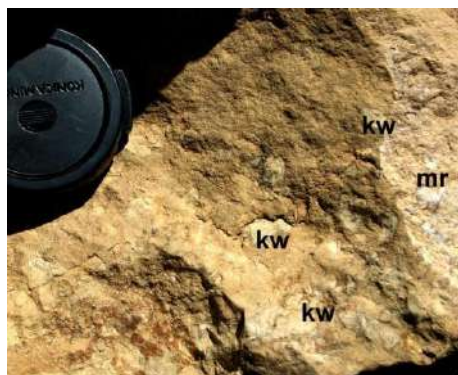


Ryc. 57. Piaskowiec żelazisty  
(fot. A. Fijałkowska-Mader)

Dolny wapień muszlowy wykształcony jest jako wapień organogeniczne z licznymi skamieniałościami, głównie fragmentami łodyg liliowców (ryc. 58). W wapieniach środkowego wapienia muszlowego spotkać można klasty wapieni i pokruszonych stromatolitów oraz pojedyncze muszle małży i ramienionogów (ryc. 59).



Ryc. 58. Wapień organodetrytyczny dolnego wapienia muszlowego z fragmentami łodyg liliowców (l) i trochitami (tr)  
(fot. W. Trela)



Ryc. 59. Wapień środkowego wapienia muszlowego z klastami wapiennymi (kw) i pojedynczymi muszlami ramienionogów (mr)  
(fot. W. Trela)

Osady górnego wapienia muszlowego wykształcone są w postaci laminitów glonowych (ryc. 60), będących skamieniałymi matami glonowymi, i cienkoławicowych wapieni dolomitycznych z wkładkami iłwców, które kończą profil triasu w kamieniołomie. Nad nimi leży gruba pokrywa znacznie młodszego, liczącego zaledwie kilkanaście tysięcy lat lessu. Lessy zostaną one dokładniej omówione na Przystanku 5 ścieżki.



Ryc. 60. Laminit glonowy, którego warstewki zostały wypreparowane ze skały na skutek selektywnego wietrzenia (fot. W. Trela)



Ryc. 61. Cienkoławicowe wapienie dolomityczne z przeławiczeniami iłwców, kończące profil wapienia muszlowego i jednocześnie triasu w kamieniołomie Doły Biskupie (fot. W. Trela)

#### Przystanek 4: Historia kamieniarstwa w Dołach Biskupich

*Lokalizacja: 50°58'05,16"N / 21°13'22,10"E; wracamy do Przystanku 3, obok którego znajduje się tablica Przystanku 4 ścieżki*

Znajdujemy się w miejscu, gdzie w XIX w. dziadek Witolda Gombrowicza – Ignacy Kotkowski założył w 1895 roku Kopalnię Piaskowca i Fabrykę WYROBÓW Kamieniarskich „Doły i Świącie”. Pozostałością po niej jest budynek tzw. Dyrektorówki (ryc. 62), gdzie mieścił się zarząd fabryki i gdzie I. Kotkowski mieszkał wraz z rodziną. Natomiast budynek półokrągłego sklepionego garażu stanowi ocalałą część warsztatu kamieniarskiego.



a



b

Ryc. 62. Budynek tzw. Dyrektorówki stanowiący pozostałość Kopalni Piaskowca i Fabryki WYROBÓW Kamieniarskich „Doły i Świącie”; a – stan z lat 80. ubiegłego wieku (ze zbiorów P. Gawrona), b – stan obecny (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Początki wydobywania kamienia w Dołach Biskupich sięgają w XVII w. i są związane z osobą kamieniarza Mathiasa Najnobla, Niemca, który przyjechał do Kunowa i ok. 1620 r. wydobywał kamień w łomach kunowskich i dołskich. Eksploatacja miała miejsce najprawdopodobniej na terenie obecnego kamieniołomu „Doły Biskupie”, którego wielkość może wskazywać na kilkusetletnie funkcjonowanie. Nie jest jednak wykluczone, że kamień pozyskiwano także w małych łomkach, po których nie ma już śladu.

W budowlach pochodzących z tego okresu możemy znaleźć elementy kamienne wykonane z piaskowców dołskich. Tak bowiem są nazywane w języku kamieniarskim piaskowce retu warstw z Krynek, występujące na terenie dzisiejszych Dołów Biskupich. Z piaskowców tych wykonano elementy architektoniczne użyte m.in. przy budowie pałacu w Wilanowie, zamku Ostrogskich w Warszawie czy kościoła pw. św. Karola Boromeusza na Karczówce w Kielcach (1628 r.) (ryc. 63, 64). Były to głównie portale drzwi, obramowania okien, gzymsy a także płyty i bloczki, wykorzystywane w murach budowli. Piaskowce kunowskie miały też być wykorzystane przy przebudowie sukienicy w Krakowie.



Ryc. 63. Portal wykonany z piaskowca dołskiego w kościele pw. św. Karola Boromeusza w Kielcach (fot. Z. Złonkiewicz)



Ryc. 64. Woluta – element w kształcie ślimaka, wykonany z piaskowca dołskiego w kościele pw. św. Karola Boromeusza w Kielcach (fot. Z. Złonkiewicz)



W lustracji klucza kunowskiego<sup>2</sup> z 1789 r., która zawiera wnioski po kontroli dóbr biskupstwa krakowskiego, figuruje zapis o „górach kamiennych” w „bliskości samego miasta” (Kunowa). „Łupanie” tych gór przypisane jest mieszkańcom kunowskim. Pomimo dokładnego opisu wsi Doły oraz różnych jej powinności, nie ma w niej informacji o istnieniu kamieniołomu ani jakichkolwiek istniejących obiektach murowanych z kamienia. Nie zmienia to faktu, że w XVIII wieku miał miejsce wzrost produkcji wyrobów kamieniarskich wykonanych z piaskowców dolskich. Poza obiektami sakralnymi (np. elewacja bazyliki pw. Trójcy Świętej i sanktuarium Relikwii Drzewa Krzyża Świętego na Łysej Górze – ryc. 65, czy brama na cmentarz przy kościele św. Boromeusza w Kielcach – ryc. 66) piaskowce te stosowano także w budowlach świeckich, na przykład w elementach bramy wjazdowej do Pałacu Potockich w Warszawie.



Ryc. 65. Wschodnia elewacja bazyliki na Świętym Krzyżu, zawierająca blocki wykonane z piaskowca dolskiego (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 66. Późnobarokowa brama prowadząca na cmentarz przy kościele pw. św. Karola Boromeusza w Kielcach (fot. Z. Złonkiewicz)

W roku 1809 do Dołów przybył Stefan Ulrych, który wydzierżawił grunty wokół istniejącego młyna i wystawił nowy młyn w roku 1817. Na planie gruntów należących do młyna z roku 1818 do opisu prawego brzegu rzeki Świśliny użyto określenia Góry Skaliste, co wówczas oznaczało nie tyle obecność wychodni skalnych, ale obszar dobowania kamienia. Z punktu widzenia rozwoju kamieniarstwa okres ten jest istotny, gdyż w wyniku inwestycji Stefana Ulrycha a następnie działalności jego syna Józefa, wyodrębniła się osada, do której – już za sprawą działalności gospodarczej Ignacego Kotkowskiego – przylgnęła nazwa Osada Młynarska Doły. To tu odnotowane zostały pierwsze murowane zabudowania w Dołach, należące do Jana Ulrycha (wnuka Stefana), na które

<sup>2</sup> Dobra biskupów stanowiły klucze, czyli określone obszary, na których prowadzono działalność gospodarczą a dochód z niej był przeznaczony na potrzeby biskupa i jego diecezji. Centrum klucza kunowskiego, istniejącego od XIV do XVIII w., było miasto Kunów, gdzie mieścił się dwór biskupi.



składały się: dom mieszkalny murowany, kryty gontem, częściowo murowany młyn oraz stodoła murowana „z kamienia na wapno”. Tak dawniej określano skały węglanowe, głównie wapienie, z których można było wypalać wapno.

Pierwsze szczegółowe informacje dotyczące kamieniołomu w Dołach Biskupich pochodzą z początku XIX w. W świetle dokumentów wydobycie piaskowca sięga co najmniej 1824 r. Obok informacji dotyczących zagranicznych, warszawskich i miejscowych kamieniarzy miasta Kunowa, łamiących kamienie ciosowe w górach Ekonomii Kunów, a niepłacących od roku 1819 czynszu, pojawia się wzmianka o inicjatywie kamieniarza Czerwińskiego, w której czytamy: „że kamieniarz Czerwiński na mocy kontraktu z inspektorem W. Urbańskim zawartego na gruncie wsi Doły do Ekonomii Kunów należącym, pomiędzy gruntami włościańskimi w samych nieużytkach kamienie łamie i do rzeki Kamiennej na murowanie śluz dostarcza”. Inicjatywa ta spotkała się z reakcją rządcy Ekonomii Kunowskiej Jana Szemrawskiego, który sędownie zażądał zapłaty za dobowany surowiec oraz utrudniał dostarczanie kamienia dla „robót rządowych”, co zagroziło przerwami w regularnych dostawach i opóźnieniami w zakrojonych na szeroką skalę pracach. „Murowanie śluz” było inwestycją w ramach budowy kombinatu metalurgicznego, wchodzącego w skład Staropolskiego Okręgu Przemysłowego (ryc. 67, 68). Projektodawcą tej rządowej inwestycji, realizowanej w dolinie Kamiennej od Starachowic po Nietulisko, był Stanisław Staszic. W zaistniałej sytuacji W. Urbański, który był wówczas Inspektorem Generalnym Budowli Wodnych w Królestwie Polskim, zwrócił się bezpośrednio do Komisji Rządowej Przychodów i Skarbu, by wyłączyć kopalnie we wsi Doły spod żądanych opłat i Ekonomii Kunowskiej oraz przekazać pod jego bezpośredni zarząd aż do zakończenia robót nad rzeką Kamienną.



Ryc. 67. Pozostałości XIX-wiecznej śluzi zwanej „jazem ulgi”, odprowadzającej nadmiar wody ze Świśliny, w ramach wybudowanej z piaskowców dolskich inwestycji S. Staszica (fot. P. Gawron)



Ryc. 68. Ruiny XIX-wiecznej walcowni w Nietulisku Fabrycznym, stanowiącej ostatnie ogniwo staszycowskiego kombinatu metalurgicznego nad Kamienną, do budowy której wykorzystano piaskowce dolskie (fot. P. Gawron)

Oprócz obiektów zwanych potocznie staszycowskimi, z piaskowców dolskich wykonano również detale architektoniczne w rozbudowywanych w tym okresie twierdzach Dęblin i Modlin (ryc. 69).





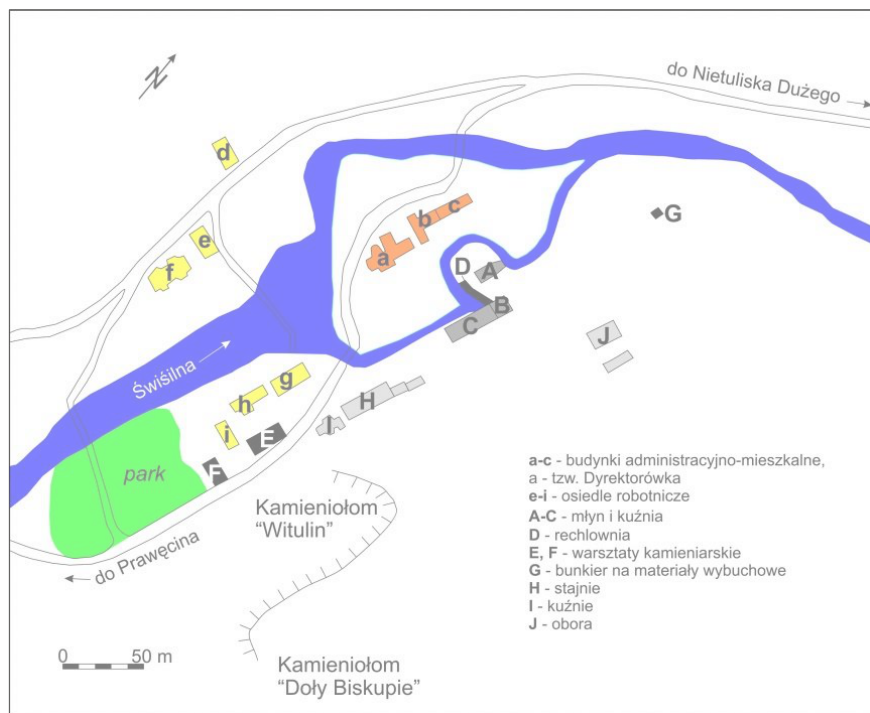
Ryc. 69. Brama Lubelska twierdzy Dęblin z kolumnami wykonanymi z piaskowców dolskich (źródło: Józef Babij, Twierdza Dęblin cytadela, Brama Lubelska 1, CC BY-SA 2.0)

Po okresie działalności S. Staszica, w połowie XIX w. przemysł kamieniarski w ośrodku kunowskim i dolinie Świśliny podupadł. Świadczy o tym relacja M. Sobieszczańskiego z 1851 r., który podróżował z Nietuliska do Boleszyna przez wsie Doły i Prawęcín i widział „góry i skały z piaskowca białego i czerwonego”, opuszczone łomy i niedokończone wyroby kamieniarskie.

Ożywienie działalności nastąpiło pod koniec XIX w. Jakościowej zmiany w dolskim kamieniarstwie dokonał Ignacy Kotkowski, który w roku 1885 nabył młyn i skupił okoliczne grunty. Niezależnie od urządzenia nowych młynów przemysłowych „wedle ostatnich ulepszeń młynarskich”, od których ukuła się nazwa Osada Młynarska Doły, prowadził eksploatację piaskowca w kamieniołomie „Doły Biskupie” z wykorzystaniem kolejki wąskotorowej do wywożenia płyt, co pozwoliło na pozyskiwanie bloków o imponujących rozmiarach. Do ich cięcia, m.in. na okazałe płyty balkonowe, używano trzech traków, a wśród obrabianego surowca był kamień miejscowy i sprowadzany z zagranicy. W 1895 r. zakład uzyskał oficjalną nazwę *Kopalnia Piaskowca i Fabryka Wyrobów Kamieniarskich „Doły i Świście”*. I. Kotkowski prowadził także eksploatację dolomitów w kamieniołomie w Dołach Opacich. Skałę tę, jako topnik, dostarczano do huty żelaza w Ostrowcu Świętokrzyskim. Rolą topnika w procesie wielopieczowym, było obniżenie temperatury topnienia rud oraz ułatwienie oddzielenia metalu od innych, zbędnych domieszek, zawartych w rudzie. Domieszki te wchodziły w skład żużła, będącego produktem ubocznym wytopu żelaza.

Wraz z rozwojem wydobywania i obróbki kamienia realizowane były inwestycje, dotyczące budowy dróg dojazdowych, mostów, pomieszczeń warsztatowych i mieszkań dla robotników (od tzw. dwójaków do ośmióraków, w których mieściły się 33 rodziny) oraz zespołu mieszkalno-administracyjnego, tzw. Dyrektorówki (ryc. 70). Na podkreślenie zasługuje poczucie estetyki I. Kotkowskiego, który założył ogród przyfabryce, stawiał fontanny i gazony na kwiaty, nakazał usypanie kopca z widokiem na piękną Dolinę Świśliny, a także planował uruchomienie szkoły rysunku dla uzdol-

nionych plastycznie pracowników, którzy mieli zajmować się również projektowaniem wyrobów z piaskowca. Po śmierci I. Kotkowskiego, spełniła się jego wola, zapisana w Księdze Hipotecznej Osady Młynarskiej „Doły”, by na wydzielonej działce, w jednym z zaadaptowanych budynków mieszkalnych na przeciwległym brzegu Świśliny uruchomić szkołę powszechną.



