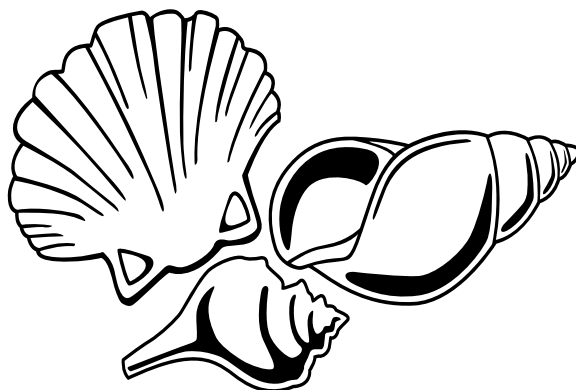


**Zanim Góra św. Anny wynurzyła się z morza.
Skamieniałości, jaskinie i drogie kamienie
wokół sanktuarium św. Anny**



Ścieżka dydaktyczna w rezerwacie geologicznym

Spis treści

Autorzy
Robert Niedźwiedzki (Instytut Nauk Geologicznych U.Wroc)
Marek Zarankiewicz (Zespół Opolskich Parków Krajobrazowych)

Zdjęcia: Robert Niedźwiedzki (RN), Marek Zarankiewicz (MZ),
Paweł Raczyński (PR)
Mapy: Marek Zarankiewicz,

Publikacja dofinansowana ze środków Wojewódzkiego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu

Wydawca:
Studio Graphito, Oborniki Śląskie, ul. Dworcowa 52, 55-120 Oborniki Śląskie,
ISBN 83-89898-30-6

Skład:
Marek Zarankiewicz

I. Kilka przydatnych definicji:	5
a) co to jest minerał i skała ?	5
b) skąd się wzięły wapienie ?	6
II. Zastosowanie skał opolskich przez człowieka	7
III. Krótka historia geologiczna Opolszczyzny	8
a) era paleozoiczna (dewon, karbon)	8
b) era mezozoiczna (trias, kreda)	9
d) era kenozoiczna	13
IV. Skamieniałości triasowe okolic Góry św. Anny	15
a) skamieniałości	23
b) jak bezpiecznie poszukiwać skamieniałości	23
c) szukanie skamieniałości w terenie	23
d) preparacja i przechowywanie znalezisk w domu	24
V. Wybieramy się w teren	24
a) co warto wziąć na wycieczkę po Górze św. Anny ?	24
VI. Ogólna charakterystyka terenu	25
a) Grzbiet Chełma	25
b) Góra Świętej Anny	26
VII. Co warto zobaczyć	27
• Pomnik Czynu Powstańczego	27
• Amfiteatr	29
• Amfiteatr - dawne toalety	31
• Punkt pod schodami	34
• Dolina Krowioka	35
• Kamieniołom bazaltu (rezerwat geologiczny)	36
• Użyteczne terminy przy studiowaniu kamieniołomu:	36
• Historia wulkanu	37
• Blok silnie spojonego piaskowca	39
• Odsłonięcie skał kredy na ścianie zachodnie	39
• Stanowisko z ciosem słupowym	40
• Ściana wschodnia z wapieniami karchowickimi	45
• Soczewa jaspisu	45
• Stożek brekcji tufowo-lawowej	46
• Grota z Lourdes przy północnym murze klasztoru	47
• Odsłonięcie bazaltu przy głównych schodach do bazyliki	47
• Kamieniołom wapienia w Ligocie Dolnej	48
• Okolice rezerwatu „Biesiec”	49
DODATEK	
VIII. Stanowisko paleontologiczne w Krasiejowie	50
a) środowisko powstania skał krasiejowskich	51
b) skamieniałości dolnej warstwy kostnonośnej (wodnej)	53
c) skamieniałości górnej warstwy kostnonośnej (lądowej)	55
IX. Bibliografia	58
X. Załącznik	59
XI. Informacje praktyczne	60

I. Kilka przydatnych definicji

a) co to jest minerał i skała ?



Minerałem nazywamy zespół atomów jednego lub kilku pierwiastków, a także związków różnych pierwiastków, powstały naturalnie i występujący w stanie stałym. Zdecydowana większość minerałów tworzy kryształy (fot.1). Ten sam pierwiastek albo związek chemiczny może tworzyć różne minerały, w zależności od ułożenia atomów w sieci krystalicznej. Na przykład dwa minerały: grafit i diament mają ten sam skład chemiczny (pierwiastek C - węgiel), ale ponieważ atomy węgla w obu przypadkach są inaczej ułożone, to grafit i diament radykalnie różnią się właściwościami. Diament jest najtwardszym minerałem świata, jest przezroczysty, prawie zawsze bezbarwny i ma bardzo silny połysk, podczas gdy grafit jest jednym z najbardziej miękkich minerałów świata, ma czarną barwę, słabszy połysk.



Fot. 1 Kryształ górski (MZ).

Do najczęstszych minerałów należą: kwarc (SiO_2), kalcyt (CaCO_3), aragonit (CaCO_3) i dwa minerały o skomplikowanym składzie chemicznym: skaień oraz mika (łyszczyk).



Fot. 2 Fragment skały bazaltowej (MZ).

Skała to po prostu zespół minerałów powstały na drodze naturalnej, bez ingerencji człowieka (fot. 2). Wbrew powszechnemu odczuciu, skała nie musi być twarda ani zwięzła, bowiem do skał zalicza się także glinę czy sypkie piaski i żwiry. Większość skał tworzona jest przez przynajmniej kilka minerałów, bywają jednak i skały złożone praktycznie tylko z jednego minerału, np. sól kamienna, gips, dolomit. Ze względu na pochodzenie, skały grupuje się w trzy wielkie kategorie:

magmowe – powstałe z krzepnięcia magmy w głębi Ziemi (są to skały głębinowe, np. granit, gabro) lub krzepnięcie lawy w strefie powierzchni Ziemi (są to skały wylewne, np. bazalt, andezyt).

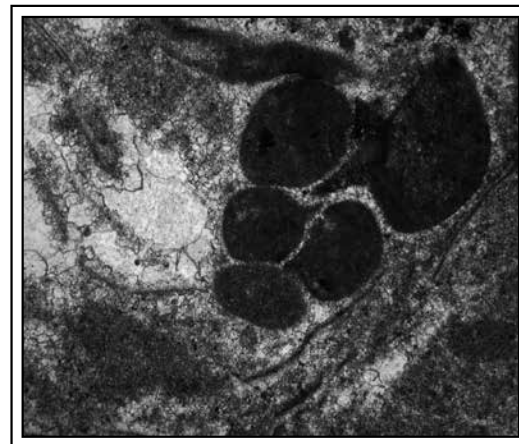
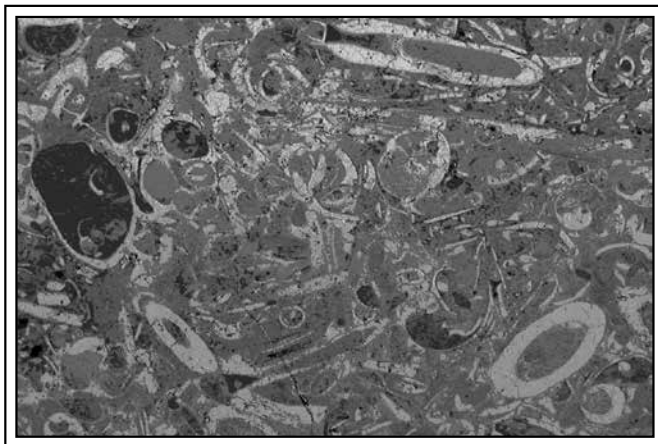
osadowe – powstałe w wyniku osadzania się na powierzchni Ziemi minerałów i okruchów skał lub muszli, pochodzących głównie z niszczenia (erozji) starszych skał i wytrącania się substancji z wody, a także z produkcji biologicznej. Najbardziej znanymi skałami osadowymi są zlepieńce, piaskowce, muły, ropy, wapień, margle, dolomity, węgle, sole kamienne, gipsy.

metamorficzne – powstałe w efekcie przeobrażenia się (metamorfozy) skał osadowych lub magmowych pod wpływem wysokiego ciśnienia i temperatury panujących w głębi Ziemi, np. gnejsy, łupki metamorficzne, marmury.

b) skąd się wzięły wapienie ?



W trakcie wycieczki poznamy przede wszystkim skały wapienne, czyli takie, w których głównym składnikiem jest węglan wapnia CaCO_3 . Skąd pochodzą takie wielkie ilości węglanów? Otóż opolskie morze triasowe było ciepłe i płytkie. Niewielka głębokość wód powodowała, że światło słoneczne przenikało wodę aż do dna, dzięki czemu na dnie mogły masowo rozwijać się rośliny (glony morskie), które potrzebują światła do fotosyntezy. Bujny rozwój glonów zapewniał z kolei pokarm niektórym zwierzętom, np. roślinożernym ślimakom, rybom. Te zaś były niezbędnym pożywieniem dla drapieżników, takich jak rekiny czy morskie gady. Po śmierci roślin i zwierząt, ich szczątki stawały się bazą pokarmową dla rozmaitych padlinożerców, np. krabów, robaków, a także dla rozkładających substancje organiczne bakterii. Na koniec rozłożone przez bakterie szczątki obumarłych organizmów dostarczały roślinom wielu niezbędnych do życia substancji. Cykl biologiczny się zamykał. Tak więc docierające do dna światło słoneczne oraz ciepłota wód umożliwiły bujny rozwój życia. Jak wiadomo z dzisiejszych mórz, około 30 % gatunków zwierząt posiada szkielecik lub muszelkę, w zdecydowanej większości zbudowane z węglanu wapnia. Również wiele glonów produkuje wapienne elementy szkieletowe. Po śmierci takich organizmów zostawały miliardy pustych muszelek, które stopniowo, wskutek różnych niszczących procesów, nazywanych zbiorczo erozją, rozpadały się na coraz to drobniejsze cząstki węglanowe. Najdrobniejsze cząsteczki węglanowe tworzyły muły wapienne, a większe ziarna, czasami widoczne gołym okiem ułamki muszli lub motki glonowe, formowały piaski wapienne. Po stwardnieniu, z mułów i piasków wapiennych powstały twarde skały węglanowe.



Fot.3 Mikroskopowe szlify skał wapiennych. Widoczna licznie pokruszona fauna morska to fragmenty małży, łódkonogów i ślimaków (PR).

II. Zastosowanie skał opolskich przez człowieka



Najstarszym surowcem skalnym wykorzystywanym przez człowieka na Opolszczyźnie były krzemienie, występujące przede wszystkim w żwirach i glinach powstałych w efekcie działalności lodolodu. Krzemień bardzo dobrze się łupie, dając niezwykle ostre i twarde krawędzie, idealne do przecinania skóry czy ścięgien oprawianej zwierzyny, daje się także formować w narzędzia typu siekiera albo topór. Pierwsze ślady obecności człowieka (wyroby krzemienne) z południowej Opolszczyzny pochodzą z Raciborza i datowane są na około 200 tys. lat. Z rejonu Góry św. Anny znane są wytwory krzemienne ze środkowego paleolitu (wieś Zakrzów), a znacznie liczniejsze pochodzą sprzed około 30 tys. lat.



Ryc. 1 Obróbka krzemienia.

W neolicie (5200 – 1900 lat p.n.e.), dość szeroko wykorzystywano także inne lokalne skały, np. wyrabiano toporki i siekierki z karbońskich piaskowców odslaniających się w rejonie Głubczyc lub Toszka.

W wiekach średnich zaczęto wydobywać twarde i odporne wapienie triasowe. Ich ławice tworzą niezbyt grube, równe płyty, przedzielone bardziej miękkimi ilami i marglami. Takie płyty łatwo odslonić i podzielić na poręczne bloczki, idealnie nadające się do budowy domów. Ciągle jeszcze można wokół Góry św. Anny napotkać malownicze, stare wiatraki albo stodoły zbudowane z białego wapienia triasowego.

Jednak prawdziwy złoty wiek dla opolskiego kamienia nastąpił w drugiej ćwiartce XIX wieku, wraz z rozwojem rewolucji przemysłowej, wzrostem zapotrzebowania na wapno oraz wynalezieniem cementu w 1824 r. Do produkcji obu materiałów potrzebny jest wapień, a ten w obfitości występuje na ziemi opolskiej. Szybko ukształtowały się dwa zagłębia produkujące „białe złoto” jak często nazywa się wapienie.

W pasie od Strzelec Opolskich do Krapkowic powstały setki pieców wapienniczych (fot. 4) i kamieniołomów je obsługujących, bazujących na wapieniu triasowym. Tylko w Gogolinie około 1850 r. doliczono się kilkudziesięciu pieców wapienniczych. Na Górze św. Anny do dziś są pozostałości 7 kamieniołomów wapienia. Drugi rejon wydobywczo-przemysłowy koncentrował się w Opolu i jego okolicach, wykorzystując wapienie i margle kredowe. Tu pierwsza duża cementownia powstała w 1857 r., zastępując stopniowo mniejsze wcześniejsze zakłady.

Jednocześnie w drugiej połowie XIX wzmaga się wydobycie bazaltu, skały bardzo użytecznej do wyrobu kostki drogowej czy wykorzystywanej jako tłuczeń, np. do torowisk kolejowych. Powstały wtedy przynajmniej trzy duże kamieniołomy bazaltu na Górze św. Anny. W 1812 r. w Dzierżysławiu koło Kietrza powstały pierwsze kopalnie gipsu, które po



Fot. 4 Piec wapienniczy (MZ) amfiteatr Góra Św. Anny.

1945 r. rozrosły się do postaci potężnej podziemnej kopalni o 5 poziomach wydobywczych sięgających 40 m poniżej gruntu. Na obszarach lessowych wokół Głubczyc i Głogówka, a także tam gdzie występowały ility (np. rejon Opola, Krasiejowa), już w średniowieczu rozwijały się cegielnie, produkujące cegłę i dachówki z lessów lub iłków. Wielki wzrost ilości cegielni na tych terenach nastąpił w XIX wieku, w związku z eksplozją demograficzną i rozwojem przemysłowym. Niewielkie cegielnie zbudowane też w pobliżu Góry św. Anny - w Lichyni koło Leśnicy w Zdziechowicach. Jednocześnie rozwój zastosowania cementu wymusił znaczny wzrost ilości piaskowni i żwirowni w rejonie, które licznie działają do dziś, np. w okolicach Kędzierzyna.

III. Krótka historia geologiczna Opolszczyzny

a) era paleozoiczna (dewon – karbon)



Najstarsze, odsłaniające się na powierzchni, skały południowej Opolszczyzny to utwory górnego dewonu i dolnego karbonu. Największe odsłonięcia tych skał są w Górach Opawskich, ale drobne wychodnie mamy też w okolicach Głubczyc (zwłaszcza w głębszych dolinach rzecznych), Toszku (góra zamkowa) i w Żyrowej (koło remizy strażackiej, obecnie przykryte glebą). Są to głównie ciemnoszare mułowce i piaskowce (tzw. szarogłazy), złożone z wielu różnych minerałów, wśród których widać skalenie, mikię i kwarc (fot. 5). Powszechnie można spotkać tam różne skamieniałości roślin, przede wszystkim uwęglone resztki łodyg skrzypów i paproci, rzadziej fragmenty liści czy nasion. Skamieniałości zwierząt są bardzo rzadkie i źle zachowane, opisano je głównie z Toszka. Po czeskiej stronie granicy znaleziono jednak w analogicznych utworach ładne amonity. Skały te powstały w głębokowodnym, oceanicznym zbiorniku, choć leżącym dość blisko lądów. Rzeki dostarczały piasek i muł pochodzący z niszczenia skał na lądzie do morza, gdzie osadzał się on w strefie przybrzeżnej, na szelfie. Co pewien czas gromadzony tam materiał, pod wpływem np. trzęsień ziemi albo sztormów zsuwał się po stoku kontynentalnym w głębsze partie oceanu.



Fot. 5 Szarogłazy znajdujące na polach w okolicy Zdziechowic (MZ).

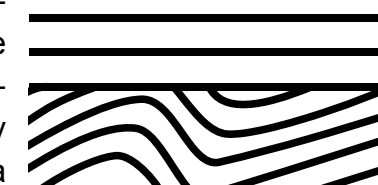
W trakcie tego zsuwania dochodziło do selekcji ziaren pod względem wielkości i w konsekwencji na dnie basenu oceanicznego powstawały powtarzające się sekwencje ławic: zlepniec – piaskowiec – mułowiec – iłowiec. Takie regularne sekwencje, powstałe dzięki prądom transportującym zawieszony osadu w głąbiny, nazywamy fliszem. Najbardziej znany flisz, to oczywiście ten budujący znaczne partie Karpat, ale również opisywane szarogłazy oraz mułowce z Opolszczyzny można zaliczyć do fliszu.

Zewnętrzna warstwa kuli ziemskiej, zwana litosferą, podzielona jest na potężne, nieustannie przesuwające się po półpłynnym podłożu, płyty kontynentalne lub oceaniczne (ryc. 2). W efekcie tego, układ lądów i oceanów w przeszłości geologicznej całkowicie odbiegał od współczesnego. Na przełomie dewonu i karbonu Opolszczyzna leżała w zupełnie innym miejscu niż dziś – na południowej półkuli, blisko równika, ponad 6500 km od współczesnej lokalizacji.

Okolo 318 mln lat temu, na przełomie wczesnego i późnego karbonu intensywne ruchy górotwórcze doprowadziły do drastycznych zmian. Głębokie morza i oceany w rejonie Śląska znikły, osady paleozoiczne (w tym dewońskie i dolnokarbońskie) zostały sfałdowane, czasem wciągnięte w głąb Ziemi i miejscami lekko zmetamorfizowane, a na powierzchni zamiast oceanów wypiętrzyły się z tych osadów wyniosłe łańcuchy górskie. W pobliskim rejonie Wałbrzycha, w wielkiej kotlinie śródgórskiej, rozwinęły się potężne bagna porośnięte bujną roślinnością, z której następnie powstały złoża węgla. Podobnie było na sąsiednim Górnym Śląsku, choć tam roślinność rozwijała się głównie nad brzegami morza. Z rejonu Góry św. Anny nie mamy osadów górnego karbonu i permu. Czy powstały, a potem zostały zniszczone przez erozję? A może warunki nie sprzyjały trwałemu osadzeniu skał? Nie wiadomo. Na pewno przez długi okres późnego karbonu i permu, trwający blisko 70 mln lat, wiele skał dolnokarbońskich uległo na Opolszczyźnie erozji, gdyż skały młodsze, triasowe leżą poziomo na mocno nachylonych i ściętych przez erozję warstwach dolnokarbońskich piaskowców, tworząc tzw. niezgodność kątową (ryc. 3). Przed triasem zniszczone zostały także wspomniane wcześniej góry.



Ryc. 2 Przekrój wnętrza ziemi (ABC przyrody).



Ryc. 3 Niezgodność kątowa.

b) era mezozoiczna (trias, kreda)

W okresie triasowym, czyli w przedziale czasu 250-200 mln lat temu, rejon Góry św. Anny, który dzisiaj znajduje się na szerokości geograficznej 50°27', leżał znacznie bardziej na południe (ponad 3 tys. km od dzisiejszego położenia), w okolicy zwrotnika Raka (23° szerokości geograficznej), a więc na szerokości obecnej Zatoki Perskiej (ryc. 4). Dlatego klimat Opolszczyzny był wówczas gorący i suchy i na początku triasu osadzały się na Śląsku Opolskim osady kontynentalne, o typowej dla półpustynnych terenów czerwonej barwie. Są to głównie mułowce i piaskowce rzek i płytkich, choć rozległych jezior. Rzeki i jeziora wypełniały się wodą w okresie rzadkich, ale ulewnych deszczy, w pozostałym czasie były wyschnięte. Były to więc zbiorniki okresowe. Część czerwonych osadów reprezentuje zapewne dawne wydmy, czyli duże wzgórza sypkiego

piasku, nieustannie przesuwane przez pustynne wiatry. Takie utwory, powstałe dzięki działaniu wiatru, nazywamy eolicznymi. Rzeźba terenu była dość wyrównana, nizinna, bez większych gór, ponieważ długotrwała erozja w permie zniszczyła pasma górskie powstałe podczas karbońskich ruchów górotwórczych.



Ryc. 4 Zmiany położenia kontynentów (ABC przyrody).

W kontynentalnych utworach dolnego triasu skamieniałości jest mało i są one słabo zróżnicowane. Przeważają skamieniałe, mikroskopijnych rozmiarów pyłki roślin, a także bardzo drobne (kilka milimetrów) szkieleciki wodnych skorupiaków. W utworach tych bywają też zachowane, miejscami bardzo liczne, tropy wymarłych dziś grup płazów i gadów. Zwierzęta te wchodząc, na wilgotny osad, pozostawiały odciski swych łap, które następnie zasypywała kolejna warstwa osadu, tworząc odlewy tropów. Bardzo liczne znaleziska tropów opisano z Gór Świętokrzyskich, na Opolszczyźnie jednak takich odkryć nie ma, zapewne z powodu braku kamieniołomów, odsłaniających te utwory. Z czego wynika ogólne ubóstwo skamieniałości w dolnym triasie? Jak wspomnieliśmy, utwory te powstały na suchych, półpustynnych obszarach. Wiadomo zaś, że na pustyniach i półpustyniach żyje niewiele roślin i zwierząt. W dodatku tylko znikoma ilość organizmów ma szansę po swojej śmierci przekształcić się w skamieniałości. Nawet w sprzyjających warunkach współczesnych mórz, zaledwie około 1 % żyjących w danym miejscu zwierząt zachowuje się jako skamieniałości. Na lądzie, w okresowo wysychających jeziorach i rzekach, szanse utworzenia się skamieniałości są znacznie mniejsze, choćby z racji dostępu tlenu atmosferycznego do zwłok padłych organizmów, co skutkuje kompletnym rozkładem, a także z powodu niszczenia zwłok przez czynniki atmosferyczne, np. ziarna piasku unoszone wiatrem stopniowo kruszące kości czy wielkie różnice temperatury między dniem a nocą na pustyni, co powoduje wysuszenie, pęknięcie i rozpad szkieletów. W dodatku na lądzie zasypywanie zmarłych zwierząt i roślin przez osad przeważnie trwa bardzo długo, toteż większość świeżo zmarłych organizmów pada ofiarą padlinożerców.

