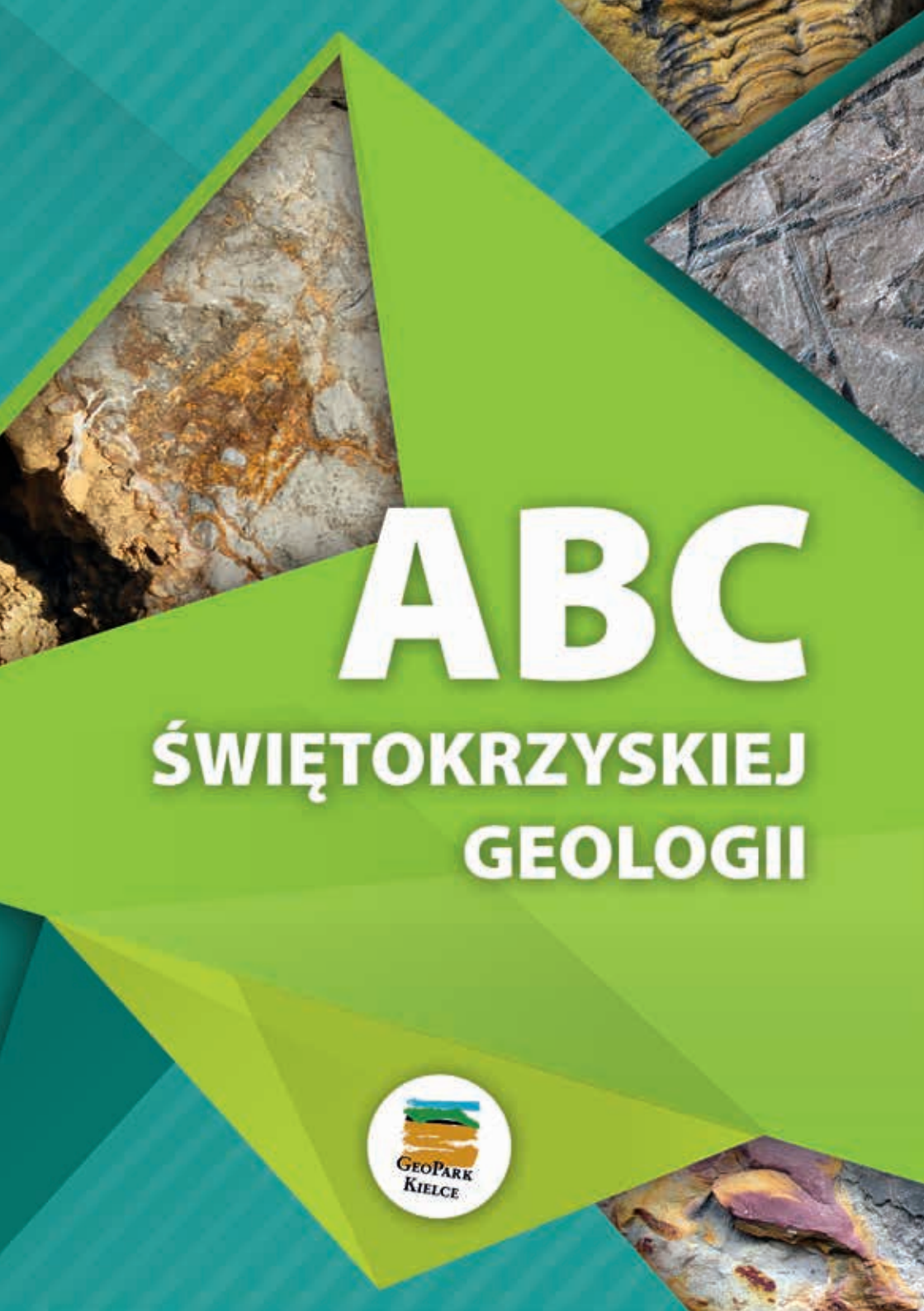
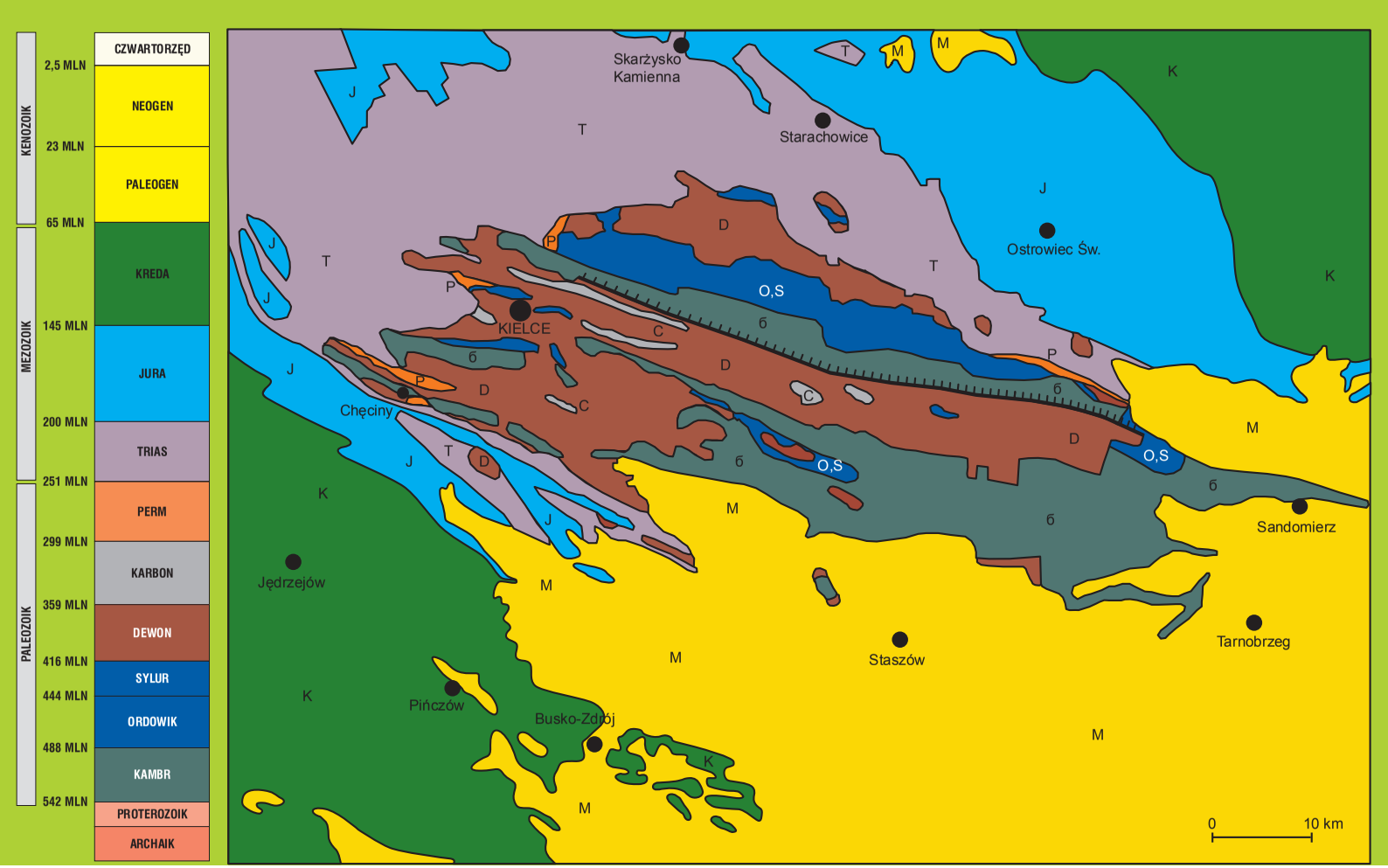