Ryc.70. Plan Osady Młynarskiej „Doły” sprzed 1911 r. (wg Adamczyka 1982, zmieniony)

Okres największego rozwoju fabryki przypada na przełom XIX i XX w. Z tutejszego surowca wykonywano rzeźbione okna, drzwi, gzymsy, np. do kościoła pw. WNMP w Sosnowcu (ryc. 71), małą architekturę sakralną (ryc. 72-74), detale bram (m.in. bramy wjazdowej do Pałacu Potockich w Warszawie), postumenty pomników, ogrodowe stoliki, ławeczki, posadzki itp. Elementy wykonane z piaskowców dolskich spotkać można nie tylko w Polsce, ale też w Rosji w Sankt Petersburgu i Odessie na Ukrainie.



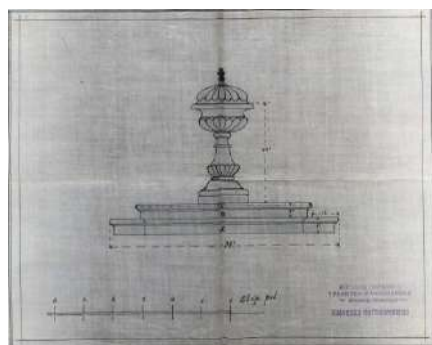


a

Ryc. 71. Katedra pw. WNMP w Sosnowcu (a); portal drzwi bocznych (b) (fot. T. Chmura)



b



Ryc.72. Projekt chrzcielnicy dla kościoła w Jedlińsku wykonany w Kopalni Piaskowca i Fabryce Kamieniarskiej Ignacego Kotkowskiego w Dołach Biskupich na przełomie XIX i XX w. (ze zbiorów Z. Tyczyńskiego)



a



b

Ryc. 73. Krzyż wykonany w zakładach I. Kotkowskiego na przełomie XIX i XX w. (a), postawiony nad rzeką w ich pobliżu (fot. J. Jędrzychowski); b – powiększony element z wieńcem liści dębowych (fot. P. Gawron). Uwagę zwraca fakt, że nie ma na nim żadnych inskrypcji. Może właśnie dlatego z krzyżem tym związane są lokalne podania, mówiące że został postawiony aby odganiać złe moce, czyhające na ludzi nad wodami Świśliny lub, iż stanowi wotum dziękczynne za uratowanie od utonięcia Jana Gombrowicza podczas powodzi, jaka dotknęła Doły Biskupie w 1903 r. Nie można też wykluczyć hipotezy, że krzyż stanowił formę swoistej reklamy fabryki, ukazując jej kamieniarski kunszt



a



b



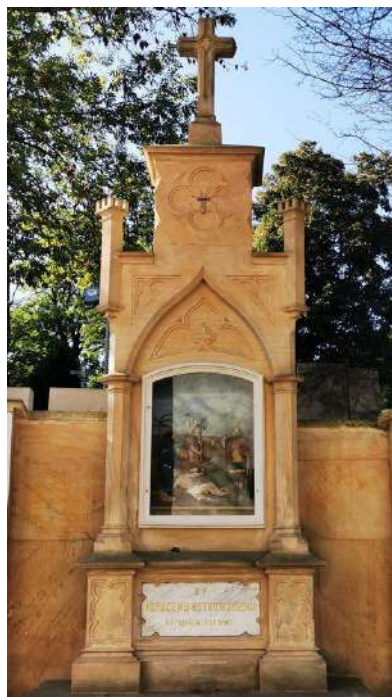
c

Ryc. 74. Stacja drogi krzyżowej przy kościele w Kunowie (a), wykonana w fabryce Kotkowskiego w XIX w. z tablicą pamiątkową wykutą w marmurze w 1990 r. (c); b – powiększona, dekoracyjna głowica kolumny (fot. P. Gawron)

W „Księdze adresowej przemysłu fabrycznego w Królestwie Polskiem na rok 1904” odnotowano, że w 1903 r. w okolicy Dołów działały cztery kamieniołomy:

- „Doły-Biskupie” – kopalnia dolomitu, właściciel: Kotkowski, wydobyte (roczne): 700 sążni kubicznych (1 sążeń = 1,787 m a kubiczny znaczy sześcienny, czyli 1251 m<sup>3</sup>), zatrudnienie: 14 robotników;
- „Biskupie-Doły” – kopalnia piaskowca, właściciel: Kotkowski, wydobyte: 37 sążni kubicznych (66 m<sup>3</sup>), zatrudnienie: 45 robotników;
- „Doły-Biskupie” – kopalnia białego piaskowca, właściciel: Majsterkiewicz, wydobyte: 4 sążnie kubiczne (7,2 m<sup>3</sup>), zatrudnienie: 2 robotników;
- „Doły”, kamieniołomy, właściciel: I. Szulim, wydobyte: 1 sążeń kubiczny (1,787 m<sup>3</sup>) *wapieniaka* (stare określenie skał, z których wypalano wapno, były to głównie wapienie i margle), zatrudnienie: 2 osoby.

Po śmierci I. Kotkowskiego w latach 1903-10 fabryka funkcjonowała pod nazwą „Jan Pękoślawski i S-ka”. Od roku 1907 r. jej współwłaścicielem był m.in. Jan Gombrowicz – ojciec Witolda. Siedziba zarządu fabryki mieściła się w Warszawie przy ul. Żurawiej 33, a zakład kamieniarski posiadał filię w Warszawie przy ul. Młocińskiej 5. Według oświadczenia właścicieli prowadzono wydobyte i obróbkę piaskowca, marmuru oraz granitu (dwa ostatnie rodzaje surowca były sprowadzane), produkując wyroby kamieniarskie, budowlane i artystyczne. W uznaniu zasług I. Kotkowskiego dla rozwoju przemysłu kamieniarskiego w Witulinie, ufundowano płytą pamiątkową, umieszczoną w stacji drogi krzyżowej przy kościele w Kunowie (ryc. 75).



Ryc. 75. Stacja drogi krzyżowej przy kościele w Kunowie, wykonana z dolnojurańskiego piaskowca kunowskiego, z tablicą pamiątkową, wykuta w marmurze, poświęconą I. Kotkowskiemu (fot. P. Gawron)

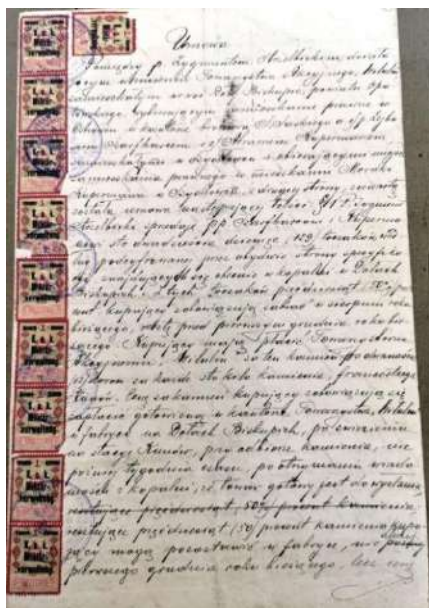
W latach 1907-10 w kamieniołomie i warsztacie kamieniarskim w Dołach Biskupich pracowało około 100 robotników. Do napędu urządzeń wykorzystywano energię wodną Świśliny. W roku 1905 fabryka zatrudniała 100 robotników i była wyposażona w „motor wodny” o sile 10 KM. W murowanym budynku tzw. rechlowni znajdował się warsztat, w którym szlifowano marmur, natomiast cięcie bloków odbywało się w drewnianej szopie na podmurówce. W okresie tym z piaskowców dolskich został wybudowany monumentalny budynek rosyjskiego Banku Państwa (późniejszy Bank Polski) na ul. Bielańskiej w Warszawie (ryc. 76).



Ryc. 76. Gmach Banku Państwa na ul. Bielańskiej w Warszawie (źródło: nieznanu/uknown, Public domain, via Wikimedia Common)

Mimo, iż Gombrowiczowie, po konflikcie z Kotkowskimi, przenieśli się na stałe do Warszawy, Jan Gombrowicz postanowił uruchomić na terenie zakładów kamieniarskich w Dołach Biskupich fabrykę tektury. W tym celu założył jeszcze w 1911 r. Towarzystwo Akcyjne „Witulin”, któremu nazwę nadał na cześć swego najmłodszego syna Witolda. Wraz z nowym przedsięwzięciem zamierzał ograniczać, a docelowo zlikwidować warsztaty kamieniarskie. Wobec samego kamieniołomu takich zamiarów nie miał (ryc. 76). W tym czasie mogło też powstać południowe wyrobisko kamieniołomu nazwanego przez autorów *Przewodnika* Witulin. Zdaje się ono być młodsze od kamieniołomu Doły Biskupie. Natomiast wyrobisko północne kamieniołomu Witulin, sądząc po wieku rosnących w nim drzew, powstało najpóźniej, po II wojnie światowej.





Ryc. 76. Umowa sprzedaży toczaków, czyli kamiennych kręgów ściernych wykorzystywanych głównie jako żarna w młynach, przez Towarzystwo Akcyjne „Witulin” z 1912 r. (ze zbiorów P. Gawrona)



Zniechęceni zniszczeniami po wojnie światowej, Gombrowiczowie wycofali się ze spółki „Witulin”. Ze względu na wstrzymanie wszelkich prac budowlanych nie prowadzono eksploatacji kamienia. Dopiero listopadzie 1918 r. zakłady kamienniarskie działające w ramach spółki „Witulin” wykonały 4560 pudów, czyli 74,7 tony (pud – dawna rosyjska jednostka wagowa odpowiadająca 16,38 kg) toczaków na zamówienie. Na planie sytuacyjnym zakładów przemysłowych Towarzystwa Akcyjnego „Witulin” z 1921 r. widoczny jest tor kolejki, prowadzący z kamieniołomu Doły Biskupie przez park i most na Świślinie, zbudowany powyżej jazu, a następnie biegnący wzdłuż drogi do Nietuliska. Nie dochodził on jednak, jak pierwotnie planowano, do stacji kolei normalnotorowej w Stawie Kunowskim, położonej w dolinie Kamiennej. Ten brakujący odcinek torów został zbudowany później, podczas II wojny światowej.

Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości najstarszy syn Jana Gombrowicza, Janusz, który był współzałożycielem spółki „Kopalnie Dolomitu Zagnańsk – Doły”, nadzorował wydobycie tego surowca w kamieniołomie w Dołach Opacich. Na początku lat 20. ubiegłego wieku firmę pod nazwą „Dolskie Kamieniołomy” otworzył Bolesław Terpiłowski. Jego dom obok kamieniołomu Doły Biskupie istnieje dotąd (mieszka tam jego syn Mirosław) a na słupach bramy, wykonanych z piaskowca dolskiego, widnieje data 1926.

Z większych inwestycji lat 20., w których użyto piaskowców dolskich, wymienić należy, dom „Pod Orłami” na ul. Jasnej w Warszawie (ryc. 78), elewację gmachu Biblioteki Jagiellońskiej (ryc. 79) i prawdopodobnie cokolwiek głównego budynku Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.





a



b

Ryc. 79. Dom „Pod Orłami” przy ul. Jasnej w Warszawie (a), wraz z tablicą na budynku informującą o jego powstaniu oraz fragmentem pierwotnej okładziny ściany, wykonanej z piaskowca dolskiego i późniejsze uzupełnienia z innych rodzajów piaskowca (c) (fot. P. Derkowski)



c



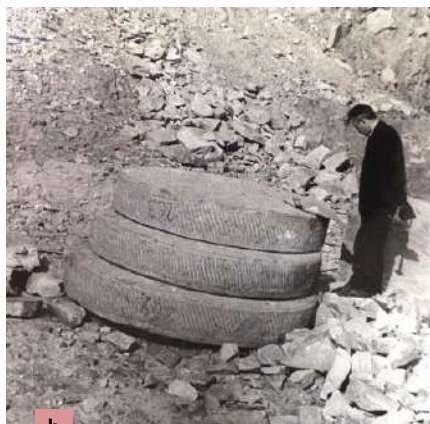
Ryc. 78. Elewacja budynku Biblioteki Jagiellońskiej przy al. Mickiewicza w Krakowie, wykonana z piaskowca dolskiego (fot. J. Urban)

W 1922 r. na mocy postanowienia Ministrów Handlu, Przemysłu i Skarbu zmieniony został statut spółki, która przyjęła nazwę Zakłady Przemysłowe „Witulini” Spółka Akcyjna, utrzymując obok garbarni, młynów i tekturowni kamieniołomy piaskowca. W roku 1926 produkcja wyniosła 10 000 m<sup>3</sup> piaskowca. Przy jego wydobyciu zatrudnionych było 10 robotników. Piaskowiec z Dołków Biskupich stosowany był w okresie międzywojennym, m.in. jako materiał na tarcze dla fabryki amunicji w Skarżysku. Wielki kryzys ekonomiczny początku lat 30. ubiegłego wieku zmusił zarząd spółki do wstrzymania produkcji i sprzedaży części jej majątku. Być może wówczas zostały wyłączone z zakresu działalności fabryki kamieniołomy, gdyż na planach zakładu sprzed 1949 roku żaden z budynków nie pełnił roli związanej z ich eksploatacją.

Odbudowa kraju po zniszczeniach wojennych i zwiększone zapotrzebowanie na surowce dla przemysłu budowlanego spowodowały wznowienie eksploatacji zarówno piaskowców retu w Dołach Biskupich jak i dolomitów środkowego dewonu w kamieniołomie Doły Opacie, który administracyjnie należy do miejscowości Doły Biskupie.

W połowie lat 50. ubiegłego wieku otworzono nowy kamieniołom Doły Biskupie na lewym, zachodnim brzegu Świśliny (ryc. 80). Obecnie jest on całkowicie zrehabilitowany. Był on administrowany przez Zakład Wydobycia i Obróbki Piaskowca w Nietulisku wchodzący w skład

Szydłowiecko-Kunowskich Zakładów Kamienia Budowlanego w Radomiu. Kamieniołom miał charakter stokowy, a jego zasoby szacowano na 69 300 m<sup>3</sup> surowca. Ówczesna wysokość eksploatowanych ścian dochodziła do 8 m, a pozyskiwany piaskowiec wykorzystywany był do celów budowlanych (elementy, bloki, płyty okładzinowe), przemysłowych (kamienie ścierne – toczydła – ryc. 80a) oraz drogowych (krawężniki i płyty chodnikowe). Plan wydobywania na rok 1956 zakładał pozyskanie 600 m<sup>3</sup> bloków piaskowcowych oraz 3000 m<sup>3</sup> kamienia typu mural, czyli płyt okładzinowych o surowej, nieszlifowanej powierzchni. Pracująca na jedną zmianę załoga liczyła 14 osób. Warstwa ziemi nad złożem, tzw. skrywka, usuwana była za pomocą spychacza typu „Staliniec”, natomiast zwierzelina skalna – ręcznie, z użyciem klinów, młotów i kilofów. Ręcznie eksploatowano także złożo, wkładając w wykute otwory kliny, które pobijane odpajały bloki od calizny. Nie prowadzono robót strażowych aby nie spowodować spękania warstw piaskowca. Odcięte bloki odsuwano od przodka roboczego, najpierw za pomocą żelaznych drągów a następnie ręcznej windy, gdyż kamieniołom nie posiadał dostępu do energii elektrycznej. Pracownicy mieli do dyspozycji także dwie ręczne wyciągarki. Pozyskany kamień urabiano ręcznie. Torów, wózków kopalnianych oraz traków kamieniołom nie posiadał. W razie większego zapotrzebowania na płyty okładzinowe, bloki skalne przewożono do Nietuliska, gdzie mieścił się duży zakład obróbki kamienia. Toczydła produkowane były na miejscu z użyciem dłut i młotków. Kamieniołom zamknięto w 1968 r.