246 mln lat temu ogólnosiwiatowy trend podnoszenia się poziomu oceanów doprowadził do stopniowego zalania wcześniejszych lądów i utworzenia rozległego, choć płytkiego morza, tzw. Morza Germańskiego, obejmującego prawie cały obszar dzisiejszej Polski (bez Karpat), Niemiec (bez Alp), Holandii, wschodnią Francję i Anglię. W Polsce utrzymało się ono przez 15 mln lat. Akwen ten był w znacznym stopniu

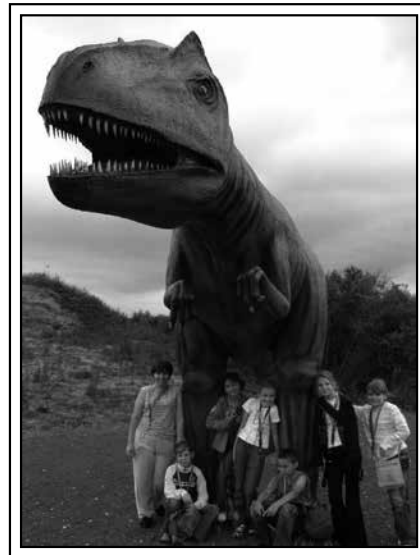
izolowany od leżącego na południu oceanu Tetydy przez wielkie wyspy. Trzy wąskie i długie cieśniny, w dodatku czasami zanikające, nie wystarczały do łatwej wymiany wód i organizmów pomiędzy oboma basenami, toteż faunę Morza Germańskiego cechuje pokaźny endemizm, stwierdzony m.in. w utworach kamieniołomów Ligoty Dolnej i Góry św. Anny, gdzie w większości skalnych formacji ponad połowa gatunków to formy znane wyłącznie z Opolszczyzny albo tylko z basenu germańskiego. Najważniejsza z tych trzech cieśnin zaczynała się właśnie na Śląsku, w rejonie czeskiej Ostrawy, skąd prowadziła na południe, ku oceanowi. Dlatego w opolskich skałach możemy znaleźć więcej zwierzęcych gości z odległego oceanu południowego, niż w Niemczech czy w rejonie świętokrzyskim. W naj-niższej części profilu triasu morskiego, widocznej w Gogolinie, można znaleźć dowody trzęsień ziemi, w postaci m.in. nagromadzeń dużych bloków skalnych oderwanych i przetransportowanych w głąb morza przez osuwiska i fale wywołane trzęsieniami (tsunami). Później aktywność sejsmiczna wyraźnie zmalała.

Ogólnosiwiatowy trend do obniżania poziomu oceanów doprowadził do stopniowego wycofania się morza z rejonu opolskiego pod koniec środkowego triasu (około 230 mln lat temu). Powróciły warunki znane z wczesnego triasu – nizinne lądy o suchym, gorącym powietrzu, z czasowo zanikającymi jeziorami i okresowymi rzekami. Wskutek odparowania, woda w wysychających jeziorach często była mocno słona, stąd też wytrącały się z niej sole – gipsy, a sporadycznie także kryształki soli kamiennej. Powstały wtedy grube kompleksy czerwonych rzecznych piaskowców i jeziornych ilowców.

Tabela stratygraficzna			
		Wydarzenia	
Kenozoik	Czwartorzęd	Holocen początek 10 tysięcy lat temu	Topnieją lądolody, w wyniku czego podnosi się poziom mórz. Człowiek buduje wioski i miasta.
		Plejstocen początek 1,8 milionów lat temu	Czas zlodowaceń. Wymierają mastodonty. Pojawia się człowiek współczesny.
		Pliocen początek 5 milionów lat temu	Na lądach rozwój wielkich drapieżników
	Trzeciorzęd	Miocen początek 23 milionów lat temu	Góry Skaliste ulegają ponownemu wypiętrzaniu. Pojawiają się pierwsze istoty człekokształtne.
		Oligocen początek 34 milionów lat temu	Rozpoczyna się wypiętrzanie Alp i Himalajów. Pojawiają się mastodonty i małpy.
		Eocen początek 56 milionów lat temu	Rozwijają się trawy. Pojawiają się zwierzęta koniowate.
		Paleocen początek 65 milionów lat temu	Powstają Góry Skaliste. Szybki rozwój ssaków.
Mezozoik	Kreda początek 145 milionów lat temu	Rozkwit dinozaurów. Pojawiają się rośliny kwiatowe. Pod koniec kredy wymierają dinozaury i amonity	
	Jura początek 200 milionów lat temu	Rozkwit dinozaurów. Pojawiają się ptaki. Rosną drzewa iglaste i sagowce.	
	Trias początek 251 milionów lat temu	Następuje szybki rozwój gadów. Pojawiają się pierwsze ssaki.	
Górny Paleozoik	Perm początek 299 milionów lat temu	Pojawiają się owady. Następuje rozwój płazów. Wymiera 95% ówczesnej fauny	
	Karbon początek 359 milionów lat temu	Następuje wypiętrzanie Apalachów. Rozwijają się lasy, z których później powstanie węgiel.	
	Dewon początek 416 milionów lat temu	Szeroko rozpowszechnione są rekiny i inne wielkie ryby. Rozwija się roślinność.	
Dolny Paleozoik	Sylur początek 444 milionów lat temu	Rośliny wychodzą na ląd. Licznie występują głowonogi z muszlami.	
	Ordowik początek 485 milionów lat temu	Pojawiają się prymitywne koralowce i ryby. W morzach żyją różnorodne formy bezkręgowców.	
	Kambr początek 542 milionów lat temu	Większość obszaru Europy pokrywa morze. Bardzo rozpowszechnione są trylobity. Pojawia się większość ówczesnych typów fauny	
Prot Arch	Prekambr początek 4,6 miliarda lat temu	Powstaje skorupa ziemiska. Pod koniec pojawiają się prymitywne rośliny i zwierzęta.	

Ryc. 5 Tabela stratygraficzna.

W bardziej wilgotnych okresach, na brzegach rzek i jezior, rozwijała się bujna roślinność skrzypów, drzew iglastych, paproci, na której żerowały małe zwierzęta, a na nich wielkie płazy i gady. Niestety większość z tych zwierząt nie zachowała się z powodu niezbyt korzystnych warunków środowiska. Jednak w kilku miejscach na Opolszczyźnie wystąpiły krótkotrwałe warunki sprzyjające skamienieniu szkieletów i muszli. Kilka takich miejsc znamy z okolicy wsi Lisów, ale najcenniejsze i najświetniejsze opisano w 2000 r. z Krasiejowa koło Ozimka (fot. 6). Znakomicie zachowane i niezwykle liczne czaszki i duże fragmenty szkieletu pozaczaszkowego stały się ogólnoswiatową sensacją. Wydobyto stamtąd m.in. ponad 100 wielkich czaszek (przekraczających 0,5 m) drapieżnych płazów zwanych tarczogłowymi (ponieważ miały głowę i przednią część tułowia pokrytą ciężkimi płytami kostnymi). Długość ciała krasiejowskich płazów szacuje się na ponad 2 metry – mało w odniesieniu do monstrualnych dinozaurów jury, ale imponująco dużo w porównaniu do dzisiejszych płazów, np. żaby. Odkryto także wspaniałe szkielety rybożernego gada, którego czaszka osiąga 70 cm, a szacowana długość ciała 3,5 m. Gad ten, choć niespokrewniony z krokodylami, był bardzo podobny zewnętrznym do współczesnego gawiala z Indii. Wreszcie nieliczne, ale najcenniejsze znaleziska pradinozaura o nazwie silezaur. Jest to prawdopodobnie najstarszy dinozaur (lub jego bezpośredni przodek) na świecie. Opis wykopaliska w Krasiejowie znajduje się w kolejnych rozdziałach.



Fot. 6 Ze względu na wykopaliska Krasiejów stał się licznie odwiedzanym miejscem (MZ).

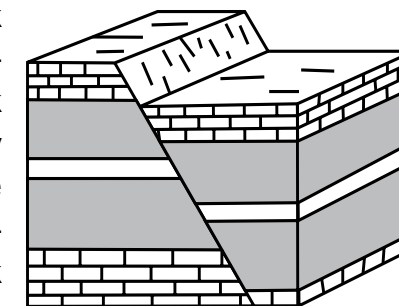
Utworów jury i kredy dolnej nie ma prawie na całej Opolszczyźnie, podobnie jak i w Sudetach. Dotyczy to także rejonu Góry św. Anny. Morze dotarło do św. Anny na początku późnej kredy (99 mln lat temu) i szumiło tu przez kilkanaście milionów lat. Miało to związek z największym w dziejach Ziemi globalnym podniesieniem się poziomu mórz i oceanów. W swoim maksimum poziom oceanów był wyższy od dzisiejszego o około 200 metrów, co skutkowało zalaniem prawie całej Europy, w tym większości Polski. Klimat był znacznie cieplejszy od współczesnego i jednocześnie dość wilgotny. W okolicach bieguna północnego temperatura latem osiągała 19°C, a zimą wynosiła kilka stopni, nie spadając poniżej 0°C. Temperatura wód powierzchniowych w morzach otaczających południowy biegun przekraczała 20°C. Nie było olbrzymich czap lodowych na biegunach, toteż na Ziemi istniały małe różnice klimatyczne nawet pomiędzy odległymi rejonami.

Morze opolskie nie było zbyt głębokie, nie przekraczało 150 m. W takim ciepłym i płytkim morzu bujnie rozwijały się organizmy, głównie o wapiennych muszlach, cały czas dostarczając surowca do powstania osadów wapiennych. Jednocześnie z pobliskiej wyspy sudeckiej trafiało dużo piasku (gdy ląd był blisko) i iłu (gdy linia brzegowa oddalała się wraz z zalewaniem lądu). Dlatego początkowo osadzały się piaski, a potem margle i wapień. Piaski kredowe cenomańskiego wieku odsłaniają się we wschodnich dzielnicach Opola, na południe od Głubczyc, a także na Górze św. Anny, gdzie zachowały

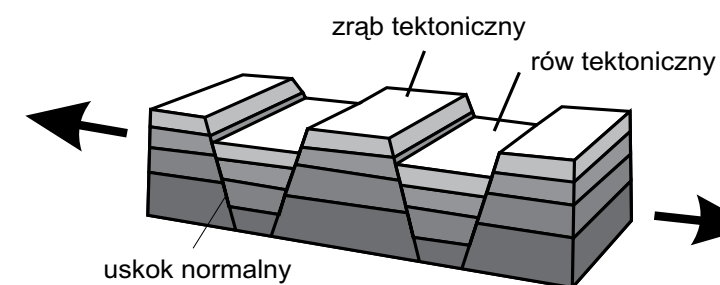
się jako wielkie bloki (do 70 m) zatopione w lawie wulkanicznej. Natomiast margle i wapień, zaliczane wiekowo do podjednostek kredy: turonu i koniaku, były przedmiotem eksploatacji w kamieniołomach Opola, a w niewielkich blokach lub płatach znane są także z Góry św. Anny i okolic Głubczyc (np. Boguchwałów, Nowa Cerekiew).

c) era kenozoiczna

Skał najwyższej kredy oraz dolnej części ery kenozoicznej (paleogenu – 65 - 23 mln lat) w większej części Opolszczyzny nie ma, z wyjątkiem bazaltów paleogeńskich. Nie znaczy to, że nic się wtedy nie działo. Na wielką płytę europejską zaczęła wówczas napierać sunąca od południa równie potężna płyta afrykańska (ryc. 9). Leżący między nimi rozległy ocean Tetydy uległ wskutek tego likwidacji, a osady denne tego oceanu, w wyniku ściskania między dwoma płytami działającymi jak szczęki imadła, zostały sfałdowane, wypchnięte do góry lub wciągnięte w głąb Ziemi i często przemieszczone na północ przez pchającą płytę nawet na paręset kilometrów. Tak powstały Karpaty (w tym Tatry) i Alpy. Śląsk Opolski leżał na bardziej sztywnych skałach, daleko od likwidowanej w paroksyzmach Tetydy, toteż zmiany nie były tu tak drastyczne. Jednak stały nacisk płyty afrykańskiej na Europę spowodował pod koniec paleogenu rosnące naprężenie wewnątrz skał opolskich. Zaczęły powstawać głębokie pęknięcia, a następnie wzdłuż tych pęknięć



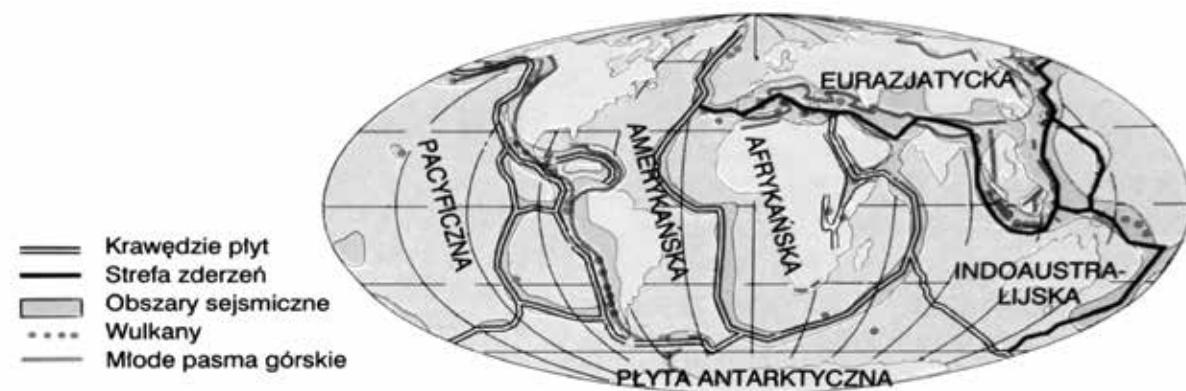
Ryc. 7 Uskok normalny.



Ryc. 8 Zrąb tektoniczny.

fragmenty skorupy ziemskiej przesuwali się w górę lub w dół. Takie zjawisko nazywamy uskokiem (ryc. 7). W tym czasie powstała większość istotnych uskokiów Opolszczyzny. Czasami powstawała seria dużych uskokiów, tak że wzdłuż nich wypiętrzał się na kilkadziesiąt metrów blok, tworząc wyniesione pasmo, wyraźnie wyróżniające się jako długie wyniesienie o stromych zboczach, z obu stron ograniczone uskokiemi. Taką strukturą, nazywaną zrąbem tektonicznym (ryc. 8) (albo z niemieckiego horstem), jest np. Grzbiet Chełma, na którym leży Góra św. Anny.

Inną konsekwencją wzrastających naprężeń w głębi Ziemi oraz powstania głębokich uskokiów, sięgających kilkadziesiąt kilometrów w głąb, było upłynnianie się części skał leżących pod skorupą ziemską, a następnie wypływanie ich wzdłuż uskokiów w postaci lawy bazaltowej i powstawanie wulkanów. Większość wulkanów i law opolskich utworzyła się około 28-23 mln lat temu (późny paleogen, wczesny neogen).

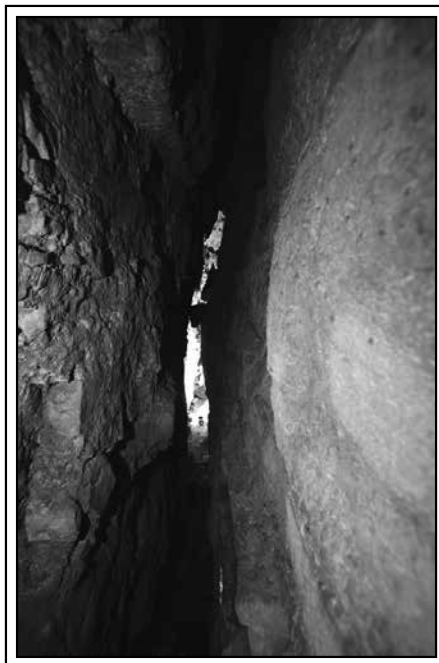


Ryc. 9 Krawędzie płyt litosfery (ABC przyrody).

Jednocześnie gorący, wilgotny klimat paleogenu sprzyjał krasowieniu, czyli rozpuszczaniu licznych skał wapiennych triasu w rejonie Góry św. Anny i tworzeniu się w nich jaskiń (fot. 7). Szereg małych jaskiń opisano w okolicy Góry św. Anny, największą z nich w rejonie Ligoty Górnej jest Jaskinia Ligocka (12 m długości).

W neogenie (23-1,8 mln lat) osady powstawały przede wszystkim na południe od Góry św. Anny, w ukształtowanym wcześniej rowie tektonicznym Kędzierzyna oraz koło Głubczyc. Były to m.in. utwory płytkiego morza, okresowo wysychającego, gdyż powstały wtedy duże złoża gipsów, wydobywane w Dzierżysławiu do 1974, a po czeskiej stronie granicy do dziś.

Około 630 tys. lat temu na południową Opolszczyznę wkroczył lądolód (tzw. zlodowacenie południowopolskie), stopniowo nasuwający się od Skandynawii. Wydaje się pewne, że nawet Góra św. Anny była przykryta grubą warstwą lądolodu. Po długotrwałym ociepleniu i cofnięciu się mas lodowych, kolejny lądolód (tzw. zlodowacenie Odry) pojawił się 300 tys. lat temu. Wówczas sam czubek Góry św. Anny być może wznosił się ponad powierzchnię lodową. W czasie schyłkowej fazy obu zlodowaceń z lodu wytapiały się wielkie masy osadu przyniesionego z dna Bałtyku i Skandynawii, w tym potężne głazy, głównie granitowe, zwane głazami narzutowymi (fot. 8). Te gliny lodowcowe oraz piaski i mułki rzek wypływających spod lądolodu uformowały pokaźną pokrywę osadów polodowcowych, obecną na północ i południe od rejonu Grzbietu Chełma. Na samym Grzbiecie erozja usunęła większość takich utworów. Ostatnie zlodowacenie (północnopolskie, około 20 tys. lat temu) nie dotarło na Opolszczyznę, jednak osadzał się tam wywiewany z pól lodowych północnej Polski drobny pył, kształtując grube pokrywy skały zwanej lessem,



Fot. 7 Jaskinia Chełmska (Lesław Klim) (okolicie rezerwatu Biesiec).



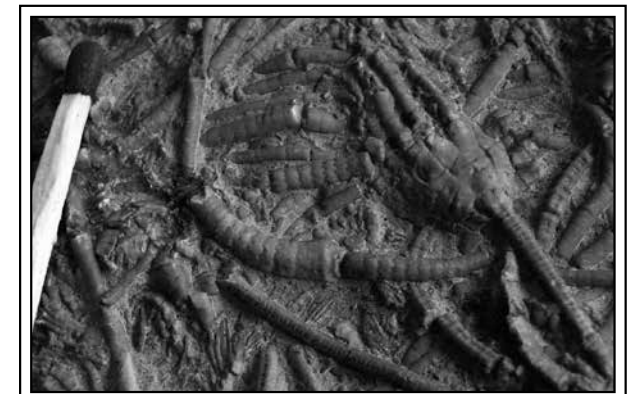
Fot. 8 Na terenie parku można znaleźć liczne głazy narzutowe (MZ).

charakterystycznej zwłaszcza dla Płaskowyżu Głubczyckiego, ale obecnej także i na Górze św. Anny. Na lessach rozwijały się następnie bardzo żyzne gleby.

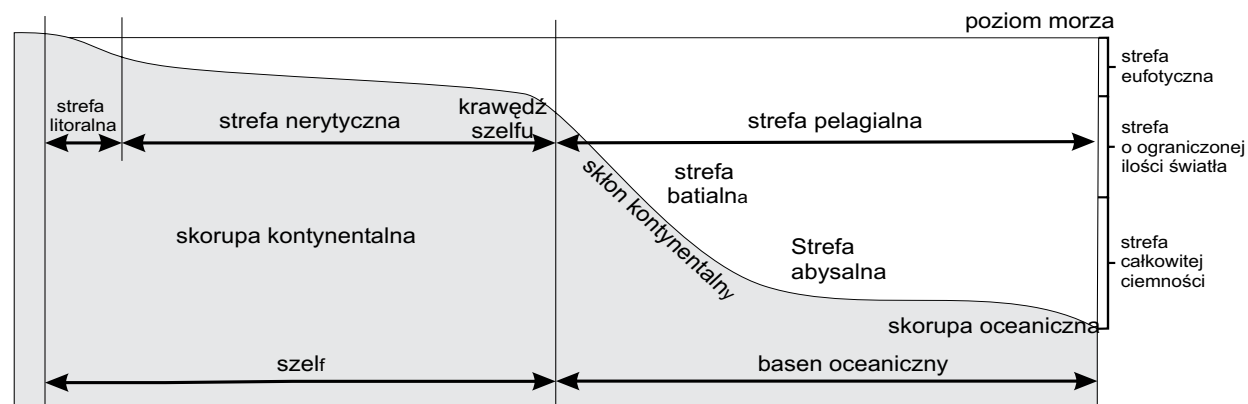


IV. Skamieniałości triasowe okolic Góry św. Anny

Znaczna ciepłota Morza Germańskiego, typowa dla strefy zwrotnikowej i niewielka głębokość sprzyjały intensywnemu rozwojowi flory i fauny, szczególnie w rejonie Góry Św. Anny, który leżał blisko brzegu i nieopodal jednej z cieśnin łączącej morze z oceanem Tetyda. Przez większość czasu okolice Góry św. Anny znajdowały się w obrębie pasa lagun lub łańcucha podwodnych mielizn, tworzących barierę oddzielającą laguny od otwartego morza. Głębokość wód nie przekraczała wtedy znacząco 10 m. W takich płytkich wodach najlepiej rozwijały się zwierzęta żyjące na dnie, zwłaszcza małże, ślimaki i morskie bezkręgowce o kształcie kwiatu, zwane z tej racji liliowcami zasiedlające stoki barier. Te ostatnie występowały masowo, formując rozległe podmorskie „łaki” liliowcowe (fot. 9,16,19). Po śmierci, szkielet liliowców rozpadał się na setki pojedynczych elementów, które w efekcie olbrzymiej liczebności budują jeden z częstszych typów skał Góry św. Anny – wapienie krynoidowe (od łacińskiej nazwy liliowców - *Crinoidea*). Jeszcze pospolitsze są wapienie powstałe z osadów barierowych i złożone z miliardów onkoidów – struktur glonowych, rozwijających się dzięki dobremu nasłonecznieniu (niezbędnemu do fotosyntezy u glonów) i ciągłemu falowaniu. Intensywny rozwój roślin wodnych na barierach stał się podstawą prosperity ślimaków, zarówno roślinożernych, żerujących na glonach, jak



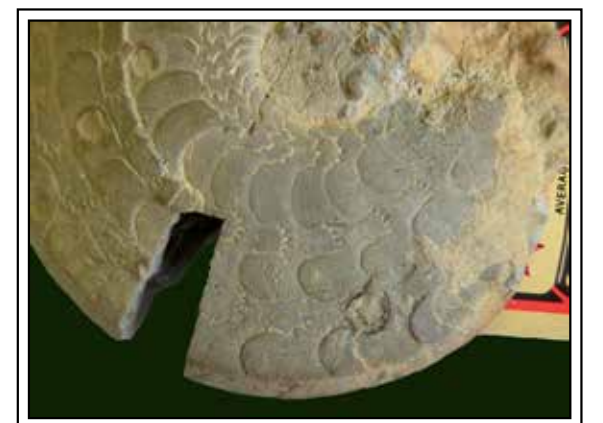
Fot. 9 Dobrze zachowane szkielety liliowców (RN) (Gogolin)



Ryc. 10 Strefy naświetlenia zbiornika wodnego, w zależności od głębokości

i drapieżnych, odżywiających się często swoimi bardziej łagodnymi krewniakami. W czasie maksimum transgresji morza, Góra św. Anny na krótko znalazła się w obrębie otwartego, głębszego (powyżej 30 m) morza, na przedpolu barier i w strefie intensywnych sztormów. Wówczas osadziły się ławice muszlowców, złożone prawie wyłącznie z samych muszli ramienionogów. Te reliktowe dziś stworzenia, znane głównie z wyjątkowo niesprzyjających życiu okolic (wielkie głębiny oceaniczne, pionowe ściany fiordów), w przeszłości były niezwykle rozpowszechnione i zasiedlały płytkie morza. Ramienionogi żyły w niewielkich skupiskach na stokach barier, skąd sztormy porwały muszle, przenosiły je na północ w głąb morza i tam deponowały w postaci wspomnianych muszlowców. W przeciwieństwie do organizmów dennych, znacznie rzadsze są zwierzęta pływające w toni wodnej, np. łodziki, amonity, morskie kręgowce. Wynikało to z niewielkiej głębokości i sporej burzliwości wód w trakcie depozycji osadów barier podwodnych. Z kolei w lagunach wody były niewątpliwie spokojniejsze, ale prawie nieruchome, co skutkowało deficytem tlenu, a intensywne parowanie w ciepłym klimacie prowadziło do czasowego zwiększenia zasolenia. W rezultacie laguny zasiedlały przede wszystkim najbardziej wytrzymałe na takie warunki małże.