ABC ŚWIĘTOKRZYSKIEJ GEOLOGII

GeoPark Kielce



Ryc.1. Mapa geologiczna Gór Świętokrzyskich bez utworów czwartorzędowych ; na podstawie Ruhle E., Ciuk E., Osika R., Znosko J. 1977. Mapa geologicz--na Polski bez utworów czwartorzędowych 1: 500 000; zmodyfikowana.

ABC...
ŚWIĘTOKRZYSKIEJ GEOLOGII

Geopark Kielce
2016

GeoPark Kielce

Wydawca:
Geopark Kielce, ul. Daleszycka 21, 25-202 Kielce

Opracowanie graficzne, korekta i skład:
Studio Reklamy 300 dpi+

Druk:
Drukarnia Duet

Fotografie:
J. Jędrychowski, M. Poros, J. Urban, W. Wesołowski, P. Ptak,
A. Wąsikowski, A. Kasza

Mapy na wewnętrznych stronach okładki:
Str. 2 Mapa geologiczna Gór Świętokrzyskich bez utworów czwartorzędowych; na podstawie Ruhle E., Ciuk E., Osika R., Znosko J. 1977. Mapa geologiczna Polski bez utworów czwartorzędowych 1: 500 000.
Str. 3 Mapa i przekrój geologiczny przez Kielce; na podstawie mapy i przekroju J. Czarnockiego z 1938 roku.