Ryc. 80. Nowy kamieniołom Doły Biskupie, w którym w latach 50. ubiegłego wieku wydobywano piaskowce warstw z Krynek (a) i produkowano toczydła przemysłowe (b). Zdjęcia pochodzą z opracowania z 1958 r. pt. *Opinia geologiczna w sprawie rozbudowy kamieniołomu „Doły Biskupie” k/Nietuliska*

W okresie powojennym funkcjonowało także wspomniane już wyrobisko północne kamieniołomu „Witulina”, ale na jego temat nie zachowały się żadne informacje.

Najdłużej, bo do 1984 r., pracował kamieniołom dolomitu Doły Opacie, ale niewiele wiemy o jego początkach. Mogły być one związane z I. Kotkowskim. Według informacji ustnej, pochodzącej od mieszkańca Dołów Biskupich, którego ojciec pracował w czasie okupacji w tym kamieniołomie, wydobywanie dolomitu rozpoczęli Niemcy w czasie II wojny światowej (ok. 1942 r.). Otworzyli dwa kamieniołomy stokowe na lewym i prawym brzegu Świśliny. Kamieniołom zachodni okazał się nierentowny, ze względu na silne spękanie skał oraz duży udział płonnych wkladek mułowcowych i został zamknięty. Przez całą okupację eksploatacja odbywała się w kamieniołomie wschodnim. Bloki dolomitu głównie rozdrabniano na kruszywo drogowe, które wagonikami kolejki wąskotoro-

wej było transportowane do stacji kolei normalnotorowej w Stawie Kunowskim. W okresie od 1944 r. do 1954 r. kamieniołom był nieczynny. W 1955 r. przejęła go i wznowiła wydobycie Robotnicza Spółdzielnia Pracy – Eksploatacja Surowców Mineralnych w Skarżysku Kamiennej. Później właścicielem kamieniołomu zostały Państwowe Zakłady Dróg Lokalnych w Starachowicach. Od 1977 r. użytkowała go Spółdzielnia Mieszkaniowa w Starachowicach, produkując kruszywo dla budownictwa (w 1980 r. było to 25 ton). Od 1982 r. do jego zamknięcia kamieniołom należał do Spółdzielni Mieszkaniowo-Lokatorsko-Własnościowej „Wanacja” w Starachowicach.

Historia kamieniarstwa w dolinie Świśliny miała jeszcze dwa wątki. Jeden dotyczył czerwonych piaskowców formacji z Wiórz, które były wydobywane w małych łomach po obu stronach doliny, na wysokości obecnej zapory Zbiornika Wióry i poniżej jej. Autorom *Przewodnika*, niestety nie udało się dotrzeć do żadnych informacji na ten temat. Wiadomo natomiast, że znaczna część tych piaskowców, pozyskanych podczas głębenia Zbiornika Wióry, została wykorzystana do budowy sanktuarium maryjnego w Kałkowie-Godowie, a także do umocnienia brzegów doliny przy zaporze.

Drugi wątek związany jest z wydobyciem piaskowców warstw zagórzańskich dolnego dewonu w dolince nazwanej przez autorów *Przewodnika* Wąwozem Zachodnim a przez P. Filonowicza – Doliną Godowską. Na jej zachodnim krańcu widoczne są pozostałości małego, stokowego łomu, o którym niewiele wiadomo, poza tym, że nie pracował już na początku lat 60. ubiegłego wieku. Ciekawsza historia dotyczy wykucia 150-metrowej sztolni w północnym brzegu wąwozu nieopodal łomu na przełomie lat 50. i 60. ubiegłego wieku w celu wykonania dokumentacji złoża piaskowców kwarcytowych dolnego dewonu dla zakładów produkujących szkło żaroodporne. Okazało się, że niezbyt grube warstwy silnie spękanych piaskowców są gęsto przeławiczone miększymi wkładkami ilów i mułowców, z którego to powodu eksploatacji nie rozpoczęto. Dla geologów powstanie tej sztolni było bardzo ważne, gdyż pozwoliło na dokładne poznanie budowy fałdu godowskiego. Sztolnia bowiem przechodziła dokładnie przez jego strefę osiową. Z biegiem czasu wejście do sztolni zacisnęło się, kończąc tę historię.

Podsumowując, historia rozwoju gospodarczego dolnego odcinka doliny Świśliny jest nierozdzielnie związana z wydobyciem i obróbką występujących tu surowców skalnych a pamięć o dołskich kamieniarzach została utrwalona w formie stacji drogi krzyżowej oraz dwóch kapliczek – starszej, przy kościele w Kunowie (ryc. 81) i współczesnej, górującej nad południowym wyrobiskiem kamieniołomu Witulin (ryc. 82).



Ryc. 81. Kapliczka św. Barbary przy wejściu do kościoła w Kunowie, wykonana z piaskowca dołskiego (fot. P. Gawron)



Ryc. 82. Rzeźba Matki Boskiej wykonana z wapienia pińczowskiego przez Władysława Gałkę (a), którego ojciec pracował i zginął w dołskim kamieniołomie; b – tablica pamiątkowa na cokole rzeźby (fot. P. Gawron)

### Stanowisko III: Wąwóz skalny południowy w Nietulisku Górnym

*Lokalizacja: 50°58'17,11"N/ 21°13'45,65"E (wejście do wąwozu); w lesie na wschodnim zboczu doliny Świśliny w, ok. 440 m na zachód od posesji nr 226 w Nietulisku Górnym*

*Ze względu na strome ściany i wysokie progi skalne w jego dnie, zwiedzanie wąwozu jest możliwe jedynie w okresach bez opadów atmosferycznych i wymaga odpowiedniego obuwia.*

*Wąwóz stanowi pomnik przyrody i polega ochronie.*

Malowniczy, głęboki wąwóz o długości około 100 m rozcina zbocze doliny Świśliny, biegnąc ze wschodu na zachód. W jego stromych ścianach oraz progach w dnie odstania się około dwudziestometrowy profil geologiczny, obejmujący skały retu i wapienia muszlowego. U zachodniego wylotu wąwozu piaskowce retu tworzą próg skalny wysokości 1,5 m (ryc. 83). Wykształcone są jako gruboławicowe gruboławicowe, szarozółtawe piaskowce grubo- i średnioziarniste, miejscami z przetawieniami zlepieńców (ryc. 84). W piaskowcach widoczne są warstwowania przekątne w dużej i małej skali (ryc. 85).





Ryc. 83. Próg w dnie wąwozu, zbudowany z piaskowca warstw z Krynek (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 85. Warstwowanie przekątne w małej skali w piaskowcu warstw z Krynek (fot. A. Fijałkowska-Mader)



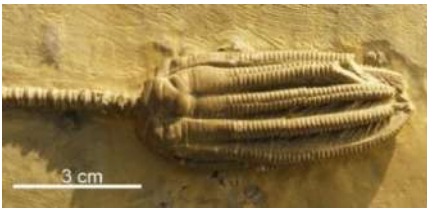
Ryc. 84. Fragment zlepieńca polimiktycznego, warstwy z Krynek (fot. K. Bieńko)

Utwory dolnego wapienia muszlowego leżą zgodnie na piaskowcach retu. Są to zróżnicowane litologicznie wapienie cienko- i średnioławicowe. Idąc w górę wąwozu, ku warstwom młodszych, widzimy żółto-szare wapienie margliste oraz szare wapienie organogeniczne z fauną liliowców *Encrinurus lilliformis* (ryc. 86, 87) i *Pentacrinus dubius*, małży (głównie z rodzajów *Lima* i *Pleuromya*), ramienionogów *Coenothyris vulgaris*, rzadziej ślimaków z rodzaju *Loxonema* (ryc. 88). Nad nimi leżą wapienie faliste (ryc. 89), zawierające skamieniałości ramienionogów, i wapienie kostkowe (ryc. 90). Oddzielność kostkowa powstaje w wyniku nałożenia się pionowych spękań na poziomą laminację. Miejscami w wapieniu falistym dostrzec można skupienia białych (ryc. 91) i żółtawych kryształów kalcytu. Pierwotnie był to inny minerał – gips (siarczan wapnia), ale w wyniku przemian chemicznych przekształcił się w kalcyt (węgiel wapnia).





Ryc. 86. Wapień organodetrytyczny, zawierający fragmenty łodygi liliowca *Encrinus lilliformis* (fot. K. Bieńko)



Ryc. 87. Skamieniały kielich z częścią łodygi liliowca *Encrinus lilliformis* (źródło: Ghedoghedo, *Encrinus lilliformis* 4, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons)



Ryc. 88. Ośródka ślimaka *Loxonema* (okaz nr OS-12 /3; fot. A. Fijałkowska-Mader)





Ryc. 89. Wapień falisty w południowej ścianie wąwozu (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 90. Wapień o oddzielności kostkowej widoczny w południowej ścianie wąwozu (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 91. Skupienie kalcytu w wapieniu powstałe przez zastąpienie pierwotnego gipsu (okaz nr OS-T7; fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 92. Wapień zbioturbowany (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Nad wapieniami falistymi i kostkowymi leżą wapienie gruzłowe. Struktura gruzłowa powstała w wyniku działalności zwierząt bezkręgowych, należących do pierścienic (podobnie jak współczesne dżdżownice), żerujących w mule. Takie zaburzenie pierwotnych struktur osadu przez organizmy nazywamy bioturbacjami. Ponad wapieniami gruzłowymi leży cienka ławica szarych wapieni krynowidowych (zbudowanych z członów liliowców), przykryta żółto-szarymi wapieniami marglistymi z ośrodkami ślimaków głównie z rodzaju *Loxonema*. Tuż przed drugim progiem skalnym odsłaniają się wapienie organogeniczne ze szczątkami małży oraz liliowców. Pod mikroskopem w wapieniach

tych można dostrzec malutkie ziarenka węglanowe o średnicy mniejszej niż 0,2 mm. Są to ooidy. Miąższość dolnego wapienia muszlowego wynosi około 6 m.

Wnikliwy obserwator zauważy, iż skały widoczne w północnej skarpie wąwozu (po lewej stronie, patrząc w górę wąwozu) różnią się od skał występujących w ścianie południowej (po stronie prawej). Wynika to z faktu, że w dnie wąwozu przebiega uskok tektoniczny o kierunku wschód-zachód, wzdłuż którego warstwy skalne są przesunięte względem siebie. Skrzydło południowe uskoku jest podniesione w stosunku do północnego skrzydła zrzuconego, dlatego w ścianie południowej widzimy skały nieco młodsze od tych w skrzydle północnym.

Środkowy wapień muszlowy wykształcony jest w postaci żółtych i ochrowych, marglistych, cienkoławicowych wapieni płytkowych, budujących drugi próg skalny (ryc. 93). Nad nimi leżą szare wapienie krystaliczne, ze skupieniami kryształów kalcytu, oraz cienka warstwa dolomitu. Ponad nią spoczywają wapienie margliste. Miąższość środkowego wapienia muszlowego wynosi około 3 m. Cechą charakterystyczną tych wapieni jest brak skamieniałości.



Ryc. 93. Próg skalny zbudowany z cienkoławicowych wapieni marglistych środkowego wapienia muszlowego. Przez próg przebiega pionowa szczelina, która w dolnej części rozszerza się w płytkie zagłębienie, powstałe w wyniku erozji powodowanej przez okresowy spływ potoku (fot. A. Fijałkowska-Mader)

Utwory górnego wapienia muszlowego mają miąższość około 7 m. Rozpoczynają się wapieniami organodetrytycznymi z fauną małży (*Entolium discites*), liliowców i ślimaków (*Loxonema obsolata*), przechodzącymi ku stropowi w wapienie margliste lub piaszczyste, przeławiczone wapieniami gruzłowymi (ryc. 94).





a

Ryc. 94. Odślonięcie skał górnego wapienia muszlowego w ścianie północnej górnego odcinka wąwozu – a (fot. A. Fijałkowska-Mader); w dolnej części występuje warstwa wapienia gruzłowego – b (fot. K. Bieńko)



b

Na wapieniu gruzłowym leżą grubofawicowe (miąższość ławic do 1 m) wapienie organodetrytyczne z bogatą fauną ramienionogów (*Coenothyris vulgaris*) – ryc. 95), małży (*Plagiostoma striatum*) – ryc. 96, *Entolium discites* – ryc. 97, *Myophoria vulgaris*, *Pecten* sp.) i ślimaków (*Chemnizia hehli*, *Laxonema obsoleta*). Budują one kolejny próg skalny. Odpowiadają one warstwom z *Pecten discites* (ryc. 1).



Ryc. 95. Muszlowiec ze szczątkami ramienionogów *Coenothyris vulgaris* (fot. K. Bieńko)



Ryc. 96. Muszle małży *Plagiostoma striatum* (fot. A. Fijałkowska-Mader)



Ryc. 97. Muszlowiec zawierający szczątki małży *Entolium discites* (okaz nr OS-2/7; fot. A. Fijałkowska-Mader)



Kompleks warstw, widoczny w ścianie północnej wąwozu, powyżej kolejnego progu skalnego, stanowi kopalne osuwisko podmorskie w obrębie cienkowarstwowych wapieni marglistych. Wyróżnia się ono zaburzoną przebiegiem warstw skalnych (ryc. 98). Deformacje te powstały w wyniku przemieszczania się niezlityfikowanej masy skalnej po skłonie basenu morskiego. Ruch mas skalnych mogły wywołać wstrząsy tektoniczne.

W przeciwległej, południowej ścianie wąwozu widoczne są cienkowarstwowe wapienie z laminacją falisto-soczewkową (ryc. 99) a miejscami z niewielkich rozmiarów strukturami pogorzowymi (ryc. 100). Wapienie te stanowią prawdopodobnie skamieniałą matę glonową (ryc. 100).



a



b

Ryc. 98. Kopalne osuwisko podmorskie w obrębie wapieni marglistych (O) widoczne w ścianie północnej górnej części wąwozu (a) (fot. E. Bąk), b – zbliżenie (fot. K. Bieńko)





Ryc. 99. Laminacja falisto-soczewkowa w wapieniu widoczna w południowej ścianie wąwozu na wysokości osuwiska (fot. K. Bienko)



Ryc. 100. Pograży (P) w warstwie laminitu wapiennego w południowej ścianie wąwozu (fot. K. Bienko)

Pograży mogły powstać albo na skutek słabych wstrząsów tektonicznych albo w wyniku różnicowanej gęstości warstw osadu. Jeżeli osad w warstwie leżącej wyżej był bardziej gęsty, to zanurzał się w niżej leżącej warstwie o mniejszej gęstości, tworząc pęcherzykowatego kształtu formy zwane pograżami.

Ostatni próg skalny zbudowany jest z wapieni złożonych głównie z muszelek ramienionogów (ryc. 101). Taką skałę nazywamy muszłowcem. Chaotyczne rozmieszczenie pokruszonych skorupki świadczy o tym, że jest to osad sztormowy. Muszłowce ramienionogowe kończą profil utworów triasowych w tym odsłonięciu.