Bogactwo świata organicznego spowodowało, że z kamieniołomów Górażdzy, Gogolina, Góry św. Anny i Strzelec Opolskich pozyskano i opisano bardzo dużą ilość nowych dla nauki, wymarłych gatunków. Część z nich występowała wyłącznie na Śląsku. Wśród samych tylko bezkręgowców z triasu opolskiego ustanowiono około 120 nowych gatunków, a doliczyć trzeba także ryby, gady i mikroorganizmy. Z kamieniołomu w Górażdżach pochodzą, zaliczane do najstarszych na świecie (240 mln lat), znaleziska przodków współczesnych koralów, a z Kamienia Śląskiego jedne z najdawniejszych raf koralowych wytworzonych przez żyjące do dziś grupy koralowców. Wcześniejsze rafy były budowane przez całkowicie odmienne, wymarłe grupy koralów, a częściej przez inne organizmy, przeważnie gąbki. Z koralowcami z Górażdzy wiąże się zresztą jedna z bardziej tajemniczych zagadek paleontologii. Otóż ćwierć miliarda lat temu, pod koniec ery paleozoicznej, dochodzi do monstualnego, największego w dziejach Ziemi wymierania dotychczasowej fauny i flory. W tej prawdziwej apokalipsie, zginęło 95% żyjących wówczas gatunków zwierząt morskich (dla porównania wymarło 75% gatunków morskich - słynna zagłada dinozaurów i towarzyszących im organizmów pod koniec kredy). Całkowita zagłada dotknęła wszystkie grupy starożytnych koralów. Przez kolejne 7 mln lat nie ma najmniejszego śladu istnienia koralów, aż do nagłego pojawienia

Fot. 10 Jeżowiec *Micraster leskei* (MZ).Fot. 11 Gąbka *Leptophragma* (MZ).Fot. 12 Małż *Enantiostrongylus difformae* (MZ).Fot. 13 Ramienionóg *Hirsutella hirsuta* (RN).Fot. 14 Fragment amonita *Noetlingites stombecki* (RN) (Góra Św. Anny).Fot. 15 Ramienionogi *Coenothiris vulgaris* (RN) (Górażdże).



Fot. 16 Wapień z dużym nagromadzeniem liliowców *Dadocrinus* (RN) (Gogolin).



Fot. 17 Kielich liliowca *Dadocrinus* (RN) (Gogolin).



Fot. 18 Małż *Plagiostoma lineatum* ze śladami obrastających go mały (RN) (Góra Św. Anny).



Fot. 19 Łódkonogi *Entalis laevis* (PR) (Góra Św. Anny).



Fot. 20 Małż *Newaagia noetlingi* (MZ) (Góra Św. Anny).



Fot. 21 Ramienionóg *Decurtella decurtata* (RN) (Góra Św. Anny).



Fot. 22 Ramienionóg *Tetractinella trigonella* (MZ) (Góra Św. Anny).



Fot. 23 Wężowidło *Arenorbis squamosus* (MZ) (Ligota Dolna).



Fot. 24 Małż *Prospodylus comtus* (RN) (Góra Św. Anny).



Fot. 25 Szkielet gada morskiego notozaura (RN) (Gogolin).



Fot. 26 Martwica wapienna -liść z czwartorzędu (MZ)
(okolice Leśnicy).



Fot. 27 Szczęka gada morskiego notozaurida (RN)
(Krapkowice).



Fot. 28 Ślimak znaleziony w warstwach
gogolińskich (MZ)
(Dolina Krowioka).



Fot. 29 Ząb ryby dwudysznej
Ceratodus (RN)
(Gogolin).

się w pełni uformowanych współczesnych koralowców m.in. w Górażdżach. A przecież te nowe grupy musiały wywodzić się od swych wymarłych przodków, czemu więc nie ma żadnych znalezisk? Być może przez jakiś czas istniały tylko w postaci pozbawionej szkieletu? Albo gdzieś, w skałach Góry św. Anny czy Ligoty Dolnej, czekają jeszcze na swego odkrywcę?

Jednak trias opolski jest w świecie znany nie tylko jako miejsce odkrycia nieznanych wcześniej nauce zwierząt, ale także z racji odnalezienia tam wyjątkowo pięknie zachowanych skamieniałości gadów i liliowców. W triasie pojawiają się jedne z pierwszych morskich gadów. Oczywiście jako formy inicjujące kolonizację nowego środowiska, nie były one jeszcze przystosowane do całkowitego porzucenia lądów i prowadziły ziemnowodny tryb życia. Podobnie jak dzisiejsze foki, gady te musiały wychodzić na ląd w celu rozrodu i odpoczynku. Najpospolitsze i jednocześnie żyjące wyłącznie w tym okresie były notozaury, duże zwierzęta dorastające do 4 m długości. Ich wydłużony, pełen wąskich i ostrych zębów pysk wykazuje wyraźne przystosowanie do łapania ryb, podobnie jak pokaźna szyja u niektórych gatunków. Wielką kolekcję kompletnych szkieletów gadów morskich zdołano zgromadzić z Opolszczyzny pod koniec XIXw. Występowały one prawie wyłącznie w utworach lagunowych, powstałych na samym początku transgresji morza, gdyż tylko wtedy ląd był na tyle blisko, by mogły nań wypoczywać. Utwory te odsłaniają się w Gogolinie, Zakrzowie i Krapkowicach i stamtąd pochodzą wszystkie większe znaleziska opolskie. Oprócz notozaurów, napotkano także fragmenty dziwnego gada *Tanystropheus*, u którego połowę sześciometrowego ciała stanowiła szyja oraz przodków plezjozaurów – grupy, która będzie prawdziwym postrachem mórz jury i kredy. Niestety, olbrzymia większość tej bezcennej kolekcji, przechowywanej w Muzeum Geologicznym Uniwersytetu Wrocławskiego, uległa zniszczeniu w czasie oblężenia Wrocławia w 1945. Ocalałe okazy chronione są do dziś we Wrocławiu.

Z tych samych miejsc co gady, wydobyto szkielety liliowców. Choć liliowce występują powszechnie w całym profilu morskiego triasu Opolszczyzny, to prawie zawsze w postaci izolowanych, malutkich płytek i członów łodygi. Jest to bowiem grupa zwierząt o bardzo silnej tendencji do pośmiertnego rozpadania się na fragmenty, nawet w spokojnych wodach. Dlatego tak unikalne są kompletne, nieuszkodzone kielichy. Na szczęście los obszedł się z nimi łaskawiej niż z eksponatami gadzimi i przetrwały wojnę w dobrym stanie, dzięki czemu, we wrocławskim muzeum, możemy podziwiać ich efemeryczne piękno zastygnięte w kamieniu. Z Gogolina, Ligoty Dolnej i Zakrzowa pochodzą też malutkie zęby rekinów. Laikom ich kształt kojarzy się bardziej z niewielkim ziarnem fasolki, aniżeli z groźnym drapieżnikiem, ale ówczesne żarłaczce polowały głównie na małże i ramienionogi, więc potrzebowały takich płaskich, szerokich zębów do miażdżenia muszli u swoich ofiar. Obok rekinich, napotkać można pokaźne (4 cm) zęby ryb dwudysznych, osiągających 2 m długości. Obecnie ryby te żyją w wodach słodkich strefy tropikalnej, gdzie w czasie suszy zbiorniki często wysychają. Próbując dostosować się do zmiennego środowiska, wykształciły płuca, dzięki którym mogą odbywać dalekie wędrówki po lądzie w poszukiwaniu nowych akwenów. W skrajnych przypadkach zagrzebują się w wysychającym mule, otaczają kokonem i zamknięte w spieczonej słońcem skale są w stanie oczekiwać nawet 4 lata na powrót wody. Zęby służą im do wrywania roślin wodnych, które połykają, ale trawią tylko zwierzęta żyjące na tych roślinach. Jak wynika ze

znalezionych w utworach morskich Gogolina zębów, ryby dwudyszne w triasie zasiedlały także morza, choć również wtedy część tych zwierząt zamieszkiwała jeziora, gdyż kilka zębów stwierdzono w kopalni w Krasiejowie, słynnej z odkrycia cmentarzyska szkieletów wielkich płazów i gadów, w tym najstarszych na świecie pradinozaurów.

Wspomnieć wreszcie należy o amonitach. Te wymarłe głowonogi, spokrewnione dość blisko ze współczesnymi ośmiornicami i reliktowym dziś łodzikiem, żyjącym już tylko w tropikalnych morzach wokół Filipin i Australii, były całkiem pospolite w młodszych osadach jury czy kredy, ale w morzu triasowym okolic Góry św. Anny stanowią prawdziwą rzadkość. Tym niemniej, pojedyncze okazy, niekiedy bardzo spektakularnej urody, znaleziono w ostatnich latach w Górażdżach, Ligocie Dolnej i na Górze św. Anny. Endemitem, ograniczonym wyłącznie do Morza Germańskiego, był też jeden z najsynniejszych w paleontologii amonitów – *Ceratites*. I również te zwierzęta znamy z Opolszczyzny, gdyż o ich licznych występowaniu donoszono wielokrotnie z kamieniołomów w Laryszowie (obecnie wysypiska śmieci) i w Gąsiorowicach.

Tak spektakularne znaleziska różnych zwierząt nie byłyby możliwe bez olbrzymiego wysiłku robotników i rolników, eksploatujących morskie utwory triasu, reprezentowane głównie przez wapień, a rzadziej margle i dolomity.

W czasie prac terenowych, w prawie każdej wsi w rejonie Gogolin – Strzelce Opolskie, spotykałem kilka takich małych, chłopskich łomików (fot. 30), działających kiedyś na potrzeby gospodarzy. Nic dziwnego, że tak wspólnie udostępniony geologicznie teren przyciągał rzesze badaczy skamieniałości. Już w 1849 opublikowano pierwszy artykuł o tamtejszych skamieniałościach.



Fot. 30 Małe łomiki wydobywcze (MZ)
(okolice Wysokiej).

Jednak najwybitniejszym i najbardziej zasłużonym badaczem triasu opolskiego był Paul Assmann (1881-1967), drezdeńczyk pracujący w Berlinie. Przez lata gromadził skamieniałości, zarówno sam, jak i dzięki pomocy pracowników kamieniołomów, którzy ręcznie rozbijając skały, mieli niespotykaną w dzisiejszej erze mechanizacji możliwość znajdowania unikalnych okazów.

W szesnastu pracach, wydawanych w latach 1913-1944, stworzył on używany do dziś podział triasu śląskiego. Opracował również znakomitą monografię skamieniałości triasowych, będącą przez cały okres powojenny źródłem dokumentacyjnym, a także wzorem, do niedawna nieosiągalnym, jakości ilustracji. Ostatnia z jego obszernych książek, redagowana i drukowana była w czasie bombardowań Berlina w 1944, tuż pod koniec wojny. Mimo tak niesprzyjających warunków, osiągnęła taki poziom naukowy, że nawet obecnie jest cytowana we wszystkich publikacjach o triasie germańskim. Oprócz

tego, Assmann opublikował 13 arkuszy podstawowej (1: 25 000) mapy geologicznej Opolszczyzny. Cała wielka assmannowska kolekcja bezkręgowców z Opolszczyzny przetrwała szczęśliwie wojenną zawieruchę i od niedawna znajduje się w Muzeum Historii Naturalnej w Berlinie.

a) skamieniałości



Skamieniałości to zachowane do dziś szkielety i muszki żyjących dawno temu organizmów. Do skamieniałości zaliczamy też ślady działalności zwierząt, np. skamieniałe kupy, tropy, jamki mieszkalne. Bardzo rzadkie są skamieniałości całych organizmów, z zachowanymi mięśniami czy sierścią, np. zamrożone mamuty czy naturalne mumie owadów w bursztynie. Zdecydowana większość skamieniałości reprezentuje wymarłe gatunki.

b) jak bezpiecznie poszukiwać skamieniałości



Przy szukaniu skamieniałości, podobnie jak i minerałów, konieczne jest zachowanie ostrożności i uzyskanie zgody właściciela gruntu, zwłaszcza w przypadku czynnych kamieniołomów. Nie należy podchodzić pod wysokie ściany, bo spadają stamtąd groźne dla życia kawałki skał. Pod wszelkimi ścianami powinniśmy pracować w kasku ochronnym na głowie. Warto też mieć mocne buty o twardej podeszwie i ochronie w kostce, gdyż na rumowisku duże bloki mogą się czasem zsunąć na nogę. Przy rozbijaniu bloków skalnych warto mieć osłonę na oczy, ponieważ drobne odpryski uszkadzają wzrok. Przed wejściem w krzaki, do lasu lub na trawę należy koniecznie spryskać się środkiem przeciw kleszczom, bo przenoszą one bardzo niebezpieczne i ciężko wyleczalne choroby.

c) szukanie skamieniałości w terenie



Skamieniałości szukamy wyłącznie w skałach osadowych, najlepiej w wapieniach, piaskowcach i mułowcach. Największą wartość poznawczą mają okazy wydobyte bezpośrednio ze ściany skalnej, gdyż znana jest wtedy ich lokalizacja wiekowa. Każdą taką skamieniałość powinno się od razu opisać, podając nazwę kamieniołomu i jak najdokładniejsze położenie okazu w ścianie (należy zaznaczyć lokalizację miejsca wydobywania na planie kamieniołomu oraz lokalizację warstwy, z której wydobyto okaz, na profilu pionowym względem innych charakterystycznych warstw). Jeśli znalezisko pochodzi z oсыpiska u podstawy ściany, to też trzeba podać nazwę kamieniołomu i miejsce znalezienia w obrębie kamieniołomu. Podpisany okaz wraz z opisem pakujemy w gazetę, by zabezpieczyć go przed uszkodzeniami. W każdym przypadku, przed podpisaniem i spakowaniem, można usunąć nadmiar skały, o ile blok jest zbyt duży. Nie należy jednak próbować usuwać skały blisko okazu czy zbyt dokładnie preparować, gdyż w polowych warunkach często prowadzi to do uszkodzenia skamieniałości. Do wydobywania okazów w terenie i ich wstępnej preparacji używa się młotka murarskiego (z dobrej stali) lub geologicznego, a także kilku przecinaków

o różnym kształcie i wielkości. W przypadku poważniejszych prac poszukiwawczych trzeba też mieć łom, łopatę i młot wagi około 4-5 kg.

d) preparacja i przechowywanie znalezisk w domu



Okazy należy umyć w ciepłej wodzie i wyszorować szczotką plastikową (czasem woda lub szczotka mogą uszkodzić skamieniałość, dobrze więc wcześniej zrobić małą próbę na nieciekawym okazie). Większość skamieniałości najlepiej się prezentuje i ma większą wartość kolekcjonerską, jeżeli zachowany jest kawałek skały, w której występowała. Dlatego nie warto całkowicie usuwać skały wokół okazu. Jeśli jednak skała przykrywa zbyt dużą część okazu, to można się jej pozbyć, delikatnie! operując drobnym młoteczkiem, małym przecinakiem i krótką igłą w oprawce (np. złamaną zwykłą igłą do szycia). Wcześniej trzeba obejrzeć skamieniałość i skałę otaczającą pod lupą, by wybrać potencjalne pęknięcia, wzdłuż których można będzie odspajać. W czasie preparacji okaz najlepiej trzymać na niedużym worku z mocnego materiału wypełnionym (ale nie do pełna, tzn. nie na sztywno) piaskiem, tak by uderzenia młotka były częściowo amortyzowane przez piasek. Zdarza się pomimo tego, że skamieniałość pęknie w terenie lub przy usuwaniu skały, ale nie jest to problem. W odróżnieniu od minerałów, sklezione okazy skamieniałości nie tracą swych kolekcjonerskich walorów. Oczyszczone powierzchnie pękniętych kawałków skleamy mocnym klejem do kamienia (dwuskładnikowym), bezbarwnym i usuwamy nadmiar kleju. Nie polecamy klejów błyskawicznych, pomimo wygody w zastosowaniu, po paru dniach okaz może się rozlecieć. Nie należy preparować okazów przy użyciu kwasów i innych środków chemicznych, a także zaleca się unikać lakierowania czy pokrywania klejem powierzchni skamieniałości. Wyjątkiem są kości kręgowców z plejstocenu (najmłodsze, wydobyte z jaskiń czy piasku rzeczego), które warto zaimpregnować bezbarwnym klejem stolarskim i uwęglone rośliny, które można pokryć cienką warstwą bezbarwnego lakieru. Po oczyszczeniu skamieniałości powinno się ją oznaczyć, korzystając przy tym z literatury, kontaktu z muzeum geologicznym lub Internetu. Najlepiej nie oznaczać do gatunku, gdyż prawidłowa identyfikacja gatunkowa jest w zasadzie niemożliwa dla niespecjalisty, lepiej dać bardziej ogólną, ale wiarygodniejszą nazwę, np. amonit, ramienionóg itp. Gotowy okaz należy podpisać (jeśli wcześniejszy napis uległ uszkodzeniu) i wraz z kartką z dokładną lokalizacją schować do pudełka lub gabloty, gdzie będzie przechowywany.

V. Wybieramy się w teren

Co warto wziąć na wycieczkę po Górze św. Anny ?



Oprócz sprzętu omówionego w rozdziałach o bezpieczeństwie i „Szukanie skamieniałości w terenie”, dobrze mieć kompas, by zapoznać uczestników z posługiwaniem się tym urządzeniem, a także z orientacją mapy przy pomocy kompasu. Kompas przyda się także dlatego, że w niniejszym opracowaniu często odwołujemy się do kierunków świata. Warto zabrać kilka lup, ponieważ

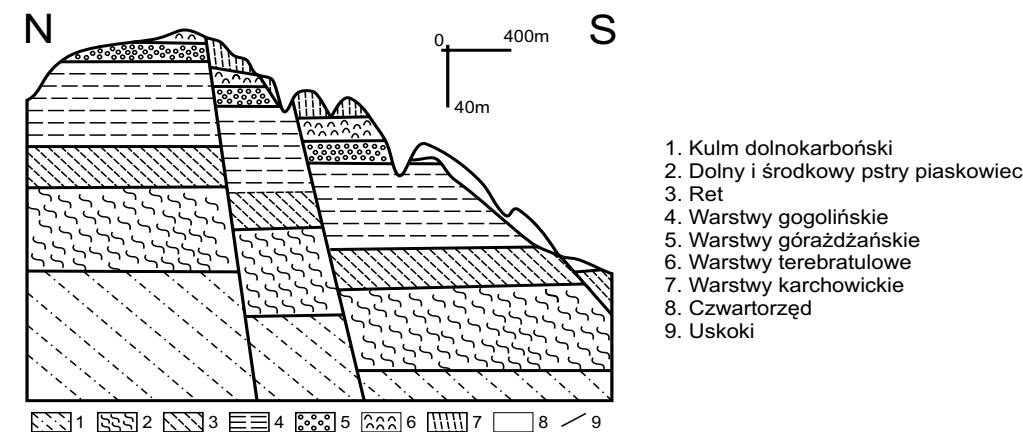
znacznie ułatwiają one oglądanie drobnych skamieniałości na skale, a także kwas solny (10 %), w ostateczności może być zwykły ocet ze sklepu (10%). Polewanie kwasem solnym lub octowym pozwala odróżnić wapienie od skał niewapiennych, gdyż wapień czy margiel wchodzi z kwasem w burzliwą reakcję, czemu towarzyszy wydzielanie gazu (dwutlenku węgla), przejawiające się efektownym „burzeniem” na powierzchni polanej skały.

VI. Ogólna charakterystyka obszaru

a) Grzbiet Chełma



Podjeżdżając do Góry św. Anny zarówno od południa (Zdzieszowice) jak i od strony północnej (Kalinowice, Niwki) widzimy, że nagle, na wysokość blisko 200 m ponad równą i płaską nizinę, wznosi się wielki Grzbiet Chełma. Ciągnie się on od Ligoty Dolnej i Zakrzowa na wschód prawie równoleżnikowo przez około 20 km, a dokładna analiza map wykazuje, że Grzbiet Chełma ma długość ponad 40 km, choć jego wschodnia część nie jest łatwo wyróżnialna gołym okiem w terenie. Jest to zrąb tektoni-



Ryc. 11 Przewyższony przekrój przez grzbiet Chełma (Niedźwiedzki 1994 r.).

czny, wyniesiony wzdłuż serii uskoczków równoleżnikowych pod koniec paleogenu (starszego trzeciorzędu) 27 mln lat temu. To podnoszenie tektoniczne miało miejsce w związku z ogólnoswiatowymi ruchami tzw. orogenezy alpejskiej, która w Europie była inicjowana ciągłym napieraniem płyty afrykańskiej na europejską. Zrąb Chełma (ryc. 11) zbudowany jest w swojej zasadniczej masie ze skał dolnego (głównie lądowe piaskowce) i środkowego (głównie morskie wapienie) triasu, przy czym na powierzchni odsłaniają się tylko te ostatnie. Miejscami zbocza Grzbietu przykryte są kilkumetrową pokrywą piasków czwartorzędowych, a w partiach szczytowych występują cienkie i niezbyt rozległe pokrywy lessów czwartorzędowych. Jednak większość szczytowych partii zachodniej części Chełma nie jest przykryta utworami czwartorzędowymi, z wyjątkiem gleby, pod którą odsłaniają się od razu wapienie triasu. Na samej Górze św. Anny występują też bazalty, będące pozostałością istniejącego tam 27 mln lat temu wulkanu, oraz wielkie bloki skał kredy (piaskowce i margle) zatopione w lawie. Skały kredowe pokrywały kiedyś ciągłą pokrywą zarówno cały Grzbiet Chełma, jak i okolice otaczające ten zrąb, ale zostały całkowicie usunięte przez erozję w trzeciorzędzie.

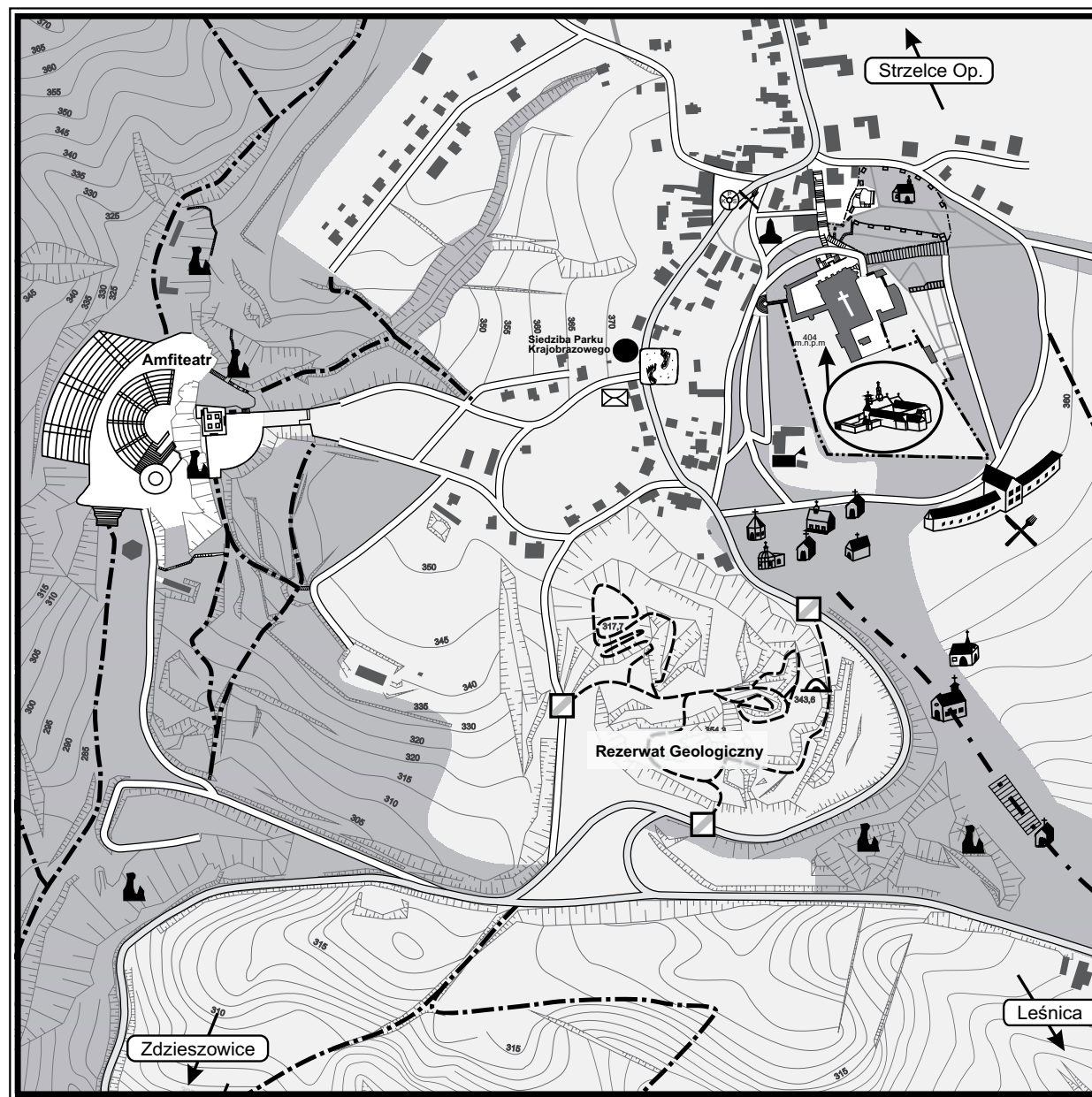
b) Góra Świętej Anny



Góra św. Anny jest najwyższym punktem Grzbietu Chełma i ma wysokość 404 m n.p.m. Na jej szczycie wznosi się piękny, zabytkowy franciszkański klasztor i kościół pw. świętej Anny, będący od stuleci sanktuarium i miejscem pielgrzymek. Całe wzgórze klasztorne zbudowane jest z bazaltów.



Wycieczkę zaczynamy przy ulicy **Leśnickiej** prowadzącej z budynku dyrekcji Parku Krajobrazowego Góra św. Anny do pomnika Czynu Powstańczego. W górnej części uliczki, nie dochodząc do placu parkingowego przed pomnikiem, zatrzymujemy się, gdyż widać stąd daleko w dole dno Kotliny Raciborskiej z wielkimi halami zakładów koksowniczych w Zdieszowicach na pierwszym planie. Możemy spostrzec, że na krótkim odcinku, między Górą Świętej Anny a równiną widoczną



Ryc. 12 Mapka miejscowości Góra Św. Anny (MZ).

w dole, występuje duża deniwelacja, czyli różnica wysokości względnej, sięgająca 200 m. Jest to efekt tego, że między nami a Zdieszowicami przebiega kilka uskoków, wzdłuż których 27 mln lat temu doszło do wypiętrzenia Grzbietu Chełma. Więcej o Grzbiecie – **patrz pkt. Grzbiet Chełma**.

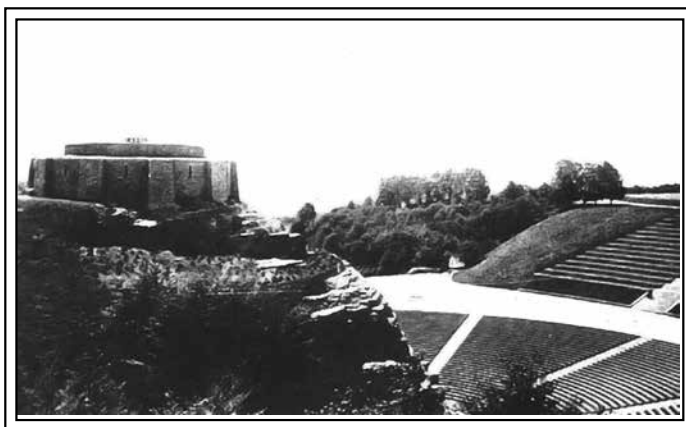
Schodząc dalej w dół ulicą, zwróćmy uwagę na płyty, którymi wybrukowana jest ulica. To płyty wapienia triasowego, z tym, że pochodzące nie z Góry św. Anny, a z rejonu Gogolina (przywiezione przez budowniczych) i reprezentujące najniższą część profilu pełnomorskich skał triasowych, która nie jest widoczna na Górze św. Anny. Na wielu płytach widzimy mocno pofałdowane, U-kształtne ślady. Są to skamieniałości, a konkretnie kanały żerowiskowe pozostawione w pierwotnie miękkim osadzie dna morza przez morskie zwierzęta. Takie skamieniałości, gdy nie zachowało się samo zwierzę, a tylko ślad jego działalności (np. ślad żerowania, odchody), noszą nazwę skamieniałości śladowych. Ten konkretny rodzaj śladów nosi łacińską nazwę *Rhizocorallium commune*. Nie do końca wiadomo, jakie zwierzę go zostawiło, choć przeważnie wskazuje się na skorupiaki (dzisiejszymi przedstawicielami skorupiaków są np. raki i krewetki). Masowe nagromadzenie śladów tego rodzaju jest ważną wskazówką warunków środowiskowych, jakie panowały 245 mln lat temu w rejonie Gogolina, skąd pochodzą płyty. *Rhizocorallium* występował bowiem tylko w wodzie o normalnym morskim zasoleniu i niedużej głębokości (od 0 do kilkudziesięciu metrów). Oprócz tych śladów daje się zauważyć na płytach rzadkie odlewy małży, jednak z reguły słabo zachowanych.

VII. Co warto zobaczyć

Pomnik Czynu Powstańczego



Podchodzimy teraz do pomnika. Monumentalny obiekt jest położony w miejscu gdzie przed II wojną światową Niemcy wybudowali mauzoleum nazistowskie. Adolf Hitler, po objęciu władzy jako kanclerz III Rzeszy przystąpił do wznoszenia obiektów, które propagowałyby siłę i potęgę narodu niemieckiego. Na terenie całego kraju budowano potężne amfiteatry, w których wystawiano propagandowe sztuki. Jednym z nich był kompleks, który powstał w latach 1934 – 1938 w Górze św. Anny. Składał się z : amfiteatru skalnego, mauzoleum, schroniska młodzieżowego oraz otaczającego te budowle założenia parkowego z licznymi ścieżkami spacerowymi. Kompleks został zaprojektowany przez architektów z Berlina – Franza Böhmera i Georga Petricha, natomiast twórcą mauzoleum był znany niemiecki architekt Robert Tischner, który nadał mu military charakter. Z daleka mauzoleum przypominało wieżę czołgu (fot. 31). Cylindryczna budowla z potężnymi przyporami była zbudowana z miejscowego wapienia, z wyjątkiem granitowej konstrukcji wspierającej. Do wnętrza prowadziły masywne drzwi umieszczone od strony zachodniej. Wnętrze było doświetlone jedynie wąskimi pionowymi otworami i składało się z dwóch części. Do niższej części wykutej w skale tzw. Hali Zmarłych prowadziły schody. W niej znajdowały się: wyrzeźbiony na miejscu z porfiru (potoczna nazwa stosowana do określenia magmowych skał wulkanicznych lub żyłowych, posiadających strukturę porfirową) posąg niemieckiego wojownika oraz wykute w wapiennej skale nisze krypt



Fot. 31 Przedwojenne mauzoleum (pocztówka)

z płytami sarkofagów, w których umieszczono ekshumowane ciała niemieckich (ok. 50) żołnierzy poległych podczas III Powstania Śląskiego. Hala była pokryta wewnętrzną kopułą z latarnią opartą na granitowej konstrukcji. Ściany ozdobiono kolorową z przewagą złota kamienną mozaiką. Mozaika przedstawiała orła i swastykę. Oficjalnego otwarcia pomnika dokonano 22 maja 1938 roku.

Ze względu na urządzane tu propagandowe uroczystości o charakterze nazistowsko – nacjonalistycznym, obiekt ten nie cieszył się jednak sympatią ludu śląskiego. Kalendarz imprez był tak opracowany, że zbiegał się z ważnymi obchodami religijnymi, co bardzo irytowało śląskich katolików.

16 października 1945 roku podczas pierwszych po wojnie powiatowych dożynek połączonych ze zlotem Związku Weteranów Powstań Śląskich wysadzono pomnik – mauzoleum. Na jego miejscu, po wieloletnim okresie starań o finanse i poszukiwaniu odpowiedniego projektu, wybudowano w 1955 roku Pomnik Czynu Powstańczego (fot. 32). Autorem obecnego pomnika jest znakomity krakowski rzeźbiarz Xawery Dunikowski. Pomnik jest wzorcowym przykładem sztuki obowiązującej w tym okresie – socrealizmu. W zamyśle autora jest pomnikiem mówiącym o historii Śląska i walce jego ludu. Pomnik składa się z czterech granitowych masywnych słupów (pylonów) zwieńczonych granitowymi belami (architraw). Potężne bloki granitowe zostały sprowadzone z karkonoskich kamieniołomów. Pomnik przedstawia otwarty dom śląski z symbolicznym ogniskiem domowym – zniczem.



Fot. 32 Pomnik Czynu Powstańczego (MZ).

Na zniczu Dunikowski zaprojektował polskie odznaczenia bojowe: Order Krzyża Grunwaldu, Śląski Krzyż Powstańczy. Na granitowym podejściu przy pylonach stoją rzeźby przedstawiające śląskie społeczeństwo: kobietę z dzieckiem, hutnika, górnika i rolnika. Na zewnętrznych ścianach umieścił płaskorzeźby i ołowiowe ryty, które przedstawiają w artystycznym skrócie dzieje polskiego Śląska. Pod architrawem rzeźbiarz ozdobił pomnik elementami flory i fauny.



Amfiteatr

Spod pomnika schodzimy w dół schodami, a następnie idziemy nad dolnym sektorem siedzisk tak, by ustawić się naprzeciwko pomnika, twarzą do ściany skalnej. Po drodze, już po zejściu ze schodów, zwracamy uwagę na płyty chodnikowe analogiczne jak opisane wyżej. Oprócz śladów *Rhizocorallium* można w nich napotkać rzadkie pojedyncze kości morskich gadów zwanych notozaurami, niestety obecnie zwiertzałe i często zasłonięte przez roślinność. Takie kości, a nawet zęby sporadycznie widać także w bloczkach wmurowanych w siedziska publiczności.

Pierwotnie w tym miejscu założono w połowie XIX wieku kamieniołom wydobywający wapienie triasowe, z których na miejscu produkowano wapno. Z tego okresu pochodzi piec wapienniczy zachowany 100 m na południe od amfiteatru. Był to największy i najdłużej działający kamieniołom wapienia w okolicy. Po pierwszej wojnie światowej większość złoża została wybrana, a dalsza eksploatacja była możliwa tylko w kierunku wsi. To jednak uznano za niemożliwe, gdyż zakłócałoby spokój mieszkańców, groziło pękaniem domów, a poza tym w tamtym rejonie należy się spodziewać zaniku wapienia, a pojawienia się bazaltu, na którym stoi klasztor. Dlatego kamieniołom został zamknięty.

Kiedy władze niemieckie postanowiły stworzyć obok pomnika-mauzoleum miejsce wielkich wieców politycznych, to właściciel wcześniej zamkniętego kamieniołomu przekazał im cały ten teren w darze i w latach 1934 – 1938 zbudowano wielki amfiteatr, obliczony na 7 tys. miejsc siedzących i 43 tys. stojących. Tak powstał jeden z największych w ówczesnym świecie amfiteatrów, przetrwały do dziś (choć najwyższa, zachodnia część widowni nie została po 1945 r. w pełni odtworzona). Od tego czasu odbywają się tu wielkie polityczne spotkania, a czasami także koncerty, gdyż amfiteatr cechuje się bardzo dobrą akustyką.



Fot. 33 Amfiteatr z lotu ptaka. (Gmina Leśnica)

W trakcie przebudowy kamieniołomu na amfiteatr ścianę główną (wschodnią), pozostawiono w stanie niezmienionym, jedynie zabezpieczono i wyrównano ją. Natomiast przeciwległą ścianę zachodnią znacznie ścięto po skosie, uzyskując dość łagodnie nachyloną powierzchnię, na której zbudowano siedziska schodzące amfiteatralnie do

niewielkiej sceny umieszczonej tuż pod pionową ścianą skalną. Zbudowano też po południowej stronie okrągły postument mogący pełnić funkcje trybuny dla **notabli**. Pierwotnie było na nim kilka masztów flagowych. W odróżnieniu od stanu dzisiejszego, cały rejon amfiteatru pozbawiony był drzew i zarośli. Żeby uniknąć zalewania niecki amfiteatru przez ulewy, wybudowano także sieć podziemnych tuneli, które zachowały



Fot. 34 Mopek
Barbastella barbastellus (MZ).

się do dzisiaj. Główny ciąg podziemnego tunelu to około 200 m korytarza, przy wysokości około 1,5 m, do którego wpadają wszystkie inne o mniejszej średnicy. Tego typu miejsca nie są odwiedzane przez ludzi, dlatego są to dobre kryjówki dla nietoperzy (fot. 34) oraz innych mniejszych stworzeń zamieszkujących pomieszczenia pozbawione światła. Warto przypomnieć również, że w okresie zimowym nie należy wchodzić do tuneli, ponieważ zimują w nich nietoperze. Wybudzanie nietoperzy ze snu może być tragiczne w skutkach dla tego małego ssaka.

Do ściany nie należy blisko podchodzić, ani prowadzić tam badań geologicznych, ponieważ jest duże ryzyko osypywania się kamieni z góry. Dlatego popatrzmy z daleka. Wszystkie widoczne skały to skały wapienne, powstałe w płytkim morzu środkowego triasu (około 240 mln lat temu). Cały ten profil około 30-metrowej ściany reprezentuje odcinek czasu 1,5 mln lat. Dla porównania nasz gatunek, czyli *Homo sapiens*, ma zaledwie 200 tys. lat.

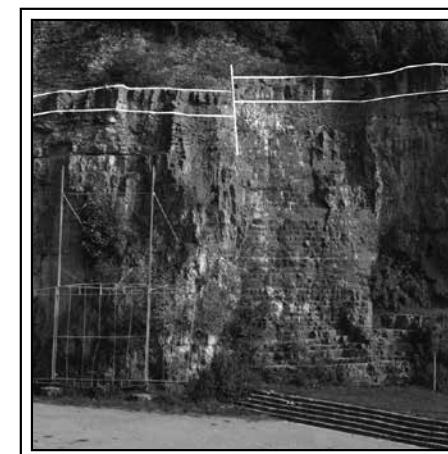
Daje się wyróżnić kilka dużych jednostek skalnych, patrząc od dołu:

1. **Warstwy górażdzańskie** (nazwane od wsi Górażdże, gdzie znajdują się najbardziej typowe wystąpienia, intensywnie eksploatowane w tamtejszym kamieniołomie). Z daleka warstwy te charakteryzują się tym, że są to masywne, bardzo grubo uwarstwione wapienie, tworzące w miarę jednolitą ścianę bez dużych poziomych szczelin i zagłębień. Są to wapienie o dużej odporności na wietrzenie, co przejawia się faktem, iż skały leżące nad nimi są cofnięte i ściana ma tam znacznie bardziej nierówny przebieg. Warstwy górażdzańskie sięgają na wysokość 14 m, powyżej trzech masztów stojących koło sceny.

2. **Warstwy terebratulowe** (13 m), nazwane tak od masowo występujących w nich terebratul, morskich zwierząt z typu ramienionogów, o muszlach podobnych z wyglądu do małży (choć niespokrewnionych z nimi). Te utwory, zbudowane z mniej odpornego na wietrzenie wapienia i margla, cechują się cienkimi ławicami (po kilka centymetrów grubości), co nadaje im z pewnej odległości płytkowy wygląd. Takie skały są w najniższej i górnej części warstw terebratulowych, a w dolnej części widać łatwo wyróżnialną grubą (1,5 m) jednolitą ławicę tworzącą charakterystyczny występ na tle bardziej miękkich margli. Ławicę tę budują miliardy drobnych (1-5 mm) fragmentów szkieletów liliowców, pięknych zwierząt morskich, zaskakująco przypominających wyglądem kwiaty. Od łacińskiej nazwy liliowców (Crinoidea) nosi ona nazwę ławicy krynoidowej.

3. **Warstwy karchowickie** (nazwane tak od wsi Karchowice, gdzie znajdują się najbardziej typowe wystąpienia, widoczne tam w nieczynnych kamieniołomach). Tworzą najwyższą część ściany kamieniołomu (wysokości kilku metrów), mocno cofniętą i zamaskowaną zaroślami. Bezpośrednio na nich stoi pomnik Dunikowskiego. Są to masywne, grubo uwarstwione, podobne z daleka do górażdzańskich wapienie. Lepiej przyjrzymy się im później, w kamieniołomie bazaltu.

Interesujący, choć dziś już nie istniejący, profil warstw karchowickich odsłonił się w lipcu 2005 w czasie budowy parkingu i wiaduktu nad autostradą w Wysokiej. W ścianie o wysokości 5 m dominowały tzw. wapienie onkoidowe zbudowane z kawałków pokruszonych muszli, wokół których rozwinęły się powłoki drobnych glonów. Obecne były też całe muszle ślimaków i małży.



Fot. 35 Widoczny w ścianie amfiteatru uskoku (MZ).

Pośrodku głównej ściany amfiteatru, po uważnym wpatrzeniu się w przebieg ławicy krynoidowej, zobaczymy zastanawiającą rzecz. Otóż w południowej (prawej) części ściany ławica ta przebiega 1,5 m wyżej niż w północnej (lewiej). Śledząc przebieg ławicy widzimy, że bezpośrednio poniżej pomnika znajduje się uskoku (fot. 35), wzdłuż którego nastąpiło obniżenie północnej części ławicy. To jeden z drobnych uskoku, równoległych do tych znacznie większych, którym zawdzięczamy wyniesienie Grzbietu Chełma. Powstał on 27 mln lat temu. Zwróćmy też uwagę, że cała ściana wokół powierzchni uskoku, jest dziwnie odmienna od otoczenia. Jeśli podejdziemy bliżej,

sposprzeżemy, że obie strony uskoku, od ławicy krynoidowej w dół, są obmurowane blokami naturalnego wapienia. Czemu? Po prostu, uskoku to naturalne pęknięcie, a wzdłuż takiego pęknięcia łatwo przenikają wody gruntowe, rozpuszczając wapienie i zaczynając procesy krasowe (wymywanie wapienia i tworzenie pustek). W konsekwencji tego, skały przy uskoku są porowate, rozluźnione i łatwo się kruszą. Dlatego budowniczy amfiteatru musieli zamurować po 1950 r. strefę uskoku leżącą nad areną, by uniknąć niepożądanego trepanacji czaszki wysokich dostojników politycznych przez spadające skały. Dzięki użyciu miejscowego materiału, zamurowanie nie rzuca się zbyt w oczy i nie zaburza estetyki całości.