Ryc. 101. Muszłowiec ramienionogowy budujący najwyższy próg skalny w górnej części wąwozu (fot. K. Bieńko)

Historia powstania skał odsłaniających się w wąwozie, została przedstawiona przy okazji omówienia kamieniołomu Witulin (Przystanek 3), ale należy ją uzupełnić o zdarzenia, które zapisały się w profilu skalnym wąwozu. Obecność wapieni zbioturbowanych świadczy o płytkości zbiornika morskiego. Ślady pierwotnej obecności gipsów, zastąpionych później kalcytem, wskazują, że w wodzie morskiej zanikającego – wysychającego zbiornika, dochodziło do wysokiego stężenia związków mineralnych i wytrącania się gipsów. Natomiast występowanie ooidów w stropie

profilu dolnego wapienia muszlowego informuje nas o wysokiej energii morza. Ciekawy jest również zapis zjawisk tektonicznych, jakie tu miały miejsce. Powstanie osuwiska pomorskiego czy struktur pogrążowych w laminicie wapiennym świadczy o tym, że niepokój tektoniczny, zapoczątkowany w czasie osadzania się utworów środkowego wapienia muszlowego, utrzymywał się jeszcze podczas sedymentacji osadów górnego wapienia muszlowego.

## Przystanek 5. Lessy i muły antropogeniczne w Dołach Biskupich

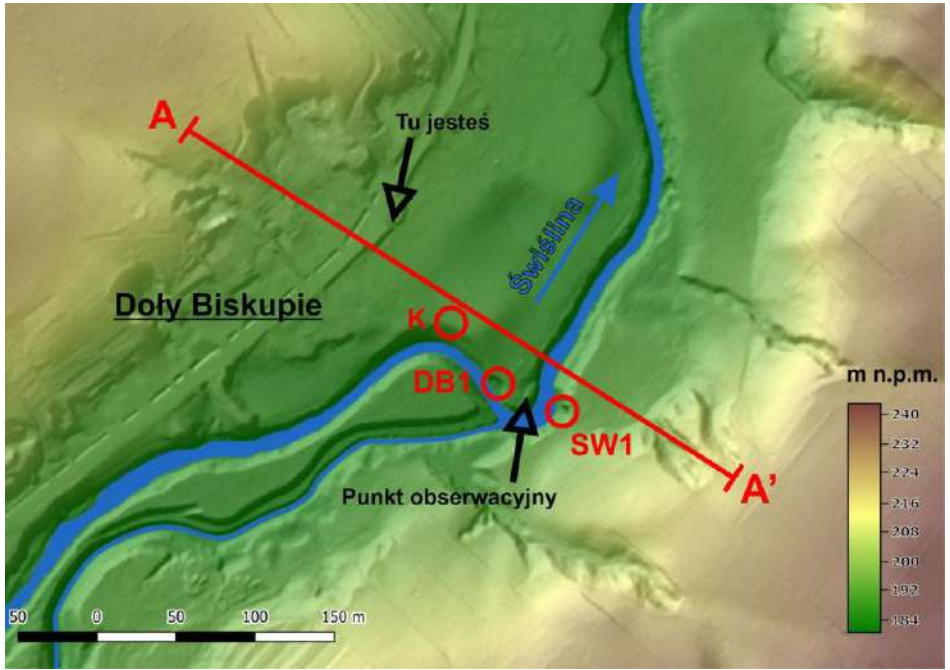
*Lokalizacja tablicy informacyjnej: 50°58'19,07"N/ 21°13'33,33"E, na początku miejscowości Doły Biskupie przy wiacie przystanku*

*Lokalizacja odsłonięcia: 50°58'15,68"N/ 21°13'38,43"E, od wiaty przystankowej idziemy 20 m na południe do ogrodzenia posesji nr 1 w Dołach Biskupich a następnie skręcamy w lewo, na wschód, w kierunku rzeki i idziemy ścieżką połą ok. 150 m; zatrzymujemy się na lewym, zachodnim brzegu rzeki i patrzymy na odsłonięcie w skarpie na przeciwnym brzegu*

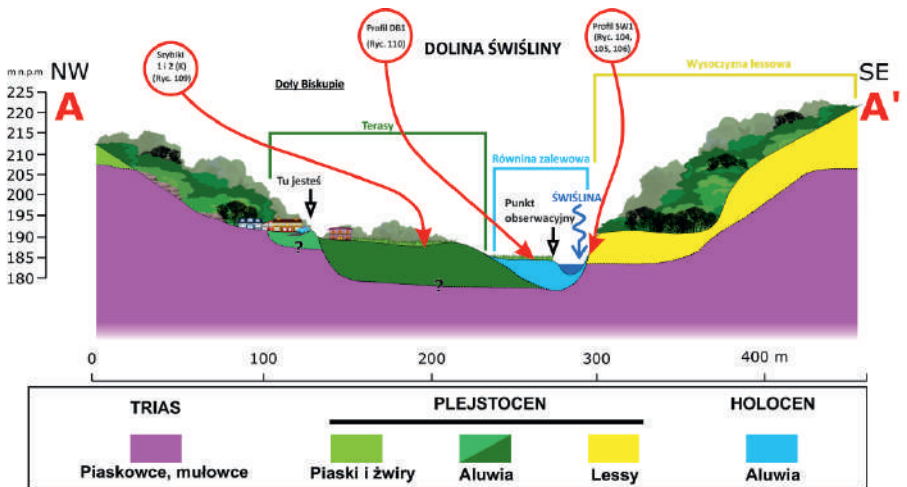
Przełomowy odcinek doliny Świśliny w miejscowości Doły Biskupie wycięty został w skałach triasu dolnego i środkowego w pliocenie-plejstocenie. Rozdziela on dwa płaty płaskiej wysoczyzny (ryc. 102). Ta paleogeńska powierzchnia zrównania, ścinająca skały triasowe, opada stromymi krawędziami o wysokości 50-60 m do doliny Świśliny. Skały te tworzą zbocza doliny rozcięte licznymi, różnowiekowymi i dolinkami erozyjnymi. W prawym zboczu wycięte jest wyraźne zrównanie, które można interpretować jako terasę skalną (wyciętą w skałach podłoża, bez osadów rzecznych) lub skalno-akumulacyjną (gdzie na ściętych skałach podłoża leżą młodsze osady rzeczne). Okrywająca wysoczyznę i zbocza mięjsza warstwa lessów maskuje głębszą budowę geologiczną i pierwotną morfologię.

Stanowisko obejmuje trzy obiekty: odsłonięcie SW1 z profilem lessów, szybiki K (szybiki 1 i 2) z profilami teras położonych 11-9 m nad poziom rzeki, oraz odsłonięcie DB1 z profilem równiny zalewowej, wzniesionej 5,5-4,5 m nad poziom rzeki (ryc. 102, 103). Terasy i równina zalewowa są zbudowane z osadów drobnoziarnistych (muły antropogeniczne), spoczywających na gruboziarnistym bruku korytowym w najniższej części aluwii.





Ryc. 102. Numeryczny Model Terenu (NMT) z lokalizacją stanowisk badawczych (SW1, DB1, K - lokalizacja szybków 1 i 2 wg Klutki, 1958) koło Dołów Biskupich (oprac. K. Żurek na podstawie danych Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) - Geoportal.gov.pl; NMT, Arkusz M-34- 43-A-b-2-4, Format ASCII XYZ GRID, w układzie PL-1992)

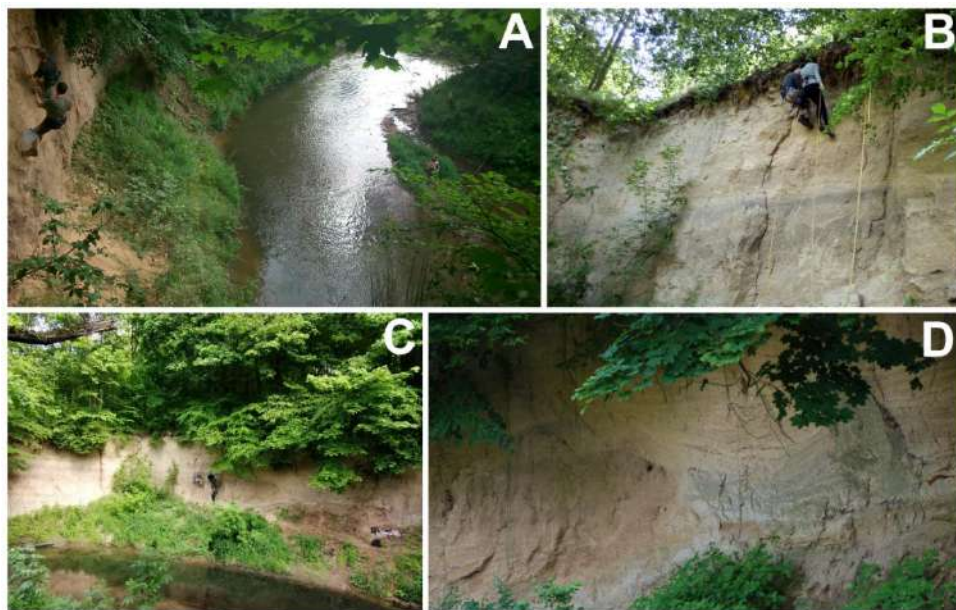


Ryc. 103. Schematyczny przekrój doliny Świśliny w miejscu, gdzie znajdują się badane stanowiska (oprac. K. Żurek, T. Kalicki)

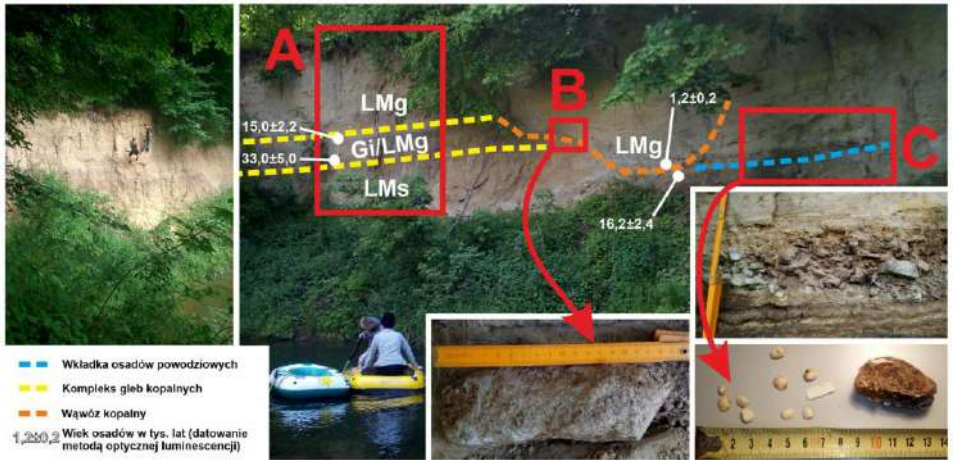
## Odstonięcie SW1

Odstonięcie SW 1 o wysokości 5,5 m znajduje się na prawym (ryc. 102, 103), erozyjnie podcinanym brzegu, gdzie na szerokości kilkunastu metrów widoczna jest seria lessowa (ryc. 104). Na ścianie odstonięcia można wyróżnić trzy części oznaczone A, B oraz C (ryc. 105).

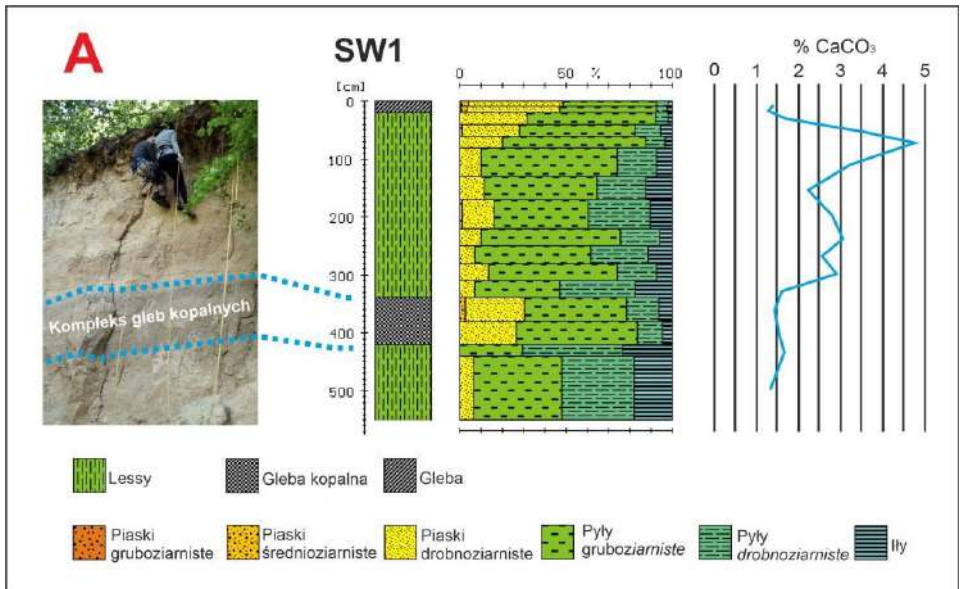
W profilu części A odstonięcia można wydzielić dwie serie lessów, rozdzielone kompleksem dwóch gleb kopalnych. Dolną serię lessów (LMs) budują żle wysortowane (zawierające ziarna mineralne różnej wielkości) pyły o niskiej węglanowości, z bardzo niewielką domieszką piasków drobnoziarnistych (ryc. 106). W poziomie kompleksu gleb kopalnych (Gi/LMs – gleba interstadialna) udział piasków drobnoziarnistych wyraźnie wzrasta do 25-30%, a węglanowość jest podobnie niska jak w serii lessów dolnych. Odwapnienie obu warstw nastąpiło wskutek procesów glebotwórczych, jakie zaszły podczas formowania się gleb tundrowych w czasie ocieplenia klimatu (podczas interstadiału Grudziądza) kilkadziesiąt tysięcy lat temu (ok. 58-25 tys. lat temu). Wiek ten potwierdza wynik datowania osadu wykonanego metodą optycznej luminescencji – OSL, wynoszący  $33 \pm 5$  tys. lat. Nadległa seria lessów górnych (LMg) jest również żle wysortowana, ale wyraźnie bardziej piaszczysta, gdyż występuje wyraźna domieszka drobnych piasków. Lessy górne są słabo węglanowe a ich wiek  $15,0 \pm 2,2$  tys. lat (wyznaczony datowaniem OSL) wskazuje, że powstały w warunkach peryglacialnych, w czasie nasunięcia i recesji ostatniego lądolodu.