Amfiteatr - dawne toalety



W celu obejrzenia omawianych skał bliska przejdźmy teraz na północ, wychodząc z amfiteatru po paru schodkach i idąc około 20 m wygodną gruntową drogą. Po prawej stronie widzimy pozostałości wielkich toalet (fot. 36), obsługujących kiedyś masowe imprezy. Dzisiaj wielkie imprezy też się odbywają, ale ubikacji już nie ma. Bezpośrednio za nimi widać ściany dalszej części kamieniołomu, a u ich podnóża obszerne osypisko, na którym można poszukać interesujących skamieniałych muszli.

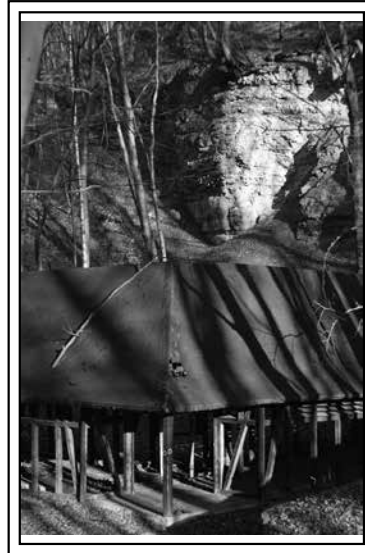
Podchodząc do ścian, wybierzmy takie miejsce, gdzie ściana ma niewielką

wysokość i u góry nie wiszą luźne bloki. Niezależnie od tego, w tym miejscu dobrze jest mieć założone kaski (przynajmniej osoba pobierająca próbki). Na osypisku należy ostrożnie chodzić, gdyż łatwo o skręcenie nogi.

Najniższą część ściany (niecałe 2 m, w południowym sektorze odsłonięcia) buduje masywny, grubo uwarstwiony wapień górażdżański. Jeśli odbijemy z niego świeżą próbkę, to możemy zobaczyć, że tworzą go drobne (kilka milimetrów) owalne ziarenka oraz widoczne w przekroju małe fragmenty pokruszonych muszli. Te ziarenka, to tzw. onkoidy, czyli skupienia glonów obrastających dookoła jakiegoś obce ciała (np. ziarno piasku albo ułamek muszli). Glony to wodne rośliny porastające dno zbiornika. Ich masowe występowanie jest istotną wskazówką środowiska. Po pierwsze, glony wymagają bardzo nasłonecznionych wód, ponieważ światło umożliwia im niezbędną do życia fotosyntezę. Jesteśmy więc w strefie płytkiego morza, gdyż do większych głębokości światło nie dociera. Po drugie, onkoidy tworzą się tylko wtedy, gdy wody są dość burzliwe, na tyle, by ziarno wraz z powłoką glonową było co pewien czas obracane w tę i w tę, dzięki czemu glon obrasta ziarno ze wszystkich stron, a nie tylko z jednej. Podobnie jak do upieczenia na rożnie musimy obracać kawałek mięsa nad ogniem. Takie obracanie ziaren ma miejsce tam, gdzie sięga falowanie, a więc onkoidy wskazują nam również na niewielką głębokość i bliskość brzegu lub podwodnego grzbietu (np. mielizny). I wreszcie masowe wystąpienia onkoidów dowodzą wód tropikalnych. Oprócz onkoidów możemy tu czasami znaleźć całą muszlę małża lub ramienionoga albo fragment liliowca, jednak ciężko je wypreparować z twardej skały.

Nad wapieniami górażdżańskimi leży pełny profil warstw terebratulowych. U dołu 3 m margli, potem ławica krynoidowa grubości 1,6 m i 8 m wapieni marglistych z ławicami muszlowców terebratulowych. Weźmy próbkę margli i zbadajmy osypisko pod odsłonięciem margli. Widać, że skała składa się z bardzo drobnych ziaren, jednorodnych, nie ma tam ani pokruszonych muszli, ani onkoidów. Praktycznie brak też skamieniałości, nie tylko muszlowych, ale nawet śladów żerowania. Ciemna barwa, obecność powstającego w czasie gnicia pirytu, a zwłaszcza brak skamieniałości świadczą, że w czasie osadzania się tych warstw panowały niesprzyjające życiu warunki, związane głównie z brakiem tlenu w wodzie. Bardzo drobny osad jest dowodem spokojnych wód, gdyż przy wpływie fal, prądów, sztormów drobny osad byłby wymywany. To wszystko sugeruje dość znaczną głębokość wód, szacowaną na podstawie innych kryteriów na około 20-40 m.

Ławica krynoidowa zbudowana jest z elementów rozpadniętych po śmierci liliowców, zwłaszcza ich łodyg. Na każdej próbce z tej ławicy widzimy dziesiątki białych, błyszczących punkcików wielkości paru milimetrów. To są właśnie przekroje przez człony łodyg liliowców. Oprócz tego daje się dostrzec przekroje przez pokruszone lub całe muszle ramienionogów, głównie terebratul. Sam wapień jest znacznie bardziej gruboziarnisty niż margle pod spodem. Jak widać, na krótki czas powróciły warunki podobne do znanych



Fot. 36 Odsłonięcie za dawnymi toaletami (MZ).

z okresu powstania wapieni górażdżańskich, tylko tym razem na płytkim i dobrze natlenionym dnie rozwijały się nie glony, a miliardy liliowców, które bardzo często zasiedlają jakiś odcinek dna masowo, tworząc tzw. "łaki liliowcowe". Chaotycznie ułożone muszle ramienionogów (skorupki ułożone wypukłością w dół, w górę, a także skośnie), przeważnie rozłączone pośmiertnie i pokruszone, dowodzą, że i muszle, i szczątki liliowców były po śmierci dość energicznie przemieszczane i usypywane w nowym miejscu. Gdyby bowiem znajdowały się w miejscu swojej śmierci, a wody były spokojne, to muszleki byłyby całe, a pojedyncze skorupki leżały wypukłością do góry. Przyczyną powstania tej grubej ławicy były zapewne silne sztormy.

Nad ławicą krynoidową leżą wapień bardzo drobnoziarniste, ciemne, zawierające niewielką ilość skamieniałości muszlowych (głównie małży) oraz trochę więcej śladów żerowania. Zdarzają się wkładki margli i iłów. Ogólnie skały te powstawały w podobnym środowisku jak margle, czyli znów obserwujemy powrót strefy morza głębszego, o niskiej burzliwości wód i o deficycie tlenu, choć nie tak dużym jak w przypadku margli. Najciekawsze jednak są ławice złożone prawie wyłącznie z muszli terebratul. Jest tych ławic 5 w dolnej części (tuż nad ławicą krynoidową) i kilka w górnej części (bez możliwości dostępu). Pobierzmy próbkę najniższej z ławic, tak by mieć całą jej grubość. Widać, że w dolnej części znajduje się najwięcej dużych i całych muszli terebratul, a ku górze ich liczba spada, za to wzrasta udział pokruszonych, coraz drobniejszych fragmentów muszli. To typowe dla osadów sztormowych, sztorm bowiem wzburza i unosi w toń wodną cały materiał z dna, a kiedy cichnie, to najpierw opadają największe i najcięższe muszle, a potem stopniowo coraz drobniejsze i bardziej pokruszone. Bardzo dużo jest pokruszonych szczątków, co również wskazuje na sztormy, w czasie których mnóstwo muszli jest niszczone. Wreszcie zauważmy, że muszle są ułożone chaotycznie (tak jak wyjaśniono w ławicy krynoidowej). To wszystko dowodzi, że terebratule były transportowane i nie znajdują się obecnie w miejscu swojego życia. Poszukajmy na licznych bloczkach muszlowca innych skamieniałości niż terebratule. Można tam znaleźć, choć bardzo rzadko: ramienionogi *Hirsutella hirsuta*, *Punctospirella fragilis*, *Tetractinella trigonella*, małże *Plagiostoma striatum* i *Plagiostoma lineatum*, najstarszą ostrygę świata *Enantiostreon difformae*, a czasami kolce jeżowców i człony łodyg liliowców. Są one jednak niezwykle rzadkie, z wyjątkiem dość częstych ostryg. Ponad 90 % muszli stanowią terebratule (w zasadzie gatunek *Coenothyris vulgaris*).

O czym świadczy taka wielka dominacja jednego gatunku? Skoro muszle terebratul są tak bardzo liczne, to natlenienie i zasolenie wód musiało być korzystne. Zauważono jednak, że większość gatunków nie może egzystować w bardzo płytkich wodach, ale te nieliczne, które się przystosują, osiągają wielką liczebność osobników dzięki brakowi konkurencji. Tak więc olbrzymia liczba osobników terebratul, ubóstwo innych gatunków i pokaźna ilość ostryg, zawsze typowych dla płycizn, mówią nam, że pierwotne siedliska terebratul były znacznie bliżej ładu (lub szczytów podwodnych mielizn), a w głębsze wody zostały one pośmiertnie przyniesione przez prądy sztormowe. Poza muszlowcami zwróćmy też uwagę na skamieniałości związane z wapieniami marglistymi. Skamieniałości te – małże *Gervillia* i *Plagiostoma* oraz liczne ślady żerowania (np. powierzchnie podrażone dziesiątkami otworów) to mieszkańcy autochtoniczni tej głębokiej strefy morza.

W najwyższej partii ściany, tuż pod korzeniami drzew, widać znów grube ławice, jest to najniższa część warstw karchowickich (fot. 35), ale całkowicie niedostępna do obserwacji.

Kilka lat temu, ówczesny student geologii wrocławskiej Maciej Mieszkowski znalazł wśród bloczków wapienia u podstawy ściany pięknie zachowaną



Fot. 37 Wapienie karchowickie (MZ).

skamieniałość bliskiego krewnego dzisiejszych ośmiornic - amonita z gatunku *Noetlingites stombecki*. (fot. 14) W triasie opolskim amonity są znajdowane skrajnie rzadko, więc każdy okaz, nawet najbardziej uszkodzony i fragmentaryczny, jest niezwykle cenny naukowo.

Punkt pod schodami

Spod ściany pod toaletami wraca-my do amfiteatru i wchodzimy kilka stopni na schody prowadzące do pomnika Dunikowskiego.



Jesteśmy jeszcze raz w obrębie margli warstw terebratulowych. Zwróćmy uwagę na bochenkowane nabrzmienia margli i na widoczne po obu stronach poziomo leżące, słabo zarysowane drobne (1 m) fałdy, przy czym po obu stronach przekopu fałdy nachylone są w przeciwnych kierunkach. Takie przeciwstawne nachylenie sugeruje, że nie są one efektem nacisków mas skalnych (tektoniki), a po prostu na dnie morskim było niewielkie zagłębienie i masa niestwardniałego mułu wapiennego zsuwała się, tworząc drobne fałdy osuwiskowe i nabrzmienia.



Fot. 38 Widoczne fałdy leżące (MZ).

Dolina Krowioka



Schodzimy znów do amfiteatru i obchodzimy go dookoła, a następnie po południowej stronie amfiteatru udajemy się za znakami szlaku zielonego długimi schodami i idziemy około 300 m w dół wyraźną ścieżką. Dochodzimy do początku brukowanej drogi samochodowej i na południe od placu widzimy ścianę małego kamieniołomu w dolinie Krowioka. Zdecydowana większość tutejszych skał to cienkie warstewki marglistego wapienia, o charakterystycznej lekko pofalowanej dolnej i górnej powierzchni większości z nich. Dlatego dla takich utworów przyjęto nazwę wapienie faliste. Są one typowe dla warstw gogolińskich, które dotychczas widzieliśmy tylko w płytach chodnikowych wokół pomnika i amfiteatru. Zwróćmy uwagę, że idąc od amfiteatru schodziliśmy cały czas w dół, a więc jesteśmy teraz poniżej występowania warstw znanych z amfiteatru. W geologii obowiązuje zasada superpozycji, która głosi, że warstwy niżejleżące są starsze od wyżejleżących. Toteż mamy tu dowód, że warstwy gogolińskie powstały przed ukształtowaniem się górażdżańskich i terebratulowych. Poszukiwania skamieniałości przynoszą w tym odsłonięciu niewielki plon: pojedyncze małże z gatunku *Plagiostoma striatum* i trochę liczniejsze skamieniałości śladowe (w tym znany nam *Rhizocorallium*). Takie ubóstwo skamieniałości, a także ciemna barwa skały sugerują, że osady powstały w części morza, gdzie było słabe natlenienie wód. Bardzo drobny osad zaś mówi nam, że wody były spokojne, a dno nie poddane działaniu falowania. Dokładniejsze analizy naukowe konkretyzują nasze spostrzeżenia – są to utwory powstałe w lagunie, a więc w przybrzeżnej partii morza, odciętej od otwartego morza przez jakąś barierę, np. pasmo podwodnych mielizn.

Zwróćmy uwagę na znajdujące się w środkowej części ściany wapienie o innym charakterze, bardziej twarde i mniej uwarstwione, a przede wszystkim bogate w skamieniałości ślimaków. Choć muszki ślimaków nie przetrwały, pozostały po nich odlewy lub pustki o kształcie ślimaków, co powoduje, że skała jest porowata. Jednocześnie sama forma występowania (około 1,2 m) wapieni ma kształt rynny; górna powierzchnia jest płaska, a dolna miseczkowata (fot. 39). Większość muszli koncentruje się w dolnej części tej rynny. Jak powstaje taka forma? W czasie np. sztormu, wzburzone wody przedostają się w jednym miejscu przez grzbiety mielizn, porywając przy okazji żyjące tam ślimaki, a następnie gwałtownym strumieniem spływają do środka laguny, żłobiąc rynnę w miękkich osadach lagunowych. Rynna zostaje wypełniona przez materiał niesiony przez prąd, przy czym większe i cięższe obiekty, np. ślimaki opadają jako pierwsze i dlatego występują w dole wypełnienia kanału. Samo rozpuszczanie muszli mogło nastąpić wtórnie, nawet miliony lat po stwardnieniu osadu.



Fot. 39 Rynna erozyjna w wapieniach gogolińskich (MZ).

Kamieniołom bazaltu (rezerwat geologiczny)



Z doliny Krowioka podchodzimy drogą brukowaną w górę do szosy na Zdieszowice, kierując się w lewo, widzimy budynek zajazdu „Pod Górą Chełmską”. Przy zajeździe można się zatrzymać, by podziwiać panoramę Kotliny Raciborskiej i znakomicie widoczną południową krawędź Grzbietu Chełma. Na północ od budynku po przejściu około 150 m znajduje się wejście do rezerwatu geologicznego, gdzie poprowadzona została ścieżka edukacyjna (fot. 40). Rezerwat to około 5,25 ha porzecinanych licznymi ścieżkami wyposażonymi w tablice informacyjne. Pamiętaj: na terenie rezerwatu należy przestrzegać wszelkich zasad poruszania się po obszarach chronionych.



Fot. 40 Widok na wapienie karchowickie w rezerwacie geologicznym (MZ).

Użyteczne terminy przy studiowaniu kamieniołomu:



Lawa – roztopiona, płynna masa skalna, mająca temperaturę od 600 do 1300^o wylewająca się na powierzchnię Ziemi. Po zastygnięciu tworzy skały wulkaniczne, np. bazalt.

Piroklastyki – strzępy lawy wyrzucone przez wybuch wulkanu w powietrze, tam zastygające w czasie lotu i opadające na ziemię jako twarde fragmenty. W zależności od wielkości mogą mieć różne nazwy (np. bomba wulkaniczna). Najdrobniejszy materiał piroklastyczny nosi nazwę tufu.

Stożek wulkaniczny - góra utworzona przez wypływającą lawę i wyrzucone przez eksplozję piroklastyki (tufy, bomby). W zależności od składu lawy, może mieć różne kształty, ale najczęściej jest to stromy stożek, z otworem w środkowej części szczytu (tzw. krater), przez który wypływa lava. W środku stożka biegnie komin wulkaniczny, czyli przewód łączący ujście krateru ze zbiornikiem magmy (komorą wulkaniczną), znajdującą się kilka kilometrów poniżej gruntu i podstawy wulkanu.

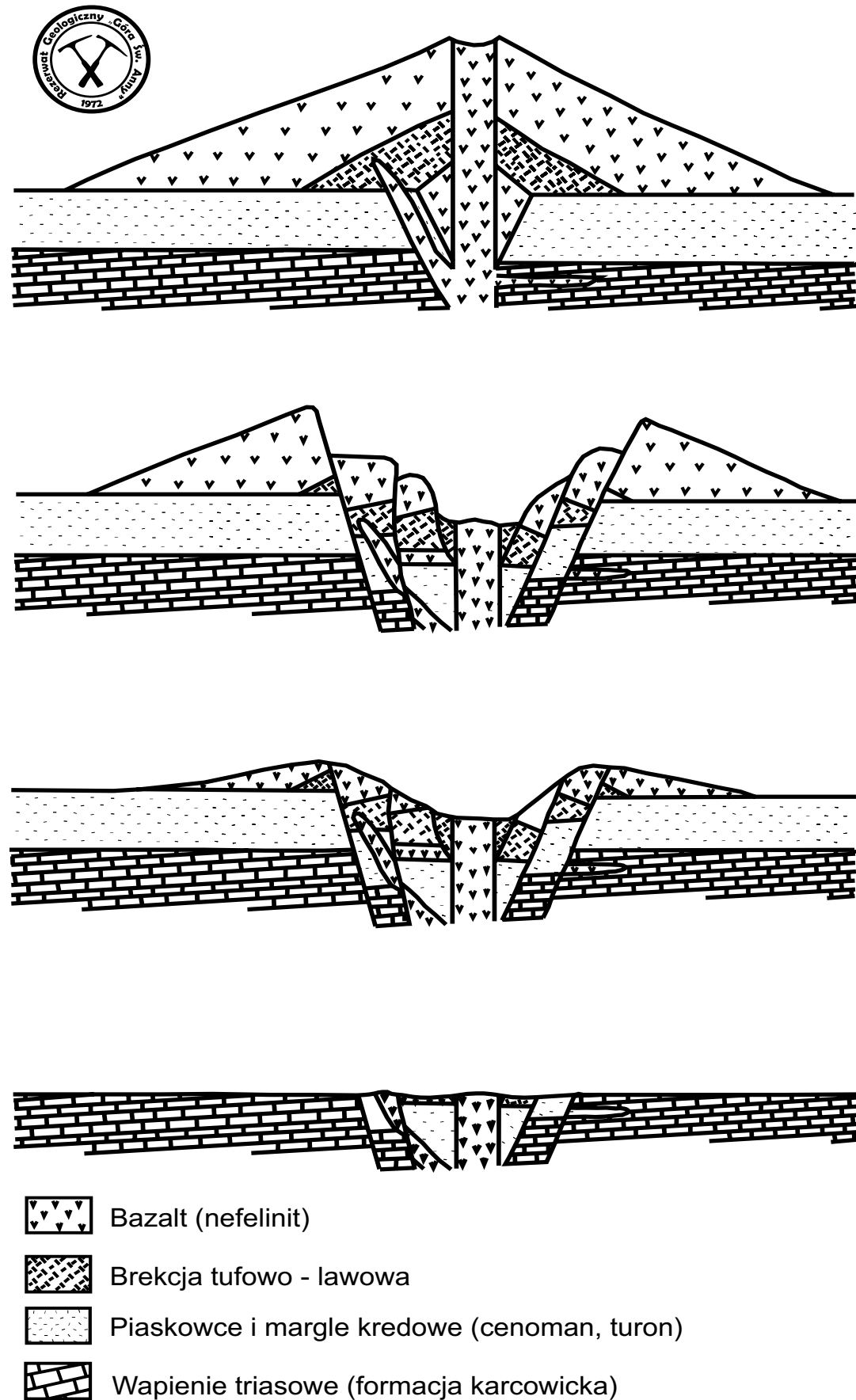
Kaldera – struktura powstała w wyniku zapadnięcia się komory magmowej lub rozsądzenia stożka wulkanicznego przez eksplozję lawy i gazów. W obu przypadkach znaczna część stożka zapada się w głąb, szczyt stożka znika, a zamiast tego powstaje wielkie zagłębienie w górnej partii zachowanej pozostałości stożka. Czasami w kalderze tworzy się nowy stożek o znacznie mniejszej średnicy niż kaldera.

Historia wulkanu



W trzeciorzędzie, na przełomie paleogenu i neogenu (27 -15 mln lat temu), na całym Śląsku tworzyły się setki wulkanów, gdyż ogólnosiwiatowe wielkie ruchy górotwórcze tzw. alpejskie (w Europie zainicjowane napieraniem płyty afrykańskiej na europejską), spowodowały powstanie naprężeń i pęknięć w głębi Ziemi, a zmiany ciśnienia skutkowały upłynnianiem się głęboko położonych warstw skalnych i podnoszeniem się magmy pęknięciami ku powierzchni. Na terenie dzisiejszej Góry św. Anny wulkan powstał 27 mln lat temu (Birkenmajer i Pecskey 2002) (koniec starszego trzeciorzędu - paleogenu), czego dowiodły datowania radiometryczne tutejszych bazaltów. W tym okresie skały triasowe były przykryte grubą, kilkudziesięciometrową warstwą skał kredowych i to właśnie na piaskowcach i marglach kredy spoczęła podstawa nowego wulkanu. Magma powstawała z upłynniania się skał na głębokości około 50 km, następnie migrowała do leżącej płytko pod wulkanem komory magmowej, skąd przewodem wulkanicznym doprowadzana była w postaci lawy do krateru. Wypływom lawy towarzyszyły znaczne wyrzuty materiału piroklastycznego: tufów i brekcji (zawierającej duże piroklastyki, np. bomby wulkaniczne, a także ostrokrawędziste kawałki bazaltu wyrwane przez eksplozję ze ścian wulkanu). Tworzący się stożek wulkaniczny złożony był więc z naprzemianległych warstw lawy i tufu, podobnie jak dzisiejszy Wezuwiusz. Po tysiącach lat aktywności, gwałtowny paroksyzm wyrzucił resztę płynnej magmy z komory magmowej na powierzchnię wulkanu, a pusta komora pod ciśnieniem skał otaczających nagle się zawaliła. W konsekwencji tego zapadła się znaczna część wulkanu stojącego nad komorą i utworzyła się kaldera (Ryc. 13). W trakcie katastrofalnego zapadnięcia wielkie bloki bazaltu, tufu, ale także skał osadowych (kredy i triasu) oderwane ze skał na których leżał wulkan, przesunęły się w głąb Ziemi kilkadziesiąt metrów poniżej ówczesnego poziomu terenu. Po tej eksplozji, wulkanizm powoli zanikł i resztki stożka z kalderą zaczęły stopniowo niszczeć pod wpływem erozji (wietrzenie, być może także działalność rozmywających potoków itp.). Przez jakiś czas wśród skał krążyły gorące roztwory będące przy pominięciu aktywności wulkanicznej. Czasami wchodziły w reakcję ze skałami otoczenia (tak powstał jaspis na Górze św. Anny), innym razem w pustkach skalnych wytrącały się z nich minerały.