Ryc. 104. Odstonięcie lessów młodszych (z okresu zlodowaceń północnopolskich) w Dołach Biskupich: A – Badania naukowe prowadzone przy użyciu technik alpinistycznych/wysokościowych na odstonięciu lessów – widok z góry (fot. P. Przepióra 2014), B – Badania naukowe prowadzone przy użyciu technik alpinistycznych/wysokościowych na odstonięciu lessów – widok z dołu (fot. P. Przepióra 2020), C – Prace wysokościowe na odstonięciu lessów – widok z lewego brzegu Świśliny (fot. K. Fularczyk 2020), D – Lessy w Dołach Biskupich (fot. G. Pabian 2020)



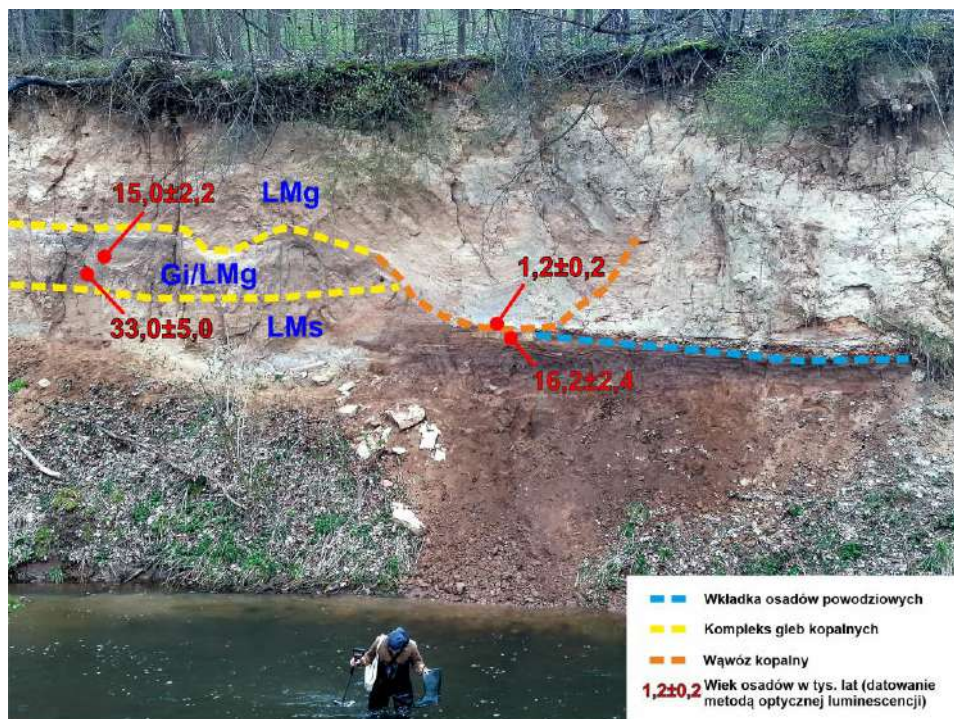
Ryc. 105. Plan sytuacyjny odsłonięcia lessów na prawym brzegu Świśliny w Dołach Biskupich. A – profil SW1 (ryc. 106), B – wypełnienie wąwozu kopalnego, w którym znaleziono fragment wapienia środkowego triasu, C – wkładka żwirowa z licznymi ostrokrawędzistymi fragmentami skał i muszlami małży. LMg – less młodszy górny, LMs – less młodszy środkowy, Gi – gleba interstadialna. Datowania osadów metodą optycznej luminescencji (oprac. P. Przepióra, fot. P. Przepióra 2014, 2020)



Ryc. 106. Odsłonięcie lessów (SW1) z zaznaczonymi poziomami gleb kopalnych na fotografii (z lewej) wraz z profilem uziarnienia (w środku) i udziałem procentowym węgla wapnia w profilu (z prawej) (fot. P. Przepióra 2020)

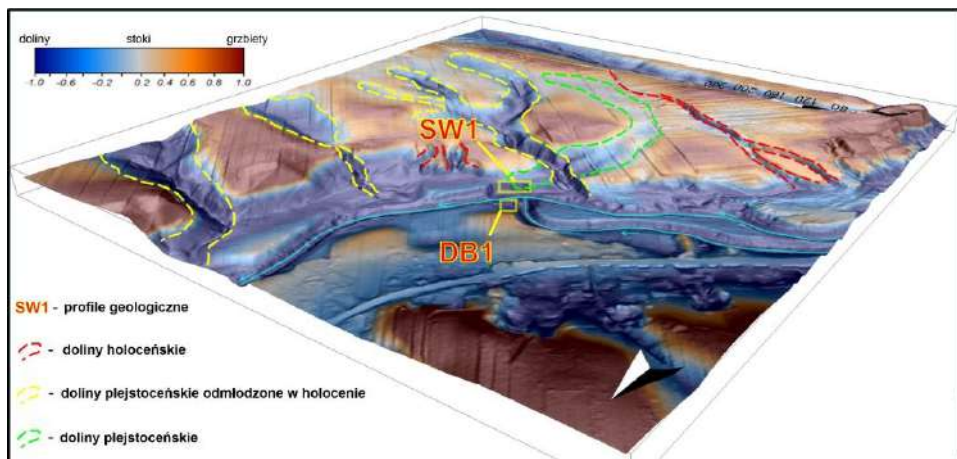
Dolną serię lessową i kompleks gleb kopalnych rozcina wąwóz kopalny widoczny w środkowej części odsłonięcia (B) (ryc. 105, 107). W dnie tego rozcięcia występują pojedyncze, kilkunastocentymetrowe, słabo obtoczone głązy wapieni triasowych, będące redeponowaną z wysoczyzny (przemieszczoną z wysoczyzny i ponownie osadzoną) zwietrzeliną, zalegającą pierwotnie pomiędzy skałami podłoża i pokrywą lessów. Ożywienie procesów fluwialnych, czyli rzeźbotwórczych, związanych z działalnością wód płynących, i rozcięcie lessów przez sieć wąwozów (ryc. 108) można wiązać z interglacjalnym ociepleniem. Oziębienie w okresie maksimum ostatniego zlodowacenia spowodowało uruchomienie procesów eolicznych i wąwóz został wypełniony przez górną serię lessów (LMg) o strukturze masywnej (podobnych do lessów spoczywających na glebie kopalnej w części A stanowiska) i datowanych w spągu metodą OSL na  $16,2 \pm 2,4$  tys. lat.

W części C odsłonięcia stwierdzono warstwę bardzo gruboklastyczną, zbudowaną głównie z ostrokrawędzistych kilkunastocentymetrowych głązów piaskowca z zespołem kopalnych małży, które zostały przysypane osadem jednocześnie w wyniku zdarzenia o charakterze katastrofalnym. W zespole tym występują bardzo liczne, niezniszczone muszle m.in. małży z rodzaju skójkja (*Unio* sp.; ryc. 105). Warstwa ta jest prawdopodobnie śladem katastrofalnego, wczesnośredniowiecznego (datowanie OSL:  $1,2 \pm 0,2$  tys. lat) wezbrania, które miało miejsce w czasie formowania wyższej równiny zalewowej. Do jego rozmiarów mogło przyczynić się odlesienie zlewni związane z rozwojem działalności metalurgicznej. Ostatnia katastrofalna powódź błyskawiczna na tym odcinku miała miejsce w 2001 roku po zerwaniu budowanej zapory zbiornika Wióry.



Ryc. 107. Szczegółowy plan sytuacyjny prawej (B + C) części odsłonięcia lessów w Dołach Biskupich oraz datowania osadów metodą optycznej luminescencji (oprac. i fot. M. Frączek 2020)



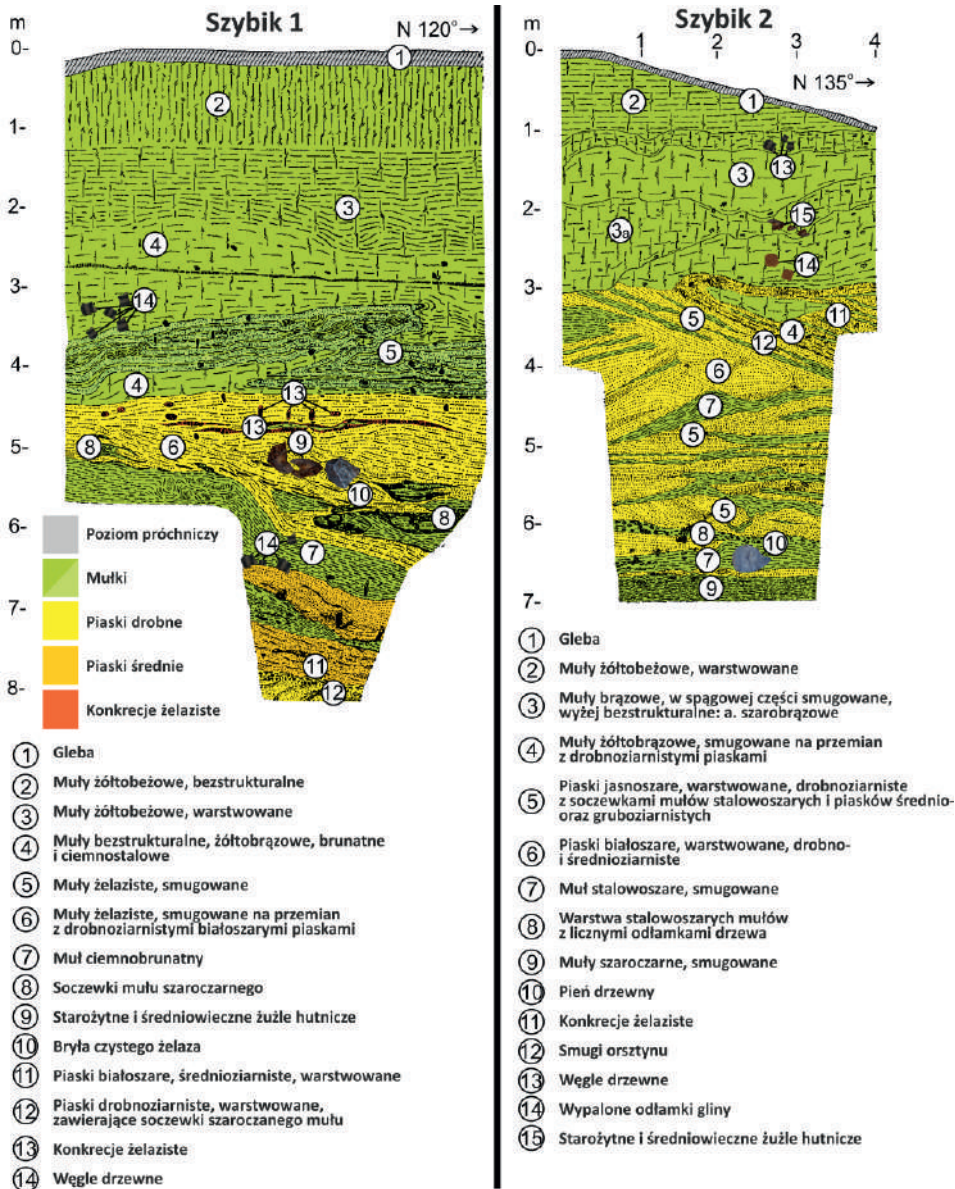


Ryc. 108. Wskaźnik Pozycji Topograficznej (TPI) obszaru badań z zaznaczonym systemem dolin (za Weiss, 2001, oprac. M. Frączek)

### Szybiki K (szybik 1 i 2 wg Klatki, 1958)

Dwa szybiki (ryc. 102, 103, 109) zostały wykonane i opisane przez Klatkę (1958) na krawędzi terasy. W górnej części budują ją osady pozakorytowe (osadzone poza korytem rzeki) – mułki i mułki piaszczyste (ryc. 109). Na głębokości około 5 m w mułkach przewarstwionych drobnymi piaskami stwierdzono duże bryły żuźla i żelaza, a poniżej (na głębokości 6,5 m) i powyżej (na głębokości 3,5 m) węgielki drzewne (szybik 1). W szybiku 2 żuźle i węgielki drzewne zalegały płycej, na głębokości 2,5-1,0 m. Żuźle i węgielki stanowią ślady starożytnego i średniowiecznego hutnictwa. W dolnej części obu profilów występują osady korytowe, na co wskazuje ich struktura i tekstura – piaski średnio- i drobnoziarniste, warstwowane z pniami częściowo skamieniałych drzew.





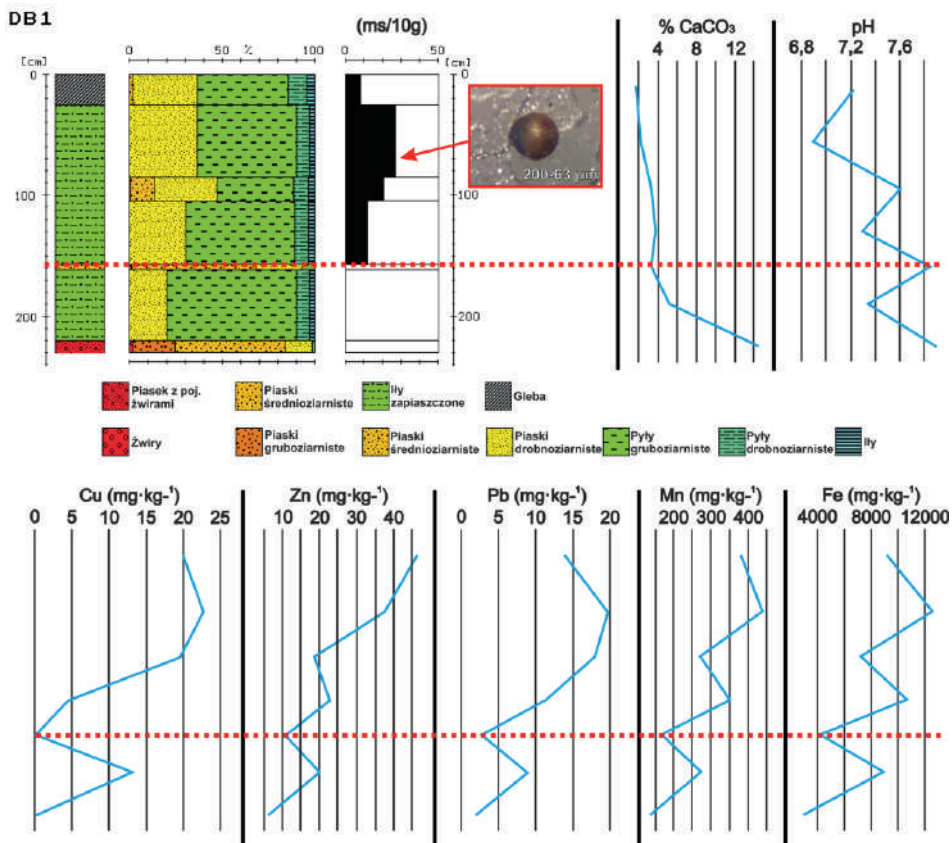
Ryc. 109. Profile terasy Świśliny w Dołach Biskupich (Ł. Podrzycki, P. Przepióra w oparciu o pracę Klatki, 1958)

Ponad dwumetrowy profil zlokalizowany jest na lewym brzegu Świśliny nieco powyżej ujścia kanału, doprowadzającego dawniej wodę do młyna, tzw. młynówki (ryc. 102) i reprezentuje budowę równiny zalewowej. W dolnej części występują osady korytowe. Są to piaski ze żwirami, umiarkowanie dobrze wysortowane, węglanowe. Przykrywają je mułkowo-piaszczyste osady pozakorytowe o miąższości ponad 2 m. Są one źle wysortowane, z dwoma wyraźnymi, piaszczystymi przewarstwieniami na głębokości 1,6 m i ok. 1 m. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  spada ku stropowi profilu do 2%, co powoduje, że odczyn pH zmienia się z obojętnego na lekko kwaśny. Analiza geochemiczna wybranych pierwiastków (Cu, Zn, Pb, Mn, Fe) pokazuje również wzrost ich zawartości ku stropowi, szczególnie w przypadku miedzi i ołowiu. Tendencja ta jest widoczna w całym profilu, ale staje się najwyraźniejsza od głębokości ok. 1,6 m, czyli powyżej występującego tu piaszczystego przewarstwienia (ryc. 110).

W całym profilu nie wykryto makroskopowo śladów występowania większych fragmentów żużli. W obrazie mikroskopowym stwierdzono obecność okrągłych kuleczek żelaznych, wielkości 63-200 mikrometrów (1 mikrometr = 0,001 milimetra), w osadzie powyżej głębokości 1,6 m. Po przeliczeniu okazało się, że kulki te występują w ilości od ok. 10 do 25 sztuk na 10 g osadu a maksimum ich występowania przypada na głębokość od 0,3 do 1,0 m. Te mikrożużelki powstawały w trakcie wytopiania i przekuwania żelaza, m.in. przy piecach dymarskich i kuźnicach.