Po paru milionach lat cała góra wulkaniczna została zniszczona, a po kolejnych kilku milionach lat postępująca erozja usunęła również pokrywę skał kredowych i odsłoniła skały triasowe, których powolna erozja trwa do dziś. Tak więc, chociaż patrząc dzisiaj na klasztor franciszkański widzimy, że stoi on na wierzchołku stromej góry, przypominającej kształtem stożek wulkanu i zbudowanej z bazaltów, to absolutnie nie jest to prawdziwa góra wulkaniczna, bo miliony lat temu góra ta została usunięta wraz z grubą warstwą skał osadowych, na których stała. Czym więc jest ta skała klasztorna? To komin wulkaniczny, czyli wypełniony zastygłą lawą przewód łączący dawny wulkan z komorą w głębi Ziemi. A jego stożkowa forma to efekt erozji (fot. 41). Bazalt był znacznie bardziej odporny na erozję niż otaczające go wapienie i tufy wulkaniczne, toteż erozja szybciej usuwała te skały otaczające, pozostawiając bardziej twarde komin w postaci wyniesionego wzgórza. Takie formy nazywamy twardzielcami. Powstaje je-



Ryc.13 Etapy powstawania kaldery wulkanicznej (Woźniak P., Sikora R. & Niedzwiedzki R. 2005)



Fot. 41 Stożek bazaltowy w ogrodzie klasztornym (MZ).

szcze pytanie dlaczego na południe od komina, w starym kamieniołomie zachowały się bloki skał kredowych oraz tufy i brekcje lawowe dawnego stożka, skoro sam stożek i kreda zostały zniszczone? To po prostu wielkie fragmenty dawnego wulkanu, które w czasie zapadnięcia zsunęły się głęboko pod powierzchnię ówczesnego terenu, dlatego też erozja odsłoniła je dopiero teraz.

Kamieniołom bazaltu założony został około połowy XIX wieku. Oprócz tej skały wydobywano także triasowy wapień, otaczający skały bazaltowe.

Kierując się wyznaczoną ścieżką w dół obok tablicy z sukcesją roślinności, udajemy się w najniższą część rezerwatu, gdzie po drodze napotykamy tablicę, która informuje nas o litologii rezerwatu. Udając się w dół, po lewej stronie obserwujemy ścianę bazaltową, a tuż za nią widzimy parumetrowy **blok piaskowca**.

Blok silnie spojonego piaskowca



Widzimy tutaj blok (4 m) silnie spojonego piaskowca kredowego, który różni się od innych piasków i słabo spojonych piaskowców cenomanu. Skąd ta różnica? Zbadajmy, jakie skały otaczają ów blok. Bezpośrednio otula go cienka warstewka czerwonej gliny, a tuż za nią są bazalty, które pierwotnie były roztopioną lawą. Blok kredy jest niewielki i pod wpływem kontaktu z lawą cały został zmieniony temperaturowo i chemicznie, a substancje z roztworów impregnowały go. Czerwona otulina to również efekt zmian kontaktowych na samej granicy kontaktu.

Odsłonięcie skał kredy na ścianie zachodniej



Z obserwacji niemieckich geologów z 1901 dokonanych w czynnym wówczas kamieniołomie wynika, że skały kredowe na Górze św. Anny występują w postaci wielkich bloków (do 70 m długości) pogrążonych w lawie bazaltowej. Jedną z dwóch odmian skał kredy są piaski i piaskowce kwarcowe pozbawione jakichkolwiek skamieniałości. Skąd więc wiemy, że to kreda? Otóż występują one zawsze bezpośrednio pod marglami i wapieniami marglistymi, bogatymi w skamieniałości, na podstawie których oznaczono wiek margli na tzw. turon czyli interwał wiekowy 89 – 93 mln lat. Tak więc piaskowce, jako niżejległe, powinny być starsze. Co więcej w rejonie Opola i Głubczyc, poniżej margli turonu również występują piaski i piaskowce, przy czym znaleziono w nich skamieniałości datujące je na początek późnej kredy, czyli cenoman (93 – 99 mln lat). Dlatego przez analogię datujemy tak i piaski z badanego kamieniołomu. We wspomnianych wapieniach i marglach kredy na Górze św. Anny opisano liczne i różnorodne skamieniałości, dostępne do oglądania w **muzeum parku krajobrazowego** w centrum wsi: małże, amonity, jeżowce, gąbki, ramienionogi i rurki

robaków morskich. Charakter skał i skład skamieniałości oraz porównanie z odkrywkami z Opola dowodzi, że te utwory powstały w płytkim morzu zajmującym wówczas obszar całej Opolszczyzny.



Kierując się stromymi schodami w dół, docieramy do najniższej części kamieniołomu (około 317 m n.p.m). Idąc wybrukowaną ścieżką bazaltową, docieramy do ściany około 3 m, gdzie widoczny jest **cios słupowy bazaltu**.

Stanowisko z ciosem słupowym



Widać tu ładnie wykształcony tzw. cios słupowy, czyli wykształcenie skały wulkanicznej, np. bazaltu w postaci pięcio- lub sześciobocznych słupów. Jest to naturalne zjawisko, związane z obecnością regularnych pęknięć, powstałych ,gdy lava bazaltowa pod wpływem gwałtownego chłodzenia przez skały ją otaczające, szybko krzepła, a naprężenia powodowane takim szybkim stygnięciem i kurczeniem się skutkowały charakterystycznym pękaniem tworzącego się bazaltu. Kolumny bazaltowe są prostopadłe do powierzchni stygnięcia. Cios słupowy występuje bardzo powszechnie w wielu skałach wylewnych na całym świecie.



Ścieżka prowadzi nas ponad odsłonięcie bazaltu. Dochodzimy do miejsca, gdzie dzięki wodzie, w skale powstało rozcięcie erozyjne. Mieszkańcy, aby zapobiec dalszej erozji wstecznej, wypuścili ponad stromym zboczem rurę, która transportuje wodę w powietrzu. Dzięki temu zabiegowi rozcięcie znajduje się jeszcze na terenie rezerwatu. W przeciwnym razie spowodowałoby to niszczenie zbocza, a w konsekwencji zapadnięcie się budynków tuż przy krawędzi kaldery. Miejsce to świetnie obrazuje nam w mikroskali procesy związane z erozją, transportem i sedimentacją. Erodowany materiał ze zbocza transportowany jest krętym ciekim wodnym do zbiornika sedimentacyjnego.

Opuszczając najniższą część rezerwatu, udajemy się stromymi schodami do góry, gdzie po drodze mijamy tablicę z fauną kredową. Nieopodal tej tablicy na południowo-zachodniej ścianie rezerwatu widać odsłonięcie kredowych margli z przepiękną fauną kredową: małże, ramienionogi, jeżowce, gąbki, w mniejszej ilości amonity.

Kierujemy się wyznaczoną ścieżką w górę i docieramy do skrzyżowania gdzie udajemy się w lewo. Po przejściu około 300 m widzimy pięknie wyeksponowaną północno-wschodnią ścianę z założoną niewielką jaskinią. Duża liczba porów i pustek sprzyjała rozwojowi procesów krasowych, w tym jaskiń. Największą z jaskiń możemy oglądać w północnej części ścianki. Ma ona 0,5 m wysokości i 5 metrów długości i kończy się niezbadaną na razie wąziutką szczeliną idącą ku górze. Dokładny wiek jaskini jest nieznan, jednak zapewne powstała ona w trzeciorzędzie (miocen?). Widoczna ściana to wapienie karchowickie (około 343 m n.p.m).



Fot. 42 Amfiteatr skalny w Górze Św. Anny (MZ).



Fot. 43 Widoczne struktury splaywowe (fałdy) (MZ).



Fot. 44 Fragment brekcji tufowo-lawowej (MZ).



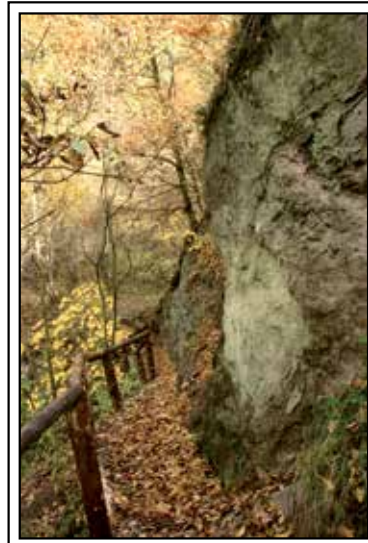
Fot. 45 Lej krasowy w Ligocie Dolnej (MZ).



Fot. 46 Odslonięcie za dawnymi toaletami (MZ).



Fot. 47 Słupy bazaltowe w rezerwacie geologicznym (MZ).



Fot.48 Blok piaskowca kredowego (MZ).



Fot. 49 Ścieżka w rezerwacie geologicznym (MZ).



Fot. 50 Schody do najniższej części rezerwatu (MZ).



Fot. 51 Soczewa jaspisu porcelanowego (MZ).



Fot. 52 Stożek brekcji tufowo-lawowej (MZ).



Fot. 53 Wychodnie warstw gogolińskich i góraździańskich w kamieniołomie Ligota Dolna (MZ).



Fot. 54 Riplemarki falowe w części spągowej warstw góraździańskich (MZ).



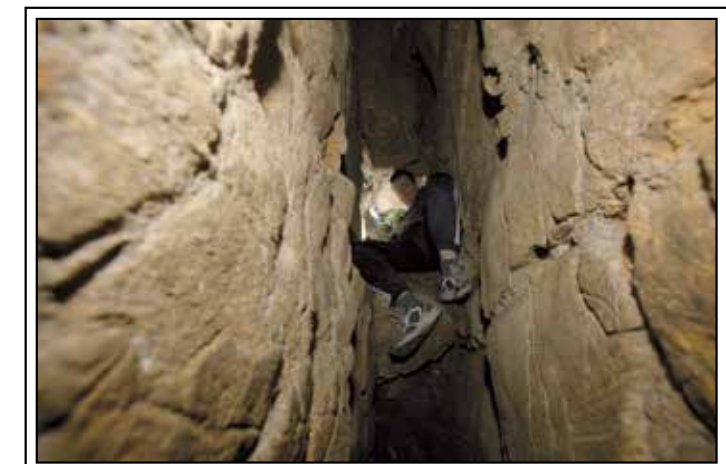
Fot. 55 Grota ze słupami bazaltowymi przy schodach do klasztoru (MZ).



Fot. 56 Wychodnie wapieni karchowickich w rezerwacie (MZ).



Fot. 57 Wapiennik z płaskorzeźbą Ikara w Ligocie Dolnej (MZ).



Fot. 58 Jaskinia Chełmska (MZ).



Fot. 59 Jaspis porcelanowy (MZ)
(Góra Św. Anny).



Fot. 60 Ząb mamuta (Janusz Badura)
(Biesiec).



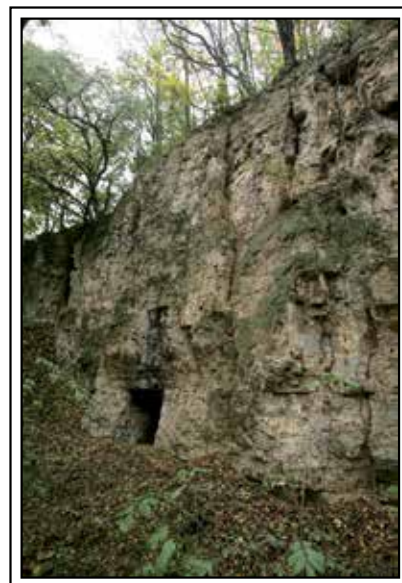
Fot. 61 Wychodnie warstw gogolińskich (MZ)
(Dolina Krowioka).



Fot. 62 Dolina Krowioka (MZ).



Fot. 63 Wychodnie górażdżańskie
w rezerwacie „Biesiec” (MZ).



Fot. 64 Dolina Kamienna (MZ).

Ściana wschodnia z wapieniami karchowickimi



W tym miejscu możemy obserwować skały, które widzieliśmy z daleka w amfiteatrze, ale tam nie mieliśmy do nich dostępu. Są to tzw. warstwy karchowickie, na których w amfiteatrze stoi pomnik Dunikowskiego. Możemy w nich zauważyć liczne skamieniałości, przede wszystkim członki łodyg liliowców i kanały żerowiskowe różnych zwierząt (obecnie często w postaci pustych kanalików, powiększonych przez krasowienie), ale także ramienionogi czy małże. W laboratorium, w czasie rozpuszczania skały w kwasie, pojawiają się liczne maleńkie (poniżej 1 mm) igły gąbek. Charakter skały jest bardzo zmienny, o ile w głównej ścianie przypomina często warstwy górażdżańskie, to w niższych wyrobiskach, widocznych za nami w dole, ma charakter bardziej podobny do falistych wapieni oglądanych w dolinie Krowioka. Wynika to z tego, że warstwy karchowickie powstawały w pasie podwodnych mielizn, gdzie inne warunki były na bardzo płytkowodnych szczytach mielizn, a inne w głębszych zagłębieniach pomiędzy nimi.

Kierując się w lewo od jaskini, ścieżka prowadzi nas w dół do niecki, w której możemy oglądać kontakt wapieni z bazaltem.

Soczewa jaspisu



Widzimy tu ładnie odsłonięty kontakt pomiędzy bazaltem a wapieniem triasowym. Trzeba pamiętać, że w czasie powstawania tego kontaktu, lava była bardzo gorąca. Choć nie mamy dokładnych danych, to lawy tego składu co obserwowane w rezerwacie, mają około 1100°C. Zarówno lawy, jak i towarzyszące im w późniejszej fazie stygnięcia roztwory, zawierają sporo agresywnych chemicznie substancji. Gwałtowne zetknięcie się takiej rozżarzonej płynnej masy z wapieniem, powodowało poważne zmiany i w wapieniu i w bazalcie, który w strefie kontaktowej narażony był na szybkie ochładzanie i wchłonięcie części uwalnianych przez wapień substancji. Takie wzajemne relacje między chłodną skałą a stygnącą lawą, powodujące przeobrażenie obu, nazywamy metamorfizmem termicznym. Zaobserwujmy jak różnicują się skały od strefy kontaktu w dół i w górę. Porównajmy je z niezmiennymi bazaltami i wapieniami widocznymi w innych miejscach tej ścianki. W samej strefie widzimy warstwę białego, sypkiego minerału z okruchami bardzo zmienionego wapienia. Jeśli polejemy ten minerał kwasem solnym, to zobaczymy burzliwą reakcję chemiczną, przejawiającą się wydzielaniem dużych ilości bąbli gazowych (burzeniem). To identyfikuje nam ów minerał jako kalcyt lub aragonit, czyli węglan wapnia, a więc główny składnik wapieni. Prawdopodobnie nic więcej nie zostało po zniszczonych i rozpuszczonych wapieniach, które bezpośrednio kontaktowały z płynną lawą. Poniżej mamy już wapień, ale dość nietypowe. Czarna barwa, niespotykana w innych ławicach wapieni z tego kamieniołomu, mocny zapach siarkowodoru przy uderzeniu w taką skałę młotkiem, wyraźna krystaliczność wapienia i brak skamieniałości, np. liliowców, które są częste w innych ławicach pokazuje, że wapień ten został zmieniony termicznie. Zmiany powyższe stopniowo zanikają ku dołowi, tak że najniżej mamy już typowy wapień karchowicki z elementami liliowców

i ułamkami muszli. Również bazalty leżące bezpośrednio na wspomnianej białej warstwie kalcytu są inne niż normalnie. Widać liczne pory i pustki wypełnione wtórnymi minerałami (m.in. z grupy zeolitów), bazalt jest kruchy i rozsypliwy oraz przebarwiony.

Najciekawsza jest jednak soczewa brązowo-pomarańczowego jaspisu wielkości 2x0,5 m i sięgająca w głąb na minimum 1 m (Uwaga! Obowiązuje całkowity zakaz zbierania kawałków, odłupywania samego jaspisu i bicia młotkami w jego pobliżu) (fot. 51). Jest to największa znana soczewa jaspisowa w Polsce, choć pozbawiona wartości jubilerskiej (duża porowatość). Widać, że kiedyś była półpłynna, bo są zachowane zastygnięte struktury przesuwającej się masy. Liczne pęcherzyki powstały z odgazowania w fazie płynności. Jak powstał ten jaspis? Trzeba pamiętać, że jaspis to po prostu skała zbudowana z bardzo drobnoziarnistego kwarcu zabarwionego związkami żelaza. A więc skąd się wziął tutaj kwarc? Jeślibyśmy wrzucili próbkę sąsiedniego wapienia karchowickiego do kwasu i całkowicie rozpuścili, to na dnie zostanie trochę nierozpuszczonych elementów, w tym głównie małe igły krzemionkowe skamieniałych gąbek i pył kwarcowy. Mamy więc jedno źródło kwarcu, drugim zaś była krzemionka obecna w lawie i roztworach magmowych. Oddziaływanie gorących roztworów na bogate w krzemionkę zimne wapienie prowadziło do chłodzenia tychże roztworów i wytrącania się z nich drobnokrystalicznego kwarcu, wzbogaconego przez krzemionkę z rozpuszczonego wapienia. Sama soczewa powstała zapewne już po zakończeniu głównego wulkanizmu, na etapie krążenia gorących roztworów wodnych.

Ostatnim miejscem w rezerwacie jest góra tufowa, znajdująca się w najwyższej części rezerwatu naprzeciw tablicy "Popioły wulkaniczne".

Stożek brekcji tufowo-lawowej



Na wznoszącej się nad południową krawędzią kamieniołomu stromej górze możemy oglądać dobrze zachowane wystąpienie innych skał związanych z dawnym wulkanem, a mianowicie piroklastyków. Widać, że w bardzo drobnej masie tufu (stwardniałego popiołu wulkanicznego i piasku wulkanicznego o ziarnach do 2 mm), tkwią większe kawałki porowatej lawy, czasami ostrokrawędziste, a czasem zaokrąglone (lapille i bomby wulkaniczne). Błoczki ostrokrawędziste to fragmenty zastygniętej wcześniej lawy ze starszych wylewów, którą siła ostatnich eksplozji wulkanu porozrywała i wyrzuciła w powietrze, natomiast zaokrąglone bryłki bazaltu powstały z płynnej lawy, której strzępy eksplozja wzniosła w powietrze, gdzie wirując w pędzie, przyjęły formę kropli i zastygły.

Warto dodać, że rozżarzone pyły wulkaniczne połączone z parą wodną, są najgroźniejszym zjawiskiem w erupcji wulkanu, nieporównywalnie niebezpieczniejszym niż potoki lawowe. Pył taki bowiem błyskawicznie obejmuje znaczny obszar, nawet daleko od stożka wulkanicznego, opadając zaś wzniesła pożary, doprowadza do śmierci z powodu poparzeń i uduszenia. Taki właśnie opad tufu był odpowiedzialny za zagładę słynnych Pompejów czy Herkulanum.

Oglądając ładną panoramę Kotliny Raciborskiej z tej górki, można się też zastanowić, jakie jest pochodzenie tego szczytka, na którym stoimy. Formę tę zawdzięczamy pracownikom dawnego kamieniołomu, dla których tuf był zupełnie nieprzydatną skałą,

więc wybrali wokół wystąpienia tufu bazalty i wapienie, sam tuf pozostawiając nienaruszony. W ten sposób powstał swoisty stożkowaty wierzchołek (około 354m n.p.m) (fot. 52).

Należy pamiętać, że licznie występującym na terenie rezerwatu odsłonięciom towarzyszy piękna flora i fauna, na którą również warto zwrócić uwagę nie naruszając ich stanowisk. Zanim wybierzemy się do Ligoty Dolnej warto odwiedzić otoczenie i sam klasztor.

Grota z Lourdes przy północnym murze klasztoru



W miejscu, gdzie stoimy około 1840 roku otworzono kamieniołomy, w których wydobywano bazalt. Największy osiągał 110 m długości i 50 szerokości. Podobne kamieniołomy działały także na południe od klasztoru i w ogrodach klasztornych. Ich szybki rozrost do dużych rozmiarów stanowił zagrożenie dla istnienia klasztoru. Nawet dzisiaj położenie Groty Lurdzkiej (fot. 65)



Fot. 65 Grota Lurdzka (MZ).

świadczy, jak blisko znajdował się kamieniołom od zabudowań sakralnych. Wielkie i bardzo głębokie wyrobiska usytuowane były tuż przy murze klasztornym, w odległości 5 m, co powodowało jego stałe pęknięcie i ostatecznie zawalenie się znacznej części muru w 1877 roku. Co gorsze, istniało spore zagrożenie dla fundamentów kościoła. Dlatego biskup wrocławski, któremu wówczas podlegał klasztor, wykupił w latach 1884 – 1889 wszystkie kamieniołomy leżące w bezpośredniej bliskości świątyni. Po ich częściowym zasypaniu, zbudowano na jednym z dawnych wyrobisk Grotę z Lourdes i liczne kaplice, w tym kaplicę św. Rafała.

Odsłonięcie bazaltu przy głównych schodach do bazyliki



Stojąc u podnóża schodów, twarzą do kościoła, widzimy po prawej stronie w zboczu góry kilkumetrową (wys. 4,5 m, szer. 5 m, głęb. 4 m) antropogeniczną odkrywkę bazaltu. Podobna, tylko mniejsza, odkrywka znajduje się około 20 metrów dalej, idąc ul. Szkolną wzdłuż ogrodzenia klasztornego. W obu wyrobiskach widzimy ładnie wykształcony cios termiczny bazaltów, którego geneza jest omówiona w punkcie **kamieniołom bazaltu**. Zwróćmy uwagę, że pomimo małej odległości między obydwoma punktami, cios bazaltu jest nachylony w przeciwnych kierunkach. W odkrywce przy schodach zapada on ku północnemu-zachodowi, a w drugiej ku południowemu-zachodowi. Takie przeciwstawne nachylenie słupów bazaltowych jest typowe dla głębszej części przewodu wulkanicznego, czyli kanału, którym płynna lawa podnosiła się ku kraterowi z położonego w głębi ziemi zbiornika magmy.