To maksimum występowania mikrożużli pokrywa się ze skokowym wzrostem zawartości cynku w profilu, który był wymywany z odlesionych gleb w zlewni i akumulowany w aluviach pozakorytowych (ryc. 110). W warstwach tych stwierdzono także wzrost zawartości innych pierwiastków metali ciężkich: żelaza, miedzi, ołowiu, manganu. Wszystkie te dane dokumentują bardzo młody wiek i antropogeniczne pochodzenie osadów akumulowanych w dnie doliny w okresie prehistorycznej działalności metalurgicznej i rozwoju Staropolskiego Okręgu Przemysłowego w ostatnich stuleciach.





Ryc. 110. Profil uziarnienia osadów w odstąpieniu DB1, odczyn pH osadów, zawartość CaCO<sub>3</sub> oraz wybranych pierwiastków metali: miedzi (Cu), cynku (Zn), ołowiu (Pb), manganu (Mn) i żelaza (Fe). Zawartość mikrożużli (ilość magnetycznych kulek na 10 g – ms/10g) z zaznaczonym, prawdopodobnym poziomem akumulacji osadów z okresu wzmóżonej działalności metalurgicznej (czerwona, przerywana linia)

Autorzy niniejszego Przewodnika składają serdecznie podziękowanie Recenzentowi, doktorowi habilitowanemu Janowi Urbanowi, profesorowi PAN, za cenne uwagi i sugestie, które uczyniły Przewodnik bardziej przystępny Czytelnikowi. Autorzy dziękują także profesorowi Christopherowi Robertowi Scotese za udostępnienie map paleogeograficznych permu i triasu oraz profesorom: Janowi Golonce i Jerzemu Nawrockiemu za udostępnienie mapy paleogeograficznej dewonu.



## Słowniczek terminów geologicznych

**akumulacja osadów** – gromadzenie się osadów

**aluwia** – osady wypełniające dolinę rzeczną, powstałe na skutek akumulacyjnej działalności wód płynących

**antyklina** – wygięta ku górze część fałdu, w której jądro zbudowane jest ze skał starszych a skrzydła – z utworów młodszych

**bieg warstwy (rozcieżność)** – orientacja przestrzenna (azymut) linii przecięcia powierzchni warstwy z powierzchnią poziomą

**brekcja** – okruszowiec, zwięzła skała okruszowa składająca się z ostrokrawędzistych fragmentów innych skał, scementowanych ze sobą przy pomocy spoiwa zwanego też lepiszczem

**brekcja wietrzeniowa** – skała utworzona z okruszków i bloków skalnych powstałych w wyniku procesów wietrzenia, wtórnie spojona lepiszczem będącym produktem procesów wietrzenia

**bruk korytowy** – najgrubszy materiał skalny składany na dnie koryta rzecznego

**cykl sedymentacyjny** – powtarzające się następstwo warstw osadu lub skał osadowych

**czwartorzęd** – okres w historii Ziemi rozpoczęty 2,6 mln lat temu i trwający do dziś, dzieli się na dwie epoki: plejstocen (epoka lodowcowa) i holocen

**deluwium** – produkt akumulacji u podnóża skarp materiału wyfłukanego (najczęściej zwietrzeliny) i transportowanego przez wody opadowe

**denudacja (procesy denudacyjne)** – procesy niszczące powodujące wyrównywanie i stopniowe obniżanie powierzchni Ziemi; obejmuje wietrzenie, erozję, ruchy masowe (spływy, spęływania i obrywy) i przemieszczanie zwietrzeliny z obszarów wyższych ku niższym

**dewon** – okres w historii Ziemi trwający od 359-419 mln lat temu

**diageneza** – proces tworzenia skały zwięzłej ze skał luźnych, polegający na łączeniu (zlepianiu) spoiwem ziaren skalnych; osad świeżo złożony jest luźny, miękki i zazwyczaj przesiąknięty wodą; z upływem czasu. ulega przeobrażeniom chemicznym i fizycznym, które prowadzą do tego, że staje się on spoiisty, twardy i prawie zupełnie pozbawiony wody; proces ten rozpoczyna się w chwili zdeponowania osadu, choć głównie jego fazy następują po przykryciu przez młodsze osady

**dolomit** – *minerał* z grupy węglanów (węglan wapnia i magnezu) o barwie białej, szarej, żółtawej lub bezbarwnej

**dolomityzacja** – proces przemiany węgla wapnia - kalcytu  $\text{CaCO}_3$  w dwuwęglan wapnia i magnezu - dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , powodujący zmianę skał wapiennych w skały dolomitowe w wyniku częściowego zastąpienia wapnia magnezem

**eifel** – piętro dewonu (397-385 mln lat temu)

**epoka holocenu** – holocen, okres klimatu umiarkowanego, który rozpoczął się po ustąpieniu ostatniego lądolodu z ziem polskich 11,7 tys. lat temu i trwa do dziś

**epoka plejstocenu** – plejstocen, okres na przemian klimatu zimnego i umiarkowanego, trwający od 11,7 tys. do 2,58 mln lat temu, podczas którego lądolody wielokrotnie nasuwały się na ziemie Polski; różne są poglądy na ilość i wiek zlodowaceń (glacjałów), ostatnio najczęściej przyjmuje się, że było ich osiem; dzielą się one na: najstarsze, południowopolskie, środkowopolskie i północnopolskie

**era kenozoiczna** – kenozoik, era w historii Ziemi trwająca od chwili obecnej do 66 mln lat temu

**era mezozoiczna** – mezozoik, era w historii Ziemi trwająca od 66 do 252 mln lat temu

**era paleozoiczna** – paleozoik, era w historii Ziemi trwająca od 252 do 541 mln lat temu

**erozja** – niszczenie skał, połączone z usuwaniem powstających okruchów skalnych przez wodę, lodowce i wiatr; uruchomiony materiał skalny uderza o podłoże, intensyfikując jego dalsze niszczenie

**erozja rzeczna** – żłobienie powierzchni Ziemi przez wodę rzeczną, polegające na pogłębianiu i wydłużaniu koryta rzecznego

**erozja wązowa** – wymywanie i wynoszenie cząstek mineralnych przez szybko spływającą wodę, w wyniku czego powstają wyraźne linijne wcięcia, prowadzące wodę w czasie opadów lub zaraz po nich, a także w czasie topnienia lodu lub śniegu; erozja wązowa najlepiej rozwija się w skałach luźnych

**fałd** – następujące po sobie wygięcie warstw skalnych w górę oraz wygięcie w dół lub odwrotnie

**formacja** – podstawowa jednostka *litostratygraficzna* wyróżniana na podstawie cech litologicznych skał

**gleba interstadialna** – gleba z fazy względnego ocieplenia w czasie ostatniego okresu glacialnego (tzw.)

**gleba kopalna** – gleba powstała w dawnych okresach geologicznych, obecnie przykryta młodszymi osadami

**grubość warstw** – warstwy cienkie mają grubość (miąższość) 1-10 cm, warstwy średnie – 10-30 cm, warstwy grube – powyżej 30 cm

**holweg** – głębocznica, wąwóz drogowy (droga polna) jest formą ukształtowania powierzchni terenu przypominająca wąwóz, pochodzenia antropogenicznego (czyli będącego wynikiem działalności człowieka)

**ił** – słabo zwięzła, często plastyczna skała osadowa bardzo drobnoziarnista (przeważają ziarna o średnicy 0,002 mm), złożona głównie z minerałów ilastych (kaolinit, illit) z domieszką miki i pyłu kwarcowego

**iłowiec** – zwięzła skała utworzona ze skonsolidowanego iłu

**kalcyt** – pospolity *minerał skałotwórczy* z grupy węglanów (węglan wapnia) bezbarwny, przezroczysty. Tworzy kryształy w formie tabliczek, słupków lub igiełek; domieszki innych związków chemicznych, głównie tlenków żelaza, mogą go barwić na kolor żółty, brązowy lub różowy

**karbon** – okres w historii Ziemi trwający od 299 do 359 mln lat temu

**klast** – fragment rozmywanego, słabo skonsolidowanego osadu (np. iłu), na ogół o zaokrąglonych kształtach; termin klastyczny, użyty w odniesieniu do skał, oznacza natomiast skałę ziarnistą

**koluwium** – materiał skalny i glebowy, zsunięty (osuwisko) ze zboczy doliny i zgromadzony u ich podstawy

**kompleks skalny** – kompleks litologiczny, zespół warstw skalnych o podobnych cechach litologicznych, odróżniających go od skał otaczających

**kreda** – okres w historii Ziemi trwający od 66 do 145 mln lat temu

**kwarc** – krystaliczny dwutlenek krzemu, *minerał skałotwórczy*, z którego zbudowane są skały magmowe i osadowe: piaski i piaszkowce; zazwyczaj tworzy kryształy słupkowe; spotyka się go w próżniach skalnych (geody, kawerny) i szczelinach, gdzie tworzy tzw. szczotki krystaliczne; oprócz struktury krystalicznej kwarc może występować jako odmiany ziarniste, skrytokrystaliczne (chalcedon) oraz naskorupienia; zazwyczaj minerał ten jest przezroczysty i bezbarwny, ma jednak wiele swoich kolorowych odmian

**less** – skała eoliczna pylasta barwy beżowej, tworząca pokrywy w Polsce południowej i środkowej; ze względu na małą spoiistość może być łatwo niszczona (erodowana) przez wody opadowe. Jedną z form erozyjnych są wąwozy lessowe

**ładolód** (inaczej lodowiec kontynentalny) – pokrywa lodowa o znacznej miąższości (do paru kilometrów), zajmująca obszar o powierzchni ponad 50 000 km<sup>2</sup> i tworząca płaską lub lekko wypukłą, zwartą tarczę, zbudowaną z lodu i śniegu; obecnie ładolody występują tylko na Grenlandii i Antarktydzie, lecz w czasie zlodowaceń plejstoceńskich zajmowały znacznie większe obszary

**liliowce** – inna nazwa Crinoidea (od greckich słów: *krinon* – lilia i *eidosis* – kształt) to grupa morskich bezkręgowców (należących do szkarłupni), przypominających bardziej kwiaty niż zwierzęta; ciało liliowców składa się z cienkiej łodyżki, kielicha i ramion, okalających otwór gębowy, których liczba jest podzielna przez 5 i które pełnią funkcję „siecic”, w którą łapano są różne mikroorganizmy, stanowiące podstawę diety liliowca – okrzemki, wymoczki, larwy itp.; u liliowców żyjących w trzaskie łodyżka była zbudowana z kalcytowych krążków lub pięcioboków (trochitów), a kielich ochraniała od góry pokrywa, złożona z mocnych płytek wapiennych

**litologia** – ogólny charakter skały, na który składają się: skład mineralny, tekstura, (orientacja składników), struktura (sposób ułożenia i upakowania składników), wielkość i kształt ziarna, barwa

**litostratygrafia** – dziedzina stratygrafii (nauki zajmującej się określaniem wieku skał) oparta na kryteriach litologicznych. Polega na wydzieleniu w profilach geologicznych jednostek stratygraficznych różniących się od siebie rodzajem skał i korelacją tych jednostek w różnych profilach między sobą

**lityfikacja** – przekształcania się luźnego osadu w zwięzłą skałę osadową

**luka stratygraficzna** – brak w profilu stratygraficznym warstw określonego wieku, spowodowany okresową przerwą w sedymentacji lub erozją osadzonych wcześniej utworów

**ławica** – warstwa lub zespół warstw skalnych, wyodrębniająca się pod względem różnych cech (jak np. struktura, barwa) w masywie skalnym, ograniczona równoległymi wzajemnie powierzchniami (strop, spąg)

**małżoraczki** – gromada drobnych skorupiaków o długości ciała 0,5-5 mm, których ciało schowane jest w dwukłapkowej skorupce przypominającej kształtem muszlę małży

**margiel** – miękka skała węglanowa, brudząca palce, charakteryzująca się dużym udziałem minerałów ilastych

**miąższość warstwy** – grubość warstwy

**mika** – inaczej tyszczyk, minerał skałotwórczy z grupy krzemianów, glinokrzemiany potasu, sodu, wapnia, glinu, magnezu, żelaza i innych pierwiastków, o silnie błyszczących, blaszkowatych kryształach

**minerał** – pierwiastek, związek chemiczny lub mieszanina związków chemicznych występująca w stałym stanie skupienia i powstała w sposób naturalny; minerały budują skały, które mogą składać się z jednego minerału (np. gips zbudowany tylko z minerału gipsu – siarczan wapnia) lub z wielu (np. granit zbudowany z *kwarcu*, *skalenia* i *miki*)

**minerały ilaste** – minerały zbudowane z uwodnionych glinokrzemianów glinu, podrzędnie magnezu i żelaza, wyłącznie mikrokrystaliczne, stanowią główny składnik skał ilastych: *iłow*, *iłowców*, *glin*

**minerały skałotwórcze** – to grupa ok. 100 najczęściej występujących minerałów w skorupie ziemskiej; najważniejsze i najbardziej rozpowszechnione z nich to *skalenie*, *kwarc*, *miki* i *kalcyt*

**muł** – słabo zwięzły osad złożony głównie z pyłu, o średnicy ziarn 0,01-0,06 mm, oraz *ił*

**mułowiec** – zwięzła skała osadowa powstała w wyniku lityfikacji mułu

**muszloraczki** (Conchostraca) – mikroskopijne zwierzęta należące do skrzelonogów (Branchiopoda), obejmujące zarówno gatunki wymarłe jak i żyjące współcześnie w niedużych, słodkowodnych zbiornikach

**neogen** – okres w historii Ziemi trwający od 2,6 do 23 mln lat temu; dzieli się na dwa piętra: *miocen* i *pliocen*



**ogniwo** – jednostka litostratygiczna wyróżniana w obrębie formacji

**okres interglacjalny** – zwany też interglacją to okres między zlodowaceniami

**Optycznie Stymulowana Luminescencja (OSL)** – jest to metoda określania wieku osadów; ziarno kwarcu wystawione na działanie promieni słonecznych magazynuje energię a następnie stopniowo ją uwalnia, gdy zostanie przykryte osadem; metoda umożliwia określenie momentu ostatniej ekspozycji ziarna na światło

**orogeneza alpejska** – globalne ruchy górotwórcze trwające od mezozoiku do chwili obecnej; największe natężenie osiągnęły na przełomie kredy i paleogenu; w ich wyniku powstały masywy górskie określane mianem alpidów (np. Karpaty, Alpy, Pireneje, Himalaje)

**orogeneza warwycyjska** zwana też hercyńską – ruchy górotwórcze, które miały miejsce w okresie od dewonu po perm; największe natężenie osiągnęły w późnym karbonie i wczesnym permie; w ich wyniku powstały góry nazywane hercynidami lub warwycydami (np. Sudety, Masyw Czeski, Appalachy, Tianszan)

**osad** – to bardzo ogólna nazwa nagromadzenia materiału mineralnego lub organicznego w danym miejscu w wyniku procesów: transportu a następnie sedymentacji i akumulacji; w zależności od środowiska powstania wyróżniamy osady: rzeczne, jeziorne, morskie, wulkaniczne, jaskiniowe, wodnolodowcowe, lodowcowe i wiele innych

**osady wodnolodowcowe** zwane inaczej fluwioglacjalnymi – materiał osadzony przez rzeki wypływające z lądolodu i przepływające u jego czoła

**osady ilaste** – skały osadowe (iły, iłowce, łupki ilaste, gliny) zbudowane z minerałów ilastych (uwodnionych glinokrzemianów glinu, żelaza i magnezu)