Kamieniołom wapienia w Ligocie Dolnej



Kamieniołom ten powstał jeszcze przed drugą wojną światową, intensywna eksploatacja miała miejsce w latach 70. i 80. XX wieku, a zamknięto go w 1994. Podchodząc drogą od Ligoty Dolnej, widzimy piec do wypalania wapna o konstrukcji szybowej sprzed drugiej wojny światowej. Zwykle piece takie nie były dekorowane. Dlatego nietypowe jest tu umieszczenie na ścianie ładnej płaskorzeźby Ikarą, bohatera starogreckich mitów, wg których był on pierwszym człowiekiem latającym w powietrzu. W czasie pierwszego lotu tragicznie zginął. Rzeźbę tę umieszczono ku czci lotnika z pobliskiego lotniska w Ligocie, który w 1932 również zginął, roztrzaskawszy się w czasie lotu o ten piec.

W kamieniołomie (wysokość ściany dolnego, głównego wyrobiska wynosi 10 m, a górnego poziomu - 8 m) odsłaniają się wapienie tzw. warstw gogolińskich (dolny poziom) i najniższa część warstw górażdzańskich (górny poziom).



Zacznijmy wycieczkę na dolnym poziomie (nie należy zbliżać się do ścian, ze względu na często spadające kamienie). Widzimy, że poziom ten budują cienko uwarstwione (2-4 cm) wapienie, o lekko zaburzonych faliście powierzchniach dolnych i górnych warstewek. Wapienie te nazywa się falistymi i są one typowe dla warstw gogolińskich (widzieliśmy je już w dolinie Krowioka). Jeśli poszukamy na osypisku skamieniałości, to stwierdzimy, że są one niezbyt liczne i reprezentowane głównie przez małże *Plagiostoma striatum*. Weźmy z osypiska kilka próbek i rozbijmy je. Widać, że skała jest bardzo drobnoziarnista, brak tam przekrojów muszli czy innych wyróżniających gołym okiem struktur. Jak już wspomniano przy okazji omawiania odsłonięcia w dolinie Krowioka, takie utwory powstają w lagunach, w spokojnych, ale dość słabo natlenionych wodach. W wyższych partiach ściany, w obrębie pakietów wapieni falistych, dość częste są grubsze (do 12 cm) warstwy wapienia o bardziej równych powierzchniach. Po rozłupaniu próbki takiej skały zobaczymy, że jest ona bardziej gruboziarnista, krystaliczna, a często (w mniej przekrystalizowanych partiach) dostrzeżemy liczne ślimaki i małże. Są to osady naniesione do laguny przez sztormy, przelewające się przez pas mielizn oddzielający lagunę od morza i wnoszące muszle z bariery. Takie epizodyczne prądy sztormowe tworzyły właśnie te wapienie złożone z muszli zwierząt. Popatrzmy jeszcze na północną ścianę kamieniołomu. Czerwienieją tam zarysy bardzo dużych i licznych lejów krasowych, związanych z rozpuszczaniem wapieni przez roztwory krążące w skałach wzdłuż pęknięć i szczelin. Proces taki jest możliwy tylko w ciepłym klimacie, a taki panował w środkowej części trzeciorzędu, kiedy te leje powstawały.



Przejdźmy teraz na górny poziom, na ścianie południowej. Stoimy przed niewysoką ścianą utworzoną z zupełnie innych wapieni: grubo uwarstwionych, jaśniejszych i, co widoczne jest w próbkach, zbudowanych z wapieni przepętnionych pokruszonymi muszlami i onkoidami (ich genezę i znaczenie wyjaśniono w rozdziale o amfiteatrze). Takie wapienie budują np. skały, na których stoimy. Są też wapienie b. drobnoziarniste (analogiczne w przekroju do tych

z dolnego poziomu), ale różniące się od falistych znacznie większą grubością warstw i całkowitym brakiem skamieniałości. Ten zespół skał to klasyczny profil najniższej części warstw górażdzańskich, porównywalny z najniższą partią głównej ściany w amfiteatrze. Spójrzmy teraz na warstwę, na której stoimy. Pokryta jest ona długimi (ponad 10 m), faliście powyginanymi grzbietami o wysokości kilku centymetrów i rozstępie kilkudziesięciu cm. To piękny i rzadki przykład tzw. riplemarków (fot. 54). Pomimo dziwnej nazwy, każdy z nas mógł je zobaczyć (choć w mniejszej skali) na plaży morskiej lub na płyciźnie rzecznej. Są to bowiem zmarszczki powstające zawsze przy falowaniu lub prądzie wody – siła fal albo prądu popycha ziarna osadu, formując z nich grzbiety, które następnie stopniowo przesuwają się zgodnie z kierunkiem prądu. Analogicznie powstają wydmy, tylko że tam rolę siły napędowej gra wiatr. W przypadku obserwowanych struktur w Ligocie takie cechy jak ich: znaczna długość, symetryczność obu stoków, stosunkowo mała krętość i widoczne czasem rozdwojanie się w kształcie litery „Y” dowodzą, że powstały one dzięki falowaniu a nie prądom. To zaś świadczy, iż dno tej części zbiornika leżało płytko (falowe riplemarki nie tworzą się raczej poniżej 20 m, a najczęściej powstają na głębokościach do kilku metrów).

Wychodząc z kamieniołomu, warto poszukać trochę na małych hałdach w pobliżu pieca wapienniczego – czasem występują tam ładne skamieniałości.

Okolice rezerwatu „Biesiec”



Ciągnące się wzdłuż pasa autostrady wychodnie wapienne do 2 m wysokości zaliczane są do warstw górażdzańskich. Są to masywne, grubo uwarstwione wapienie płytowe, w których można zaobserwować miejscami warstwowanie płakorównoległe z widocznymi członami łodyg liliowców. Odsłonięcie wapieni znajduje się tuż przy autostradzie, stąd utrudniony jest do nich dostęp. W czasie budowy autostrady w 2000 r. wrocławscy geolodzy Janusz Badura i Bogusław Przybylski znaleźli duży ząb mamuta (fot.70) w piasku zasypanej dolinki rezerwatu Biesiec. Piasek wraz z zębem przywieziono, zapewne jeszcze przed 1945, z jednej z pobliskich piaskowni, jest to więc dowód, że w pobliżu Góry św. Anny żyli ci potężni, włochaci krewni dzisiejszych słoni, osiągający do 3,5 m wysokości i 6 ton wagi. Ząb z Bieścia przechowywany jest dziś w Państwowym Instytucie Geologicznym we Wrocławiu.



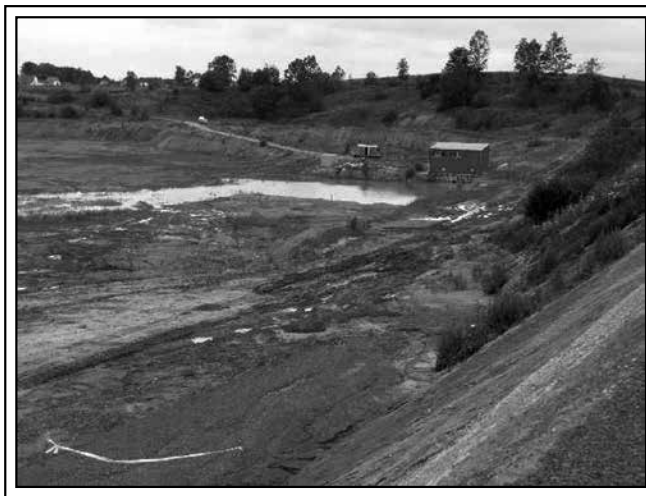
Fot. 66 Odsłonięcie w okolicach rezerwatu „Biesiec” (MZ).

DODATEK**VIII. Stanowisko paleontologiczne w Krasiejowie**

Kopalnia w Krasiejowie cieszy się zasłużoną sławą skarbnicy skamieniałości w całej Europie, liczne wzmianki o niej ukazały się także w czołowych amerykańskich czasopismach naukowych. Występują tam bowiem znakomicie zachowane szkielety lub ich duże części – czaszki, kręgosłupy, miednice, należące do wymarłych 230 mln lat temu potężnych płazów i gadów. Ewenementem jest ich masowe nagromadzenie, uczeni znaleźli w Krasiejowie ponad 100 czaszek i tysiące fragmentarycznych zespołów szkieletu pozaczaszkowego lub pojedynczych kości. Oczywiście najbardziej znanym odkryciem w Krasiejowie było odkopanie szeregu szkieletów nieznanego wcześniej nauce pradinozaura, a według niektórych badaczy wręcz najstarszego dinozaura, którego nazwano na cześć regionu, z którego pochodzi - *Silesaurus opolensis*, czyli „śląski gad z Opola”. Oprócz skamieniałości, znaleziono w Krasiejowie interesujące w skali Polski kryształy minerału o nazwie celestyn, o pięknej niebieskiej barwie.

Obecnie na terenie dawnej kopalni odkrywkowej (fot. 67) działa muzeum paleontologiczne, eksponujące fragment niewyeksplloatowanej warstwy kostnej, z widocznymi czaszkami płazów i gadów. Obok pawilonu istnieje rozbudowująca się ekspozycja naturalnej wielkości modeli zwierząt krasiejowskich i najśłynniejszych dinozaurów jury i kredy. W 2007 wystawa była w ciągłej rozbudowie i często zmieniana, dlatego o ostatecznym jej wyglądzie nie piszemy w niniejszej książce. Również co do terminu zwiedzania należy upewnić się telefonicznie (na razie zimą wystawa jest zamykana). W pobliżu pawilonu, w sezonie letnim można często obserwować pracę paleontologów wydobywających kolejne skamieniałości.

Jak odkryto to unikalne stanowisko? Sama kopalnia w Krasiejowie działała już na początku XX wieku, dostarczając ilitu na potrzeby lokalnej cegielni. Następnie w latach 70. XX wieku niezbyt odległa cementownia w Strzelcach Opolskich potrzebowała złoża ilitów, niezbędnych do produkcji cementu. Jej wybór padł właśnie na złożo krasiejowskie. Szybka eksploatacja ilitów i związane z tym powiększenie wyrobiska doprowadziło w pewnym momencie do odsłonięcia warstw kostnych. W 1993 jeden z autorów tej książki (R. Niedźwiedzki), badający z ramienia Uniwersytetu Wrocławskiego w kamieniołomie w Strzelcach Opolskich wapień morskie triasu, udał się na krótki rekonesans do należącego do tej samej cementowni odsłonięcia w Krasiejowie. Okazało się, że przy północnej ścianie leżą tysiące pokruszonych kości, wśród których od razu rozpoznać

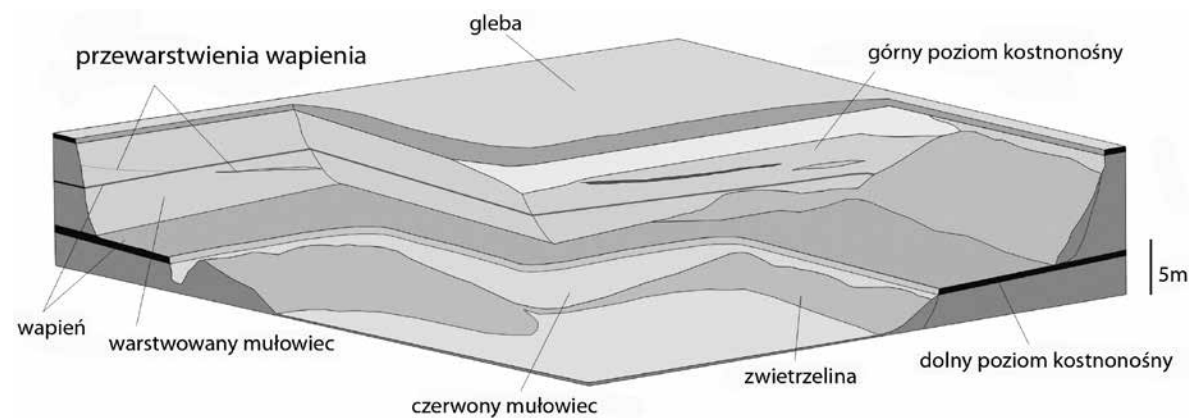


Fot. 67 Stanowisko paleontologiczne Krasiejów (MZ).

można było charakterystyczne płyty kostne typowe dla opancerzonych wielkich płazów triasu, tzw. płazów tarczogłowych (naukowo zwanych labiryntodontami). Następnego dnia autor poinformował o odkryciu kopalnych płazów prof. Jerzego Dzika z Polskiej Akademii Nauk i jego ówczesnego magistranta Andrzeja Kaima. Od tego momentu rozpoczęło się intensywne zbieranie i zabezpieczanie szkieletów oraz badanie środowiska, w jakim wymarłe zwierzęta żyły. Było to tym ważniejsze, iż kopalnia była czynna, a koparki stanowiły śmiertelne zagrożenie dla kruchych pozostałości kręgowców. Głównym organizatorem wykopalisk i wykonawcą badań naukowych był prof. Dzik, którego energii zawdzięczamy uratowanie tego stanowiska. Wielką pomocą, zarówno w nadzorze nad wykopaliskami, jak i w analizie zebranego materiału, stał się współpracownik prof. Dzika, dr Tomasz Sulej. Jednak do prowadzenia profesjonalnej ekspedycji paleontologicznej nie wystarczają tylko naukowcy, potrzebne są jeszcze znaczne fundusze, m.in. na wynajęcie maszyn górniczych, które mogą usunąć grube warstwy osadów przykrywających pokłady kostne, na materiały i pomieszczenia zabezpieczające odsłaniane szczątki. I tę pomoc okazał właściciel kopalni firma Górażdże Cement S.A., której dyrekcja nie tylko wydała zgodę na prace na swoim terenie, w celu ratowania unikalnych znalezisk, ale od razu udostępniła ciężki sprzęt i przyznała pokaźne fundusze umożliwiające realizację celu. Należy wspomnieć, że warstwy kostne w Krasiejowie musiały być odsłonięte dużo wcześniej, gdyż w 1985 ówczesny uczeń, a dziś znany botanik, Krzysztof Spałek dostarczył wiele znalezionych przez siebie fragmentów kostnych do instytucji naukowej. Niestety znalezisko Spałka przeszło wtedy bez echa i nie udało się wówczas podjąć prac ratunkowych ani zabezpieczyć całych szkieletów.

a) środowisko powstania skał krasiejowskich i ich wiek

W Krasiejowie podstawowym typem skał są czerwone ility, czyli osady o bardzo drobnym łuseczkowatym ziarnie (poniżej 0,01 mm). Przewarstwiają się one z mułowcami, o trochę większym ziarnie. Znacznie rzadsze są ławice piaskowców, których ziarna są dobrze widoczne już gołym okiem (około 1 mm), to obtoczone przez wodę kwarce, a w wielu przypadkach małe, wapienne grudki. Obecność piaskowców o ziarnach wapiennych jest bardzo charakterystyczna dla tego odsłonięcia. Kiedy kopalnia jeszcze działała, w stromych ścianach doskonale było widać, że ławice piaskowców są skośnie nachylone, pod kątem kilkunastu lub więcej stopni. W wielu miejscach obserwowano powierzchnie z drobnymi, silnie asymetrycznymi zmarszczkami zbudowanymi z piasku. Takie faliste grzbieciki często możemy obserwować na dnach płytkich łąch podwodnych we współczesnych rzekach, gdzie powstają dzięki prądowi ustawicznie przemieszczającemu ziarna piasku. Cały ten obraz pokazywał nam, że utwory krasiejowskie powstawały w dużym stopniu dzięki działalności rzek. Czasami znajdowano horyzonty z bardzo licznymi długimi, pionowymi, krętymi kanalikami, wypełnionymi innym materiałem niż skała otaczająca. Były to ślady po korzeniach wrastających w głąb ziemi, a te horyzonty z kanalikami to po prostu poziomy dawnych gleb. Powinniśmy wyjaśnić, że dla geologa osady rzeczne to nie tylko te, które wypełniają koryto rzeki, ale także, a może nawet przede wszystkim, ilaste i mułowcowe utwory pokrywające duże powierzchnie po obu stronach koryta i okresowo zalewane w trakcie powodzi



Ryc. 14 Profil kopalni odkrywkowej w Krasiejowie (Dzik & Sulej 2004 r.).

i drobniejszych wezbrań. To właśnie tam osadzają się ropy i tam rozwijają się poziomy glebowe. Z danych ogólnoeuropejskich wynika, że klimat w tej części Europy był gorący, suchy, ale z okresowymi intensywnymi opadami, co umożliwiało rozwój miejscami bujnej roślinności.

Dokładny wiek osadów z Krasiejowa jest ciągle przedmiotem dyskusji. Nie ma tu bowiem morskiej fauny, standardowo używanej do datowań, brak też wkładek wulkanicznych, które można datować metodami izotopowymi. Nie ulega wątpliwości, że to późny trias, jednak powstaje kwestia, czy skały liczą prawie 230 mln lat czy około 210 mln. Problem ten jest dość istotny m.in. dla kwestii rozstrzygnięcia, czy ewentualne dinozaury z Krasiejowa są najstarsze na świecie, czy też równoległe z kilkoma innymi stanowiskami w Argentynie i USA, datowanymi właśnie na około 210 mln lat. Na razie większość danych wskazuje na czas powstania w granicach 230 mln lat.

Prawie wszystkie szczątki kręgowców napotkano w Krasiejowie tylko w dwóch cienkich (po około 40 cm) warstwach skalnych, podczas gdy większość mającej pierwotnie 23 m wysokości ściany wyrobiska nie przyniosła żadnych znalezisk (z wyjątkiem rzadkich okazów, leżących głównie między obiema warstwami kostnymi). Z czego to wynika? Trzeba rozpatrzyć dwie odpowiedzi. Albo przez większość okresu istnienia krasiejowskiego zbiornika warunki środowiskowe były niesprzyjające życiu (np. zbyt duże zasolenie, brak tlenu), albo też kręgowce cały czas żyły w akwenu, ale przez większość czasu nie było warunków umożliwiających powstawanie skamieniałości. Badania utworów krasiejowskich wykluczyły pierwszą przyczynę. Brak bowiem w tych utworach dowodów zasolenia wód (kryształów gipsu czy soli), liczne drobne organizmy (tzw. ramienice) i większe małże dowodzą dość dobrego natlenienia wód, w dodatku większa część omawianych skał powstała w środowisku rzeczonym, a rzeki raczej nie bywają ani zasolone, ani beztlenowe. Natomiast niesprzyjające warunki do tworzenia się skamieniałości są codziennością. W istocie rzeczy, analizy współczesnych zespołów fauny i flory wskazują, że tylko znikoma ich część (poniżej 1 %) ma szansę zachować się pośmiertnie. Wymaga to bowiem szczególnie sprzyjających okoliczności, zwłaszcza bardzo korzystnych warunków środowiska. A że takie czynniki, jak tempo zasypywania zwłok, dostęp tlenu do osadów dennych, stopień erozji, temperatura i skład chemiczny wód często się zmieniają w danym jeziorze czy rzece, to i warunki umożliwiające powstawanie skamieniałości (czyli tzw. fosylizacji) występują sporadycznie. Choć jeśli już

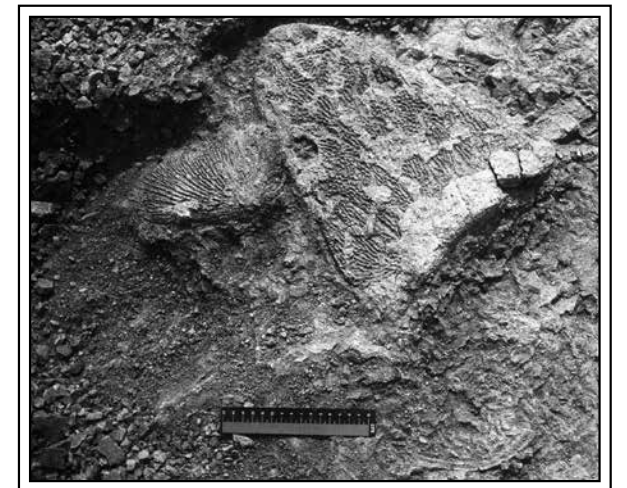
występują, to wtedy nagle, w niewielkiej warstwie osadu, zachowuje się dużo padłych organizmów. Tak właśnie było w Krasiejowie. W tym przypadku kluczowy był zapewne okresowy wzrost zawartości pierwiastka wapnia w wodzie, co sprzyjało przetrwaniu szczątków kręgowców. Interesujące jest też to, że obie warstwy kostne różnią się diametralnie składem kręgowców. W dolnej warstwie dominują zwierzęta wodne, a w górnej lądowe. Najwyraźniej niższy poziom powstał w wodach słodkiego jeziora, a wyższy w wyniku działalności rzeki. Lądowe zwierzęta spotyka się co prawda i w poziomie jeziornym, ale bardzo rzadko.

b) skamieniałości dolnej warstwy kostnośnej (wodnej)

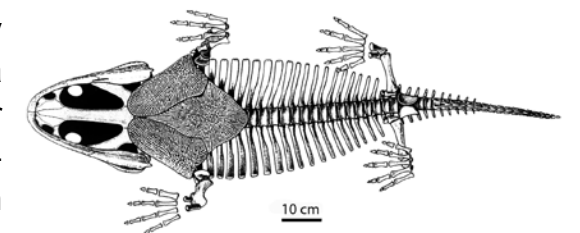


Najpospolitszym wodnym kręgowcem znajduwanym w Krasiejowie są płazy tarczogłowe z rodzaju metopozaurów. Największe czaszki wydobyte stąd

mierzą blisko 50 cm, co sugeruje, że zwierzęta te przekraczały 2 m długości (fot. 68). Budowa ich szkieletu wskazuje, że były to przydenne drapieżniki wodne, polujące z zasadzki na ryby. Jak dochodzi się do takich wniosków? O tym, że ich podstawowym środowiskiem życia była woda, świadczą widoczne na czaszkach metopozaurów ślady tzw. linii bocznej, czyli kanałików wypełnionych pierwotnie przez zespół komórek wyspecjalizowanych w rejestrowaniu najdrobniejszych zmian ciśnienia wody w otoczeniu zwierzęcia. Zmiany ciśnienia wody zaś są przeważnie efektem fal wytworzonych przez poruszające się w okolicy stworzenia. A więc linia boczna umożliwia „obserwację” ruchu potencjalnych ofiar i wrogów i to w sposób znacznie dokładniejszy niż wzrok czy słuch, które w warunkach toni wodnej są dość mało precyzyjne. Z drugiej strony, linia boczna nie sprawdza się w powietrzu, dlatego u zwierząt lądowych zanika. Innym, pośrednim dowodem wodnego trybu życia metopozaura jest fakt, iż jego kończyny tylne były słabe i słabo połączone z kręgosłupem, nie mogły więc na długo przejąć niebagatelnej ciężaru ciała w przypadku wyjścia na ląd. Na drapieżność metopozaurów wskazują głównie ich zęby, ostre, liczne, o zróżnicowanych rozmiarach (największe mają parę cm długości), nadające się tylko do polowania, a nie zrywania glonów. Zresztą trzeba pamiętać, że wszystkie współczesne płazy są drapieżne, nie znaleziono też ewidentnie roślinożernych płazów kopalnych. Za polowaniem z zasadzki przemawia to, iż ich bardzo duża i masywna czaszka, ciężkie płyty kostne skupione w przedniej części tułowia i niezbyt imponujący ogon z małą płetwą ogonową uniemożliwiały raczej długotrwały



Fot. 68 Czaszka metopozaura (T. Sulej)



Ryc. 15 Szkielet metopozaura (Dzik & Sulej 2004 r.)

pościg za zdobyczą. Zdaniem badacza płazów tarczogłowych, T. Suleja, metopozaur leżał nieruchomo na dnie i kiedy ryba podpływała blisko jego głowy, raptownie rozwierał szeroki pysk, co skutkowało zasysaniem wody wraz z rybą do wnętrza paszczy. Na zakończenie warto dodać, że znaleziska z Krasiejowa umożliwiły wyodrębnienie nowego podgatunku tego płaza, bowiem wszystkie tutejsze osobniki zaliczono do podgatunku *Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis*.