**osady lodowcowe** – osady które wytopiły się z lodu lodowcowego

**osady pylaste, pyły** – luźne skały osadowe zbudowane z ziaren mineralnych o średnicy 0,01–0,06 mm

**paleogen** – okres ery kenozoicznej trwający od 23 do 66 mln lat temu

**perm** – okres w historii Ziemi trwający od 252 do 299 mln lat temu

**piaskowiec** – skała osadowa zbudowana z drobnych (wielkości 0,063–2,0 mm) ziaren mineralnych, najczęściej kwarcowych, zlepionych spoiwem mineralnym

**piętro stratygraficzne** – jednostka czasu wyróżniana w obrębie okresu

**powierzchnia erozyjna** – powierzchnia skalna, w miarę zrównana przez działanie procesów erozyjnych

**powierzchnia zrównania** – peneplena, płaska lub falista, wielkoobszarowa powierzchnia, utworzona wskutek długotrwałego oddziaływania na powierzchnię terenu procesów niszczących (denudacji)

**powódź błyskawiczna** – rodzaj powodzi związanej z szybkim zalaniem nisko położonych obszarów, rzek i strumieni przez zwiększone opady deszczu spowodowane zazwyczaj przez burzę lub przez kilka burz; powodzie błyskawiczne mogą nastąpić także wskutek zatoru lodowego na rzece albo w przypadku, gdy ziemia zostaje nasyczona wodą, która zgromadziła się tak szybko, że nie może być wchłonięta; woda zbiera się i szybko spływa dalej w dół stoku nagle wzbierającą falą

**prądowe struktury depozycyjne (sedymencyjne)** – struktury osadu powstałe w wyniku ruchu wody jak np. warstwowanie przekątne

**procesy tektoniczne** – procesy powodujące deformacje warstw skalnych

**przekrój geologiczny** – graficzne przedstawienie budowy fragmentu litosfery, dokonane na podstawie analizy danych geologicznych i geofizycznych

**ramienionogi** – inna nazwa brachiopoda (od łacińskich słów: *brachion* – ramię i *podus* – noga) to morskie bezkręgowce, pojawiły się w kambrze i żyją do dziś; ciało ramienionogów składa się z dwóch fałdów płaszcza oraz worka trzewiowego zawierającego mięśnie, przewód pokarmowy i narządy rozrodcze; całość schowana jest w dwuskorupowej muszli jednak o odmiennej symetrii niż w przypadku małży; najbardziej charakterystycznym organem jest jednak para giętkich i pokrytych orzęsionymi czułkami ramion, czyli lofofor; stanowi on narząd oddechowy oraz filtracyjny – rzęski napędzają pokarm do otworu gębowego; ramienionogi prowadzą przeważnie osiadły tryb życia – przytwierdzają się do podłoża mięsistą nóżką, wychodzącą ze skorupki brzusznej

**redepozycja** – przemieszczenie osadu z miejsca powstania i ponowne jego złożenie w innej lokalizacji; do redepozycji materiału dochodzi m. in. na zboczach wzniesień i w dolinach rzek

**ret** – wydzielenie geologiczne w obrębie górnego pstręgo piaskowca; wiek retu nie jest jednoznacznie określony; część geologów, w tym autorzy tego *Przewodnika*, przyjmuje, że jest to dolny trias (olenek), część natomiast zalicza ret już do środkowego triasu (anizyku; patrz ryc. 1)

**reżim rzeczny** – oznacza zasilanie rzeki, zmiany w jej przepływach oraz stanach wody, jest uzależniony od klimatu, rzeźby terenu i budowy geologicznej

**roztwór termalny** – zmineralizowany roztwór wodny o temperaturze 100-400, krążący w skorupie ziemskiej

**równina zalewowa** – to najniższy poziom doliny rzecznej, rozcięty korytem rzeki i zalewany podczas wysokich stanów wody

**ruchy górotwórcze** – ruchy wypiętrzające, w wyniku których fragmenty skorupy ziemskiej są wyniesione na znaczną wysokość tworząc pasma lub łańcuchy górskie

**ruchy tektoniczne** – ruchy skorupy ziemskiej pod wpływem procesów zachodzących wewnątrz Ziemi; należą do nich ruchy górotwórcze, czyli **orogenezy**

**sinice (Cyanophyta, cjanobakterie)** – jednokomórkowe, samożywne organizmy bezjądrowe; występują często w innych żywych organizmach; cechuje je wysoka tolerancja termiczna – niektóre sinice mogą żyć w wodzie o temperaturze 90° C; dawniej zaliczane były do glonów; w sprzyjających warunkach budują maty sinicowe, zwane też glonowymi, efektywnie wychwytyjące i wiążące, bogate w muł, osady wapienne, na swych galaretowatych powierzchniach; sinice pojawiły się na Ziemi 2,5 mld lat temu

**skalenie** – minerały skałotwórcze, związki glinu i krzemu, które zawierają w swej strukturze także metale: sól, potas lub wapń; grupa skałeni obejmuje szereg minerałów o zróżnicowanym kolorze, składzie chemicznym i różnej postaci kryształów

**skamieniałości** – szczątki organizmów żyjących w dawnych okresach geologicznych (np. trylobity, amonity, dinozaury) oraz ślady ich działalności życiowej, które zachowały się w skałach do chwili obecnej

**spąg i strop warstwy** – dolna i górna powierzchnia warstwy

**stożek aluwialny (stożek napływowy)** – często spotykana forma powierzchni terenu, powstająca na skutek akumulacji (nagromadzenia) osadów niesionych przez rzekę lub potok w miejscu wyraźnego zmniejszenia spadku koryta i prędkości płynięcia wody, np. u wylotu doliny bocznej do głównej; stożki napływowe mają zwykle kształt stożkowaty (stąd nazwa), a ciek w ich obrębie często rozgałęzia się na kilka ramion; stożek napływowy powstający w miejscu ujścia rzeki do morza lub jeziora nosi nazwę delty

**stożek usypiskowy (piarg)** – nagromadzenie bloków i gruzu skalnego w kształcie stożka lub wachlarza u podnóża ściany skalnej, lub skalistego zbocza

**stratygrafia** – nauka zajmująca się porządkowaniem utworów geologicznych pod względem ich położenia w profilach geologicznych, wieku względnego i wieku bezwzględnego, opierająca się na skamieniałościach, cechach litologicznych, fizycznych i in. osadu

**strefa uskokowa** – strefa znajdująca się przy *usoku tektonicznym* lub/i strefa występowania uskoku położonych blisko siebie

**stromatolit** – skała zbudowana z cienkich lamin węglań wapnia, wytrąconego z wody morskiej jako jeden z podstawowych produktów życia sinic, powstała w miejscach rozwoju mat sinicowych

**synklina** – część fałdu, w którym warstwy skalne wygięte są ku dołowi

**tabela stratygraficzna** – schemat przedstawiający historię dziejów Ziemi, podzieloną na stępujące jednostki czasowe: eony, ery, okresy i epoki (oddziały); jest ustalana i aktualizowana przez Międzynarodową Komisję Stratygrafii

**tekodonty** – grupa wczesnych gadów naczelnych (archozaurów), z której wywodzą się dinozaury; wyglądem swym przypominały krokodyle, ale miały bardziej proste nogi; ich zęby osadzone były w zębodołach

**tektonika** – nauka o budowie skorupy ziemskiej i procesach kształtujących tą budowę oraz o strukturach tektonicznych, powstałych w wyniku tych procesów

**terasa, taras (rzeczny)** – forma rzeźby doliny rzecznej będąca fragmentem dawnego, rozciętego dna doliny, po jednej lub obu stronach rzeki

**transgresja** – wkraczanie morza na obszar lądowy, wywołane podniesieniem poziomu morza lub obniżeniem lądu

**trias** – okres w historii Ziemi trwający od 201,5 do 252 mln lat temu; skały powstałe w tym okresie nazywamy triasowymi

**upad warstwy** – kierunek największego spadku warstwy; określany jest dwoma wielkościami kierunkiem (azymutem) upadu oraz wartością kąta upadu

**uskok** – struktura tektoniczna powstała w wyniku pęknięcia warstw skalnych i przemieszczenia się ich względem siebie powstałej powierzchni (lub wąskiej strefy zniszczenia), zwanej powierzchnią uskoku

**wapień falisty** – wapień zbudowany z warstw o faliście zaburzonym spągu i stropie

**wapień gruzłowy (bulasty)** – charakteryzuje się obecnością nieregularnych buł i gruzłów wapiennych spojonych materiałem węglanowym często innej barwy i nieco odmiennym składzie mineralnym

**wapień krynoidowy** – skała zbudowana głównie z elementów szkieletowych liliowców

**wapień marglisty** – wapień z domieszką minerałów ilastych

**wapień muszłowy** – wydzielenie geologiczne obejmujące skały środkowego triasu, głównie wapienie zawierające skamieniałości

**wapień organodetryczny** – wapień zbudowany z pokruszonych szczątków organizmów

**wapień pelityczny** – wapień zbudowany z bardzo drobnych kryształów kalcytu, niewidocznych gołym okiem, co nadaje skale makroskopowo jednolity wygląd

**warstwowanie małoskalowe, w małej skali** – to warstwowanie, w którym zestawy lamin mają wysokość mniejszą niż 4 cm

**warstwowanie wielkoskalowe, w dużej skali** – to warstwowanie, w którym zestawy lamin mają wysokość większą niż 4 cm

**warstwowanie rynnowe** – powstaje w piaskowcach osadzających się w korycie rzeczonym, jest warstwowaniem przekątnym, w którym dolne powierzchnie, ograniczające zestawy lamin, są wygięte ku dołowi (wklęsłe)

**warunki peryglacjalne** – warunki klimatu zimnego, związane z obecnością w pobliżu lądolodu

**wąwóz** – dość głęboka dolina, najczęściej sucha, o stromych zboczach (w górnych częściach zazwyczaj urwistych) i wąskim, na ogół niewyrównanym dnie o zmiennym spadku; powstaje w wyniku erozji wąwozowej

**wąwóz kopalny** – wąwóz powstały w dawnych okresach geologicznych, obecnie wypełniony młodszymi osadami

**wiek bezwzględny Ziemi** – wiek Ziemi określany w tysiącach, milionach lub miliardach lat, na ogół ustalany metodami radiometrycznymi

**Wskaźnik Pozycji Topograficznej (TPI)** – to jeden ze wskaźników rzeźby terenu; porównuje on wysokość każdej komórki w numerycznym modelu terenu do średniej wysokości określonego sąsiedztwa dookoła tej komórki; dodatnie wartości TPI reprezentują miejsca, które są wyższe niż średnia ich otoczenia (np. grzbiety), natomiast ujemne – miejsca, które są niższe niż ich otoczenie (np. doliny); wartości TPI bliskie zera są albo płaskimi obszarami (gdzie nachylenie jest bliskie zera) albo obszarami stałego nachylenia

**zmarszczki (riplemarki)** – struktury sedimentacyjne falistego kształtu, widoczne na powierzchni ławic (podczas gdy ich przekroje widoczne są na powierzchniach prostopadłych do utwarcenia), powstające w wyniku przemieszczania ziaren osadu przez prądy wody lub powietrza

**zlepieniec** – grubookruchowa skała osadowa zbudowana z otoczków innych skał spojonych lepiszczem

### Źródła i literatura uzupełniająca:

Adamczyk J., 1982. *Fabryka tektury w Dołach Biskupich dawniej „Witulin”, Pomnik kultury materialnej*. Wyd. Biuro Dokumentacji Zabytków w Kielcach, Kielce.

Bastrzykowski A., 1939. *Monografia historyczna Kunowa nad Kamienną i jego okolicy*. Kraków.

Becker A., Ptaszyński T., Niedźwiedzki G., Nawrocki J., 2007. *Stop. V.3. Wióry – Road cut*. [W:] Szulc J., Becker A. (red.): International Workshop on the Triassic of Southern Poland. Sept. 3–8, 2007, Fieldtrip Guide: 77-81.

Bieńko K., Bąk E., Trela W., Mader A. 2019. *Karta dokumentacyjna geostanowiska nr 10607 – Odślonięcie piaskowców dolnego triasu w Wiórach*.

Bodzioch A., 1984. *Uwagi o paleoekologii fauny wapienia muszlowego NE obrzeżenia Gór Świętokrzyskich*. Przegląd Geologiczny 32: 400-404.

Bodzioch A., 2003. *Calcite pseudomorphs after evaporates from the Muschelkalk (Middle Triassic) of the Holy Cross Mountains (Poland)*. Geologos 6: 169-180.

Bolewski A., Kubisz J., Żabiński W., 1981. *Mineralogia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Bolewski A., Manecki A., 1987. *Rozpoznawanie minerałów*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Bolewski A., Manecki A., 1993. *Mineralogia szczegółowa*. Wydawnictwa Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.

Bolewski A., Parachoniak W., 1974. *Petrografia*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Cygan A., 2005. *Starachowickie Kolejki Wąskotorowe*. Zeszyty Starachowickie 29. PU Compus, Starachowice.

Dungworth D., Wilkes R., 2007. *An investigation of hammerscale*. Research Department Report 26/2007.

Gągol J., Kuleta M., Zbroja S., 2005. *Odmiany litologiczno-surowcowe dekoracyjnych piaskowców budowlanych*. Narodowe Archiwum Geologiczne PIB-PIB, Kielce.

Golonka J., Nawrocki J., 2017. *Mapy położenia kontynentów w przeszłości geologicznej 1:200 000 000*. [W:] Nawrocki J., Becker A. (red.), *Atlas geologiczny Polski: 80-85*. Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Filonowicz P., 1962. *Eifel dolny w antyklinie godowskiej*. *Kwartalnik Geologiczny* 6: 351-365.

Filonowicz P., 1968. *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski Arkusz Nowa Słupia (M34- 43A) 1:50 000*. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

Fudalewski W., 1900. *Kunów nad Kamienną*. Warszawa.

Fuglewicz R., Ptaszyński T., Rdzanek K., 1981. *Tropy gadów w utworach pstrego piaskowca w okolicy Ostrowca Świętokrzyskiego*. *Przegląd Geologiczny* 29: 608-609.

Fuglewicz R., Ptaszyński T., Rdzanek K., 1990. *Lower Triassic footprints from the Świętokrzyskie (Holy Cross) Mountains, Poland*. *Acta Paleontologica Polonica* 35: 109-164.

Gałka E., 2014. *Quarries of the Kunów surroundings as future geotourist attractions within the Kamienna Valley Geopark*. *Geotourism* 36: 43-50. DOI <http://dx.doi.org/10.7494/geotour.2014.36.43>

Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R., 1986. *Zarys sedymentologii*. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

ICSchart: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2021-05.jpg>

Jaroszewski W., 1972. *Drobnostrukturalne kryteria tektoniki obszarów nieorogenicznych na przykładzie północno-wschodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich*. *Studia Geologica Polonica* 38: 1- 21.

Jaroszewski W., 1976. *Problem IIA – zastosowanie drobnych struktur tektonicznych do badań budowy i tektogenezy słabo zaburzonych obszarów skał osadowych*. Przewodnik XLVIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 24-26 września 1976, Starachowice, s. 135-157.

Jaroszewski W., Marks. L., Radomski A., 1985. *Słownik geologii dynamicznej*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Jersak J., 1965. *Stratygrafia i geneza lessów okolic Kunowa*. *Acta Geographica Lodzensia* 20, Łódź.

Jersak J., 1977. *The late Pleistocene and Holocene deposits in side valleys of the Kunów region*. *Folia Quaternaria* 49: 161-165, Kraków.

Jeziorański L., *Księga adresowa przemysłu fabrycznego w Królestwie Polskiem na rok 1904*, Warszawa 1904, s. 90

- Jędrzychowski J., 2014. *Kamień w architekturze regionu świętokrzyskiego*. Wyd. Georaj, Kielce.
- Kiełczewska J., 2013. *Świętokrzyskie piaskowce – mały przewodnik po polskich zabytkach, cz. II*. [www.surowce.naturalne.pl](http://www.surowce.naturalne.pl)
- Kalicki T., Przepióra P., Kłusakiewicz E., Frączek M., Podrzycki Ł., Fularczyk K., Pabian G., Żurek K., 2021. *Budowa doliny Świśliny na stanowisku w Dołach Biskupich (woj. świętokrzyskie) - wstępne wyniki*. [W:] Dobrowolski R., Orłowska R., Hołub B., Janicki G., (red.): *Głacia i peryglacia Europy Środkowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, s. 209-212.
- Klatka T., 1958. *Muły antropogeniczne doliny Świśliny i ich dynamiczna interpretacja*. Łódzkie Tow. Naukowe, Wydz. III 54: 165-187
- Kozak B., 2020. *Kamieniołom na Górze Chełm. Zagański wątek rodzinny dziejów Witolda Gombrowicza*. *Świętokrzyskie* 25(29): 104-113.
- Książkiewicz M., 1970. *Geologia dynamiczna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Kuleta M., Zbroja S., 2006. *Wczesny etap rozwoju pokrywy permsko-mezozoicznej w Górach Świętokrzyskich*. [W:] Skompski S., Żylińska A. (red.): *Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich*. Materiały konferencyjne LXXVII Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 28-30. 06. 2006, Ameliówka k. Kielc, s. 105-125.
- Kuleta M., Zbroja S., Gągol J., Niedźwiedzki G., Ptaszyński T., Studencka J., 2006. *Wycieczka W2: Łądowe osady pstręgo piaskowca w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich: warunki sedymentacji, tropy kręgowców, walory surowcowe*. [W:] Skompski S., Żylińska A. (red.): *Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich*. Materiały konferencyjne 77 Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 28-30. 06. 2006, Ameliówka k. Kielc s. 174-178.
- Lindner L., Dzierżek J., Lamparski Z., Marks L., Nitychoruk J., 1995. *Zarys stratygrafii czwartorzędu Polski; główne poziomy osadów glacialnych i interglacialnych oraz ich rozprzestrzenienie*. *Przegląd Geologiczny* 43: 586-591.
- Mader D., Rdzanek K., 1985. *Sandy braidplain deposition with minor pedogenesis in the Labirynthodontidae Beds (Middle Buntsandstein) of the northeastern Holy Cross Mountains, Poland*. *Lecture Notes in Earth Sciences* 4: 287-317. Springer Verlag, Berlin.
- Malec J., 2005. *Litostratygrafia pogranicza dewonu dolnego i środkowego w regionie łysogórskim Gór Świętokrzyskich*. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 415: 5-58.
- Maneck A. (red.) 2008. *Przewodnik do petrografii*. AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.
- Mizerski W., Sylwestrzak H., 2002. *Słownik Geologiczny*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Nawrocki J., Kuleta M., Zbroja S., 2003. *Buntsandstein magnetosrtatigraphy from the northern part of the Holy Cross Mountains*. *Geological Quarterly* 47: 253-260.
- Niedźwiedzki G., *Tropy triasowych kręgowców z rejonu zapory*. Tablica informacyjna stojąca przy zaporze Zbiornika Wióry.

Niedźwiedzki G., Kin A., Remin Z., Małkiewicz M., 2007. *Środkowotriasowa ichnofauna kręgowców z „warstw z Krynek” w Górach Świętokrzyskich* – wstępny przegląd. *Przeгляд Geologiczny* 55: 870-877.

Niedźwiedzki G., Ptaszyński T., 2007. *Large Chirotheriidae tracks in the Early Triassic of Wióry, Holy Cross Mountains, Poland*. *Acta Geologica Polonica* 57: 253-260.

Piasecka A., Szczałuba D., Szczałuba W., 2003. *Dawna walcownia w Nietulisku Fabrycznym*. Wyd. Agencja „JP” s.c., Kielce

Pieńkowski G. i in. (red.), 2013. *Zrozumieć Ziemię. Konspekt lekcyjno-ćwiczeniowy z wprowadzeniem do wycieczek*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Przepióra P., Kalicki T., Chwałek S., Houbrechts G., 2019. *Historyczny układ hydrotechniczny w Jędrowie (województwo świętokrzyskie) zachowany w formach i osadach – studium geoarcheologiczno-konserwatorskie*. *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica* 18: 29-40.

Ptaszyński T., 1981. *Konodonty w wapieniu muszlowym okolic Nietuliska (północne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich)*. [W:] Senkowiczowa H. (red.): *Fauna i flora triasu obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i Wyżyny Śląsko-Krakowskiej*. Materiały V Krajowej Konferencji Paleontologów, Kielce – Sosnowiec, s. 45-51.

Ptaszyński T., 1996. *Ślady gadów w najniższym pstrym piaskowcu okolic Ostrowca Świętokrzyskiego*. *Przeгляд Geologiczny* 44: 1042-1043.

Ptaszyński T., 2000. *Lower Triassic vertebrate footprints from Wióry, Holy Cross Mountains, Poland*. *Acta Paleontologica Polonica* 45: 151-194.

Ptaszyński T., Niedźwiedzki G., 2004. *Zespół tropów kręgowców z osadów wczesnego triasu z Wiór. [W:] Od Ekomuzeum aglomeracji staropolskiej do geoparku doliny Kamiennej*. Materiały Konferencji Naukowej Muzeum Przyrody i Techniki, Starachowice, s. 82-87.

Rajchel J., 2005. *Kamienny Kraków*. AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.

Rdzanek K., 1986. *Trace fossils and preservation potential of the fluvial red Labirynthodontidae beds, Lower Triassic of Southern Poland*. AS 7<sup>th</sup> Regional Meeting on Sedimentology, Cracow. Abstract: 164.

Rdzanek K., 1992. *Model budowy geologicznej przekroju spiętrzenia zbiornika wodnego „Wióry”*. Agencja Paleontologiczna, Warszawa.

Rdzanek K., 1999. *Ichnoskamieniałości bezkręgowców pstręgo piaskowca doliny Świśliny w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich*. Praca doktorska. Archiwum Instytutu Nauk Geologicznych UJ, Kraków.

Rdzanek K., 2002. *Ochrona dziedzictwa przyrody na przykładzie zbiorów paleontologicznych z doliny Świśliny*. *Ochrona Zabytków* 55: 224-237.

Ryka W., Maliszewska A., 1991. *Słownik petrograficzny*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.



- Samsonowicz J., 1929 – *Cechsztyń, trias i lias na północnym zboczu Łysogór*. Sprawozdania Polskiego Instytutu Geologicznego 5.
- Scotese C.R., 2014. Atlas of Permo-Triassic Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), Maps 43 - 52, Volumes 3 & 4 of the PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL. Technical Report, May 2014. DOI: 10.13140/2.1.2609.9209
- Senkowiczowa H., 1956. *Wapień muszlowy na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich*. Biuletyn Instytutu Geologicznego 113: 65-137.
- Senkowiczowa H., 1966. *Podział i rozwój facjalny retu w Górach Świętokrzyskich*. Kwartalnik Geologiczny 10: 769-785.
- Senkowiczowa H., 1970. *Trias*. [W:] Rühle W. (red.): Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Prace Instytutu Geologicznego 56: 7-48.
- Senkowiczowa H., 1982. *Struktury biogeniczne w osadach retu i dolnego wapienia muszlowego Gór Świętokrzyskich*. Kwartalnik Geologiczny 26: 559-583.
- Senkowiczowa H., Ślęczka A., 1962. Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 32: 313–339.
- Skompski S., Szulczewski M., 1994. *Tide-dominated Middle Devonian sequence from the northern part of the Holy Cross Mountains (Central Poland)*. Facies, 30: 247–266.
- Szczepanik Z., 2015. *Surowce skalne w murach klasztoru na Łysej Górze – walory edukacyjne i estetyczne – propozycja wycieczki geologicznej*. Przegląd Geologiczny 63: 485-499.
- Szot-Radziszewska E., 2010. Działalność przemysłowa Ignacego Kotkowskiego w Dołach Biskupich w drugiej połowie XIX wieku. Studia z Historii Społeczno-Gospodarczej 8: 235-246.
- Szulc J., 2000. *Middle Triassic evolution of the northern Peri-Tethys area as influenced by early opening of the Tethys Ocean*. Annales Societatis Geologorum Poloniae 70: 1-48.
- Szypuła B., Wieczorek M., 2011. *Geomorfometryczna analiza rzeźby Wyżyny Śląskiej metodą wskaźnika TPI*. [W:] Żyszkowska W., Spalek W. (red.): Główne problemy współczesnej kartografii 2011. Zastosowanie statystyki i GIS w kartografii. 4: 73-82. Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Zakład Kartografii, Wrocław.
- Trela W., 1998. *Środowisko sedymentacji piaskowców „warstw z Krynek” w rejonie Nietuliska (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich)*. Przegląd Geologiczny 46: 67-70.
- Trela W., Zacharski J., Ptaszyński T., Niedźwiedzki G., Szulc J., 2007. *Stop. V.2. Witulin – small abandoned quarry*. [W:] Szulc J., Becker A. (red.): International Workshop on the Triassic of Southern Poland. Sept. 3 – 8, 2007, Fieldtrip Guide: 77.
- Trela W., Wojtyła H., 2009. *Walory geoedukacyjne stanowisk przyrody nieożywionej w Dolinie Świśliny (NE obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, Geopark Dolina Kamiennej)*. [W:] Trela W., Złonkiewicz Z. (red.), Perspektywy rozwoju geoparków w regionie świętokrzyskim. Wyd. Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Oddział Świętokrzyski Kieleckiego Towarzystwa Geograficznego, Kielce, s. 55-57.

Tyski S., 1953. *Wycieczka B – Nietulisko – Doły Biskupie*. [W:] Pożarski W. (red.): Przewodnik wycieczkowy Narady Państwowej Służby Geologicznej, 1953 r., s. 83-87. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

Urban J., 1990. *Ochrona obiektów przyrody nieożywionej w Krainie Gór Świętokrzyskich*. Rocznik Świętokrzyski 17: 47-79.

Urban J., Gągól J., 1994. *Kamieniołomy piaskowców w dawnych ośrodkach górnictwa kamiennego północnej części regionu świętokrzyskiego jako zabytki techniki i przyrody*. Przegląd Geologiczny 42: 193- 200.

Urban J., Gągól J., 2009. *Dzieje eksploatacji piaskowców kunowskich i dolskich – świadectwa historyczne i przyrodnicze*. Materiały z konferencji „Kamień w budownictwie”, 17.04.2009 r. w ramach targów INTER- KAMIEŃ w Kielcach, s. 1-36.

Walendowski H., 2010. *Piaskowce kunowskie i dolskie*. Nowy Kamieniarz 45: 82.

Weiss A., 2001. *Topographic Position and Landforms Analysis*. 21<sup>st</sup> ESRI International Users Conference, San Diego, California, July 9-13, 2001: 9-13.

WIEM, darmowa encyklopedia, portalwiedzy.onet.pl.

Wikipedia, wolna encyklopedia, pl.wikipedia.org/wiki.

Wróblewski T., 2000. *Ochrona georóżnorodności w regionie świętokrzyskim*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Wróblewski T., 2020. *Historia wydobywania kopalin skalnych w regionie świętokrzyskim*. [W:] Głowska J., Szczepański J. (red.): Z dziejów Marmurów Kieleckich (1876 – 2016), Wyd. kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce, s. 15-22.

Wróblewski T., Wróblewska E., 1996. *Góry Świętokrzyskie – Mapa geologiczno-krajoznawcza 1:200 000*. Wyd. Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej, Warszawa.

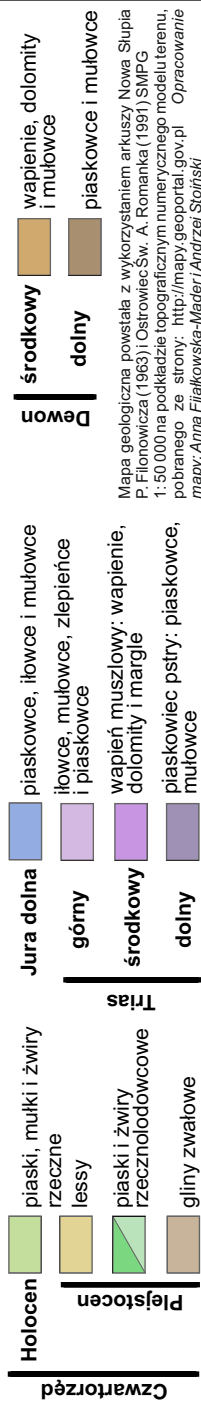
Zacharski J., 1995. *Stratygrafia i sedymentologia wapienia muszlowego północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich*. Praca magisterska, Arch. ING UJ, Kraków.

Złonkiewicz Z., Fijałkowska-Mader A., 2018. *Kamień w architekturze zespołu kościelno-klasztornego na Karczówce w Kielcach (Góry Świętokrzyskie)*. Przegląd Geologiczny 66: 421-435.

Żak C., Żakowa H., Maszowski E., Szrajnerowa K., Majewski Z., Jeżmański R., 1958. *Opinia geologiczna w sprawie rozbudowy kamieniołomu „Doły Biskupie” k/Nietuliska*. Spółdzielnia Pracy Dokumentacji Geologicznych i Robót Wiertniczych „Hydrowiert” w Kielcach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Kielcach.

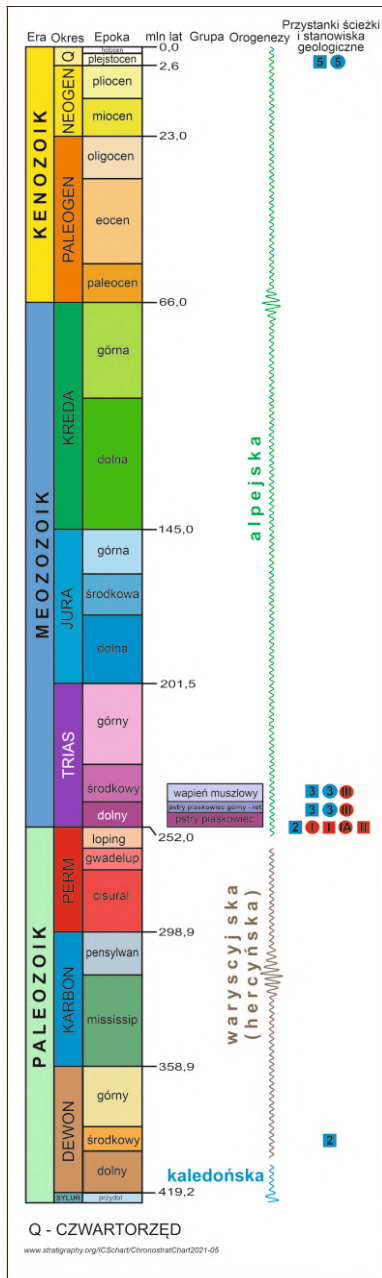


## Mapa geoturystyczna - Objaśnienia geologiczne:



Mapa geologiczna powstała z wykorzystaniem arkusza Nowa Słupia P. Filonowicza (1963) i Ostrowiec-Sw. A. Romanka (1991) SMPG 1:50.000 na podkładzie topograficznym numerycznym modelu terenu, pobranego ze strony: <http://mapy.geportal.gov.pl> Opracowanie mapy: Anna Fijałkowska-Mader/Andrzej Stoiński

## Tabela stratygraficzna z przystankami ścieżki i stanowiskami geologicznymi





**ISBN 978-83-962818-0-7**