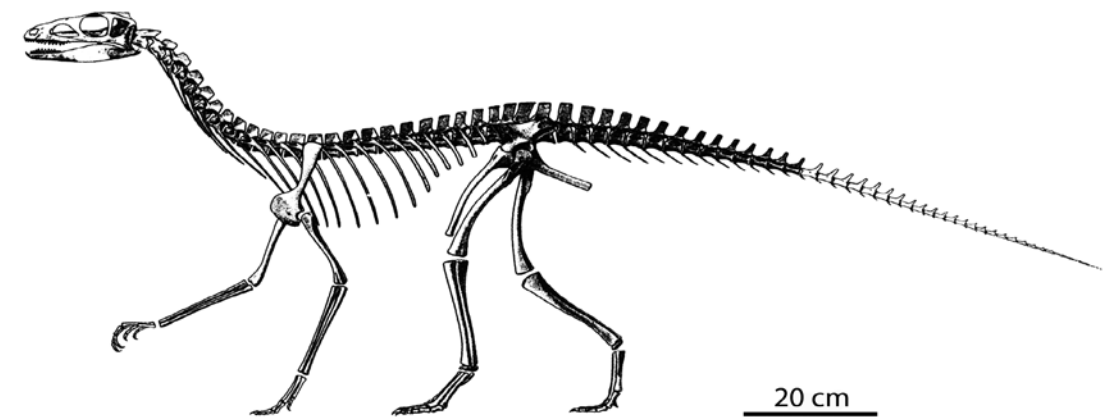
Przeciwnieństwem ociężałego metopozaura były zwinne i szybko pływające gady z rodzaju *Paleorhinus*, których długość szacuje się na 3,5 m. Są one zaskakująco podobne zewnątrznie do żyjącego dziś w Azji, m.in. w świętej rzece Hindusów Gangesie, krokodyla gawiała (choć są i znaczne różnice np. w wyglądzie ogona czy ułożeniu nozdrzy). Oba mają bardzo długi i wąski pysk, w którym osadzone są liczne, ostre i cienkie zęby. Również stosunkowo wąski i smukły tułów był zbieżny u obu zwierząt. W istocie podobieństwo jest tylko powierzchniowe, gdyż *paleorhinus* nie należał do krokodyli, ale do zupełnie innej grupy gadów, obecnie wymarłych fitozaurów. Takie podobieństwo kształtu między dwoma bliżej niespokrewnionymi grupami zwierząt nosi nazwę konwergencji i jest częstym zjawiskiem wynikłym z tego, że w podobnych warunkach środowiskowych preferowane przez ewolucję są podobne kształty. Przykładowo szybko pływające wodne ssaki (delfiny) mają dość podobną formę ciała do szybko pływających ryb (tuńczyki), a zwłaszcza do wymarłych morskich gadów ichtiozaurów. A więc konwergencja zwierzęcia współczesnego i wymarłego pozwala nam robić analogie między trybem życia obu. Gawiale są prawie wyłącznie rybożerne, choć czasami spożywają padlinę innych zwierząt. Polują one aktywnie, goniąc ławice ryb. Podobnie odżywiały się *paleorinusy*.

Wśród fauny wodnej Krasiejowa dość liczne są szczątki ryb. Przeważnie są to bliżej nieidentyfikowalne łuski ryb kostnochrzęstnych (*Chondrostei*), grupy dziś reliktovej (do bardziej znanych reprezentantów należy jesiotr), ale powszechnej w permie i triasie. Zdarzają się także znaleziska bardziej kompletnych szkieletów tych zwierząt, choć rzadko. Oprócz ryb kostnoszkieletowych, odkopano także wiele sporych (kilka cm) zębów ryb dwudysznych z rodzaju *Ceratodus*. Współczesne ryby dwudyszne, to duże (do 2 m i 390 kg wagi), wyłącznie słodkowodne stworzenia, zamieszkujące tropiki i przystosowane do życia w okresowo wysychających zbiornikach. Kiedy woda zanika w rzece lub jeziorze, ryba taka pełźnie, często na odległość wielu kilometrów, do niewyschniętego jeszcze akwenu. Wykrywa ona wodę z dużej odległości, a płuca umożliwiają jej przetrwanie długotrwałej wędrówki po lądzie. Jeśli nie wyczuwa zbiornika wodnego w okolicy, to nie podejmuje wędrówki, lecz zagrzebuje się głęboko w mule dennym, otacza gęstym śluzem, który krzepnąc tworzy ochronny kokon i zapada w stan podobny do hibernacji. W takim stanie trwa wiele lat czekając, aż jezioro znów się zapełni. Zapewne podobny tryb życia prowadziły i w Krasiejowie, gdzie triasowy gorący i suchy klimat sprzyjał okresowym zanikom wody. Oprócz ryb, w omawianym akwenu bytowały liczne małże słodkowodne, podobne do dzisiejszych skójek, małe (rzędu 1 do kilku mm) skorupiaki: małżoraczki i liścionogi oraz ogromna ilość glonów. Ich pozostałości są najliczniejszymi skamieniałościami, nie tylko w warstwie kostnonośnej, ale w całym wyrobisku Krasiejowa. Rzadkie ślimaki wodne uzupełniają ten obraz.

Skamieniałości górnej warstwy kostnonośnej (lądowej)

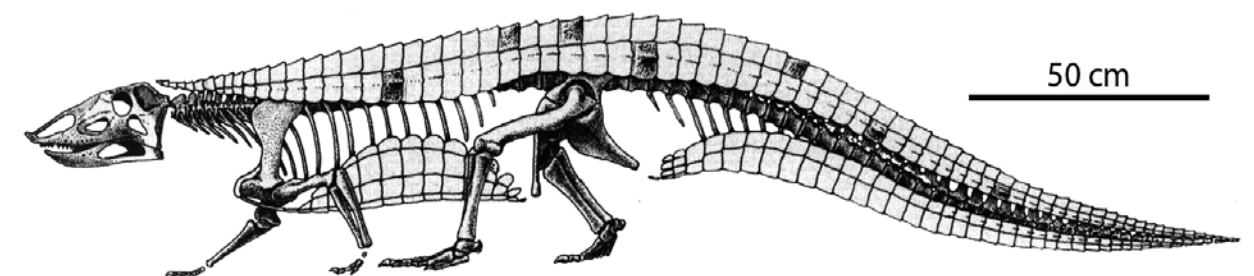


Najsłynniejszym znaleziskiem lądowego zwierzęcia z Krasiejowa jest oczywiście wspomniany już silezaur (ryc. 16), jeden z praprzodków późniejszych olbrzymich dinozaurów jury i kredy. Ten niezbyt wielki (ponad 1,5 m długości) roślinożerny gad ma bardzo wiele cech wskazujących, że jest on już dinozaurem, np. typowo dinozaurzą stopę tylniej nogi (z trzema tylko rozwiniętymi palcami) albo kręgi krzyżowe i szyjne analogiczne do tych znanych ze szkieletów niewątpliwych dinozaurów. Pewne cechy miednicy przypominają natomiast raczej formy przeddinozaurze. Nic w tym dziwnego, najstarsze dinozaury powinny mieć jeszcze cechy swoich przodków. Bardzo



Ryc. 16 Szkielet silezaura (Dzik & Sulej 2004 r.)

ciekawe jest uzębienie, gdyż na dolnej szczęce nie ma zębów z tyłu szczęki oraz na samym jej początku. Są dowody, by twierdzić, że z przodu pyska silezaur miał rogowy dziób. To oraz inne cechy szkieletu każą upatrywać w silezaurze przodka późniejszych tzw. dinozaurów ptasiomiednicznych, których najbardziej znanym przedstawicielem jest słynny rogaty *Triceratops*, żyjący jednak 160 mln lat po silezaurze.



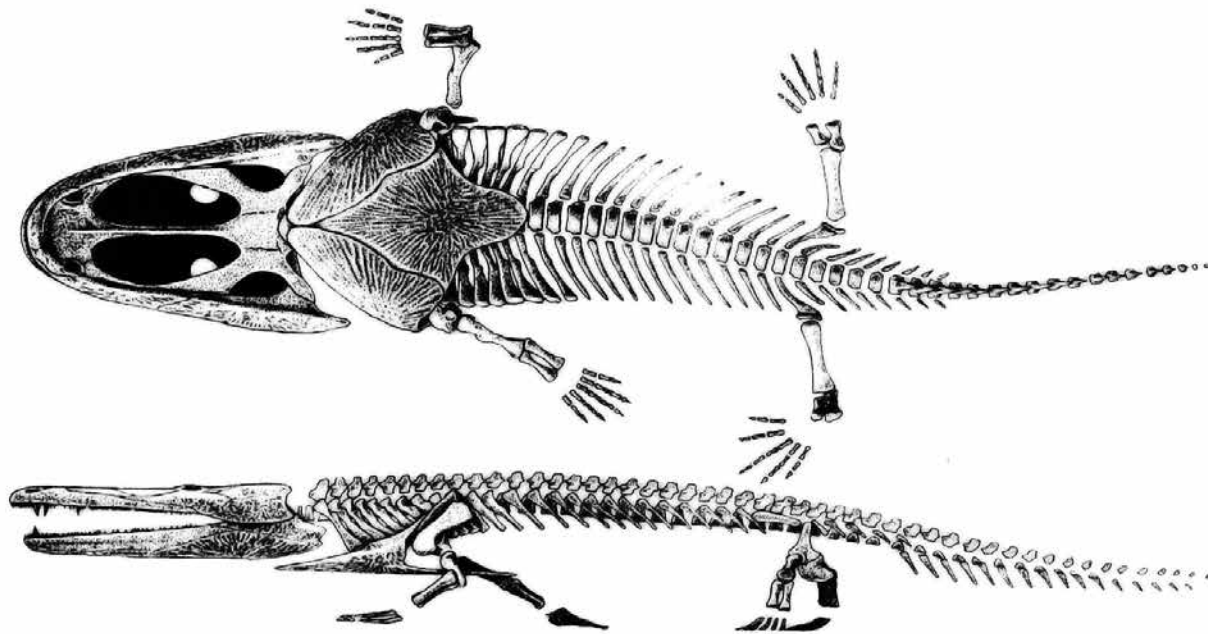
Ryc. 17 Szkielet aetozaura (Dzik & Sulej 2004 r.)

Innym zwierzęciem powszechnym w Krasiejowie był aetozaur (ryc. 17), duży (3,5 m) prawie całkowicie opancerzony tarczami kostnymi (część z nich miała drobne kolce) i wyposażony w pysk o okazałym dziobie oraz mięsistym ryju roślinożerny gad. Ryły w miękkich glebach obrzeży rzeki i jeziora w poszukiwaniu smakowitych korzonków. Reprezentują one starszą ewolucyjnie linię gadów naczelnych i nie należały do dinozaurów.

Roślinożerne silezaury i aetozaurzy żyły w ustawicznym zagrożeniu ze strony wielkich, choć niezbyt licznych drapieżników. Jeden z nich czyhał tylko w pobliżu brzegu jeziora lub rzeki, wśród gęstych zarośli nadbrzeżnych. Był to cyklotozaur (ryc. 18), wielki płaz spokrewniony z metopozaurom, lecz o potężniejszych zębach, większej paszczy (największa krasiejowska czaszka mierzy blisko 60 cm) i spędzający większość czasu na lądzie, a nie w wodzie (o czym świadczy słabo wykształcona linia boczna). Ociężała budowa sugeruje, że tak jak wszystkie płazy tarczogłowe polował z zasadzki. Kolejny napastnik mógł czaić się u wodopoju, ale mógł także czatować w suchych, odległych od jezior i rzek rejonach, niedostępnych dla cyklotozaura. Był nim jeden z największych lądowych drapieżników triasu, teratozaur. W Niemczech znaleziono teratozaury o długości szacowanej na 5 m. Krasiejowskie

były także rośliny zarodnikowe, bowiem w Krasiejowie znaleziono skrzypy, a z danych ogólnościowych wynika, że powszechne wówczas były paprocie. Niestety rośliny pozbawione przecież pancerza, zachowują się bardzo słabo i większość znalezisk florystycznych Krasiejowa to uwęglone, pokruszone, drobne fragmenty nieoznaczalnych roślin. Zresztą w porównaniu do wielu innych miejsc w Polsce, warunki nie były tu chyba sprzyjające konserwacji szczątków roślin, gdyż spotyka się je rzadko.

Autorzy gorąco dziękują prof. Jerzemu Dzikowi za wyrażenie przez niego zgody na wykorzystanie w niniejszej książce rycin zwierząt krasiejowskich pochodzących z materiałów autorstwa J. Dzika i T. Suleja. Część danych opisanych w naszej książce została ustalona dzięki badaniom finansowanym przez Uniwersytet Wrocławski (grant 2603/W/ING).



Ryc. 18 Szkielet cyklotozaura (Dzik & Sulej 2004 r.)

znaleziska miały 3,5 m długości, czyli mniej od niemieckiego. Ale nawet te mniejsze okazy mają kłopotobne, ostre zęby trzykrotnie większe od silezaurzych. Jak się wydaje, teratozaur był sprawnie biegającym łowcą, bez trudu dościgającym niezbyt ruchliwe aetozaurzy, a potężne szczęki pozwalały mu przebić się przez ich pancerz. Natomiast silezaury były zbyt szybkie nawet dla teratozaura i zapewne polował on na osłabione osobniki albo czatował na chwilę nieuwagi silezaura przy wodopoju.

Nie wszystkie gady Krasiejowa były wielkie. Ostatnie doniesienia, z obu warstw kostnonośnych, mówią o licznych, drobnych kostkach małych gadów, z których na razie oznaczono tylko niektóre. Oprócz kręgowców napotkano też spektakularne skamieniałości owadów, podobnych do chrząszczy. Owady skrajnie rzadko zachowują się w tak starych osadach, gdyż ich delikatna budowa nie sprzyja przetrwaniu szczątków. Tym cenniejsze są znaleziska z Krasiejowa. Dzięki licznym fragmentom liści i łodyg oraz pni drzew znamy także świat roślin lądowych. Nie było wtedy jeszcze gatunków kwiatowych (okrytonasiennych). Dominowały rośliny nagonasienne, w tym przede wszystkim szpilkowe, podobne do współczesnej araukarii, ale także sagowce, dziś zasiedlające tropiki. Niewątpliwie

IX. Bibliografia

Przy opisywaniu odsłoneń, kamieniołomów i skamieniałości, bazowano głównie na faktach podanych w poniższych pozycjach bibliograficznych.

- Bodzioch A., 1987:** Uwagi o pochodzeniu Góry Świętej Anny. Przegląd Geograficzny, 59 (3): (379-384).
- Birkenmajer K., Pecskey Z., 2002:** Radiometric dating of the Tertiary Volcanics in Lower Silesian, Poland, Bull. Pol. Ac. Sci., Nr 50(1): (31-50).
- Dzik J., Sulej T., Kaim A., Niedźwiedzki R., 2000:** Późnotriasowe cementarzysko kręgowców lądowych w Krasiejowie na Śląsku Opolskim. Przegląd Geologiczny, 48: (226–235).
- Dzik J., Sulej T., 2004:** Pierwszy polski dinozaur. Śląskie Wydawnictwo Adan, Opole.
- Georg S., 1997:** ABC przyrody w pytaniach i odpowiedziach.
- Hanich A., 1999:** Góra Św. Anny – centrum pielgrzymkowe Śląska Opolskiego 1945-1999.
- Niedźwiedzki R., 1994:** Nowe dane o budowie geologicznej Góry Św. Anny (Śląsk Opolski). Ann. Soc. Geol. Pol., 63: (333 - 351).
- Niedźwiedzki R., 2005:** Stratygrafia, zapis paleontologiczny i warunki sedimentacji wapienia muszlowego na Górnym Śląsku. W: Jureczka J., Buła Z. & Żaba J. (red.): Materiały 76 Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Rudy k/Rybnika: (161-165).
- Niedźwiedzki R., 2006:** Rekiny w opolskim morzu. Gazeta Wyborcza, opolska; 3 XI 2006
- Niedźwiedzki R., 2006:** Gdy zalewało nas tropikalne morze. Gazeta Wyborcza, opolska; 30 XII 2006
- Reisch Ch., 2006:** Historia Góry Świętej Anny na Górnym Śląsku. Franciszkańskie Wyd. św. Antoniego, Wrocław.
- Rogier M., 1934:** Der Annaberg.
- Spalek K., 2007:** Wapienników coraz mniej. Gazeta Wyborcza, opolska; 5 IV 2007
- Sulej T., 2003:** Krasiejów. Sensacyjne odkrycia triasowych pra-dinozaurów. Wydawnictwo Przygoda Studio, Opole.
- Woźniak P., Sikora R. & Niedźwiedzki R., 2005:** Góra Św. Anny oraz cementarzysko triasowych gadów w Krasiejowie - możliwości wykorzystania aspektów geologicznych w turystyce. W: Jureczka J., Buła Z. & Żaba J. (red.): Materiały 76 Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Rudy k/Rybnika: (233-242).

W niniejszym opracowaniu wykorzystane są, dzięki uprzejmej zgodzie opolskiej redakcji Gazety Wyborczej, fragmenty tekstu autorstwa Roberta Niedźwiedzkiego, opublikowane w Gazecie Wyborczej 3 XI i 30 XII 2006. Wykorzystano także informacje archeologiczne udzielone nam przez dr. Andrzeja Wiśniewskiego z Uniwersytetu Wrocławskiego. Skamieniałości z fotografii (9, 16, 17, 25, 27, 29) pochodzą ze zbiorów Muzeum Geologicznego Uniwersytetu Wrocławskiego.

X. Karta pracy ucznia.

Rezerwat geologiczny „Góra św. Anny”

1. Co to są procesy wulkaniczne?
2. Jak powstaje cios termiczny?
3. Wymień poznane w rezerwacie skały oraz podziel je według klasyfikacji:
 - osadowe
 - wulkaniczne
 - metamorficzne
4. Jakie znasz skamieniałości świadczące o występowaniu morza kredowego?
5. Kiedy na Górze św. Anny mieliśmy do czynienia z erupcją wulkaniczną?
6. Wymień przykłady erozji, transportu i sedimentacji.
7. Co to jest jaspis i w jakich warunkach powstał?
8. Wymień znane Ci procesy erozji i odpowiedz na pytanie: Czy zjawiska te są na naszym obszarze powszechne? Uzasadnij swoją odpowiedź.
9. Gdzie w rezerwacie można zaobserwować kontakt wapieni z bazaltem? – Naszkicuj w zeszycie profil tego kontaktu.
10. Jak powstają piaskowce?
11. Zadanie dla grupy.
Jeśli grupa jest wyposażona w kompas geologiczny, może dokonać pomiaru upadu formacji karchowickiej.
12. Narysujcie uproszczony profil triasu.

XI. Informacje praktyczne

Proponowane zajęcia mają na celu przede wszystkim rozbudzenie w uczniach chęci poznawania miejsc uznanych za dziedzictwo narodowe, poprzez ciekawe lekcje prowadzone w terenie.

Dla zorganizowania „zielonej szkoły” lub kilkudniowej wycieczki szkolnej po Górze Św. Anny oraz korzystania z udostępnionych materiałów podajemy kilka praktycznych informacji

Baza noclegowa dostosowana do potrzeb szkół:

Dom Pielgrzyma

al. Jana Pawła II 7

tel. 077 462 53 01

47-154 Góra Św. Anny

www.dompielgrzyma.pl

Telefoniczne rezerwacje terminu zajęć edukacyjnych dla szkół:

Park Krajobrazowy „Góra Św. Anny”

ul Leśnicka 10

tel. 077 461 50 74

47-154 Góra Św. Anny

www.zopk.pl

- bezpłatne oprowadzanie grup po parku i rezerwach (telefoniczna rezerwacja).

Klasztor Franciszkanów

ul. Klasztorna 6,

tel. 077 463 09 00

47-154 Góra Św. Anny

www.swanna.pl

– bezpłatne oprowadzanie grup po sanktuarium.

Muzeum Czynu Powstańczego

ul. Leśnicka 28

tel. 077 461 54 66

47-154 Góra Św. Anny

www.mso.opole.pl

– opłata 1 zł od osoby.

Oprócz proponowanych zajęć można również odbyć wycieczki piesze wyznaczonymi w Parku Krajobrazowym „Góra Św. Anny” ścieżkami dydaktycznymi:

- Wokół Góry Św. Anny,
- z Góry Św. Anny do Zalesia przez rezerwy „Grafik” i „Boże Oko”,
- z Góry Św. Anny do Ligoty Dolnej przez rezerwat florystyczny „Ligota Dolna”,
- z Żyrowej na Górę Św. Anny przez rezerwat „Lesisko”.

Informacje o nich znajdują się na stronie internetowej Zespołu Opolskich Parków Krajobrazowych: www.zopk.pl.

Robert Niedźwiedzki - e-mail: rnied@ing.uni.wroc.pl

Marek Zarankiewicz - e-mail: gal1@op.pl