Dofinansowano ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Kielcach

SPIS TREŚCI:

WSTĘP str. 7

ROZDZIAŁ I
BUDOWA GEOLOGICZNA REGIONU str. 8

ROZDZIAŁ II
GEOLOGICZNA HISTORIA REGIONU str. 10

ROZDZIAŁ III
CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH GEOSTANOWISK str. 38

SŁOWNICZEK str. 72

PRZYDATNA LITERATURA
PRZYDATNE LINKI str. 81

Fot. 1. Profil wapieni dewonu górnego w kamieniołomie „Wietrznia"

WSTĘP

Góry Świętokrzyskie, jako obszar o wyjątkowej georóżnorodności od dawna budziły zainteresowanie człowieka. Od początku rozwoju osadnictwa ludzkiego na tym terenie zainteresowanie to miało głównie wymiar praktyczny, skupiający się na poszukiwaniu tych surowców skalnych i minerałów, których przetwarzanie było pomocne w codziennej egzystencji lub przynosiło konkretne korzyści ekonomiczne. Począwszy od wydobycia krzemienia, poprzez poszukiwanie i wydobycie rud metali, skończywszy na surowcach skalnych, związek człowieka z geologią nadawał regionowi świętokrzyskiemu wyjątkowy charakter. Znaczenie zapisu geologicznego w Górach Świętokrzyskich dla nauki i dydaktyki zostało dostrzeżone dopiero w XIX wieku, w związku z rozwojem nauk o Ziemi i pierwszymi opracowaniami naukowymi poświęconym wybranym profilom geologicznym regionu. Najważniejsze podwaliny pod aktualną wiedzę na temat budowy geologicznej regionu położyły opracowania wybitnego geologa, kielczanina, Jana Czarnockiego, powstałe w okresie międzywojennym XX wieku.

Aktualny stan poznania profili skalnych odsłoniętych na powierzchni w Górach Świętokrzyskich pozwala na w miarę szczegółowe odtworzenie zdarzeń biotycznych i abiotycznych, które miały miejsce w ciągu niemal 600 milionów lat geologicznej historii tego obszaru. Odsłonięte przez naturę i człowieka formacje skalne kryją w sobie ślady globalnych i lokalnych zdarzeń i procesów, które zapisały się w postaci skał, skamieniałości oraz różnorodnych struktur i form geologicznych. Wędrując po regionie świętokrzyskim napotykamy te ślady przeszłości niemal na każdym kroku, nie zawsze zdając sobie sprawę z ich znaczenia.

Niniejsza publikacja skierowana do nauczycieli oraz osób związanych z nieformalną edukacją przyrodniczą dzieci i młodzieży ma na celu zwrócenie uwagi na wybrane aspekty związane ze świętokrzyską geologią, które mogą być przydatne w pracy nauczyciela czy edukatora. Mamy nadzieję, że opisy i materiały graficzne zamieszczone w opracowaniu będą dla Państwa pomocne przy realizacji zajęć oraz programów edukacyjnych dotyczących świętokrzyskiej geologii.

ROZDZIAŁ I

BUDOWA GEOLOGICZNA REGIONU

Góry Świętokrzyskie, z geologicznego punktu widzenia stanowią jeden z najważniejszych obszarów w Europie, w którym na powierzchni Ziemi występują skały osadowe reprezentujące wszystkie okresy geologiczne od kambru do czwartorzędu. Ta wyjątkowa cecha budowy geologicznej ma ważne znaczenie w kontekście położenie Gór Świętokrzyskich na tle mapy geologicznej Europy i Polski.

W świetle budowy geologicznej Europy obszar świętokrzyski jest jedną z najlepiej odsłoniętych jednostek geologicznych położonych w strefie potężnego rozłamu tektonicznego - tzw. szwu transeuropejskiego. Strefa ta dzieli kontynent na część wschodnią, geologicznie „starszą", której podłoże stanowią krystaliczne skały prekambryjskie (tzw. platforma wschodnioeuropejska i skandynawska) oraz część zachodnią, geologicznie „młodszą", ukształtowaną tektonicznie w czasie ery paleozoicznej (tzw. platforma zachodnioeuropejska). Do opisanego podziału Europy należy dołączyć jeszcze trzecie wydzielenie w postaci strefy górotworu i zapadlisk alpejskich, obejmującej południową część kontynentu.

Na tle budowy geologicznej Polski, Góry Świętokrzyskie leżą w południowo-wschodniej części większej jednostki geologicznej zwanej antyklinorium (lub wałem) środkowopolskim. Jednostka ta zbudowana jest głównie ze skał osadowych, które tworzyły się w zbiornikach morskich podczas ery mezozoicznej. Skały tego typu występują w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, podczas gdy ich trzon jest wypreparowanym przez procesy geologiczne (wietrznie i erozję) fragmentem starszego podłoża zbudowanym ze skał uformowanych w trakcie ery paleozoicznej. Z powyższych uwarunkowań wynika zasadniczy podział geologiczny Gór Świętokrzyskich na trzon paleozoiczny i obrzeżenie permsko-mezozoiczne. Skały osadowe wchodzące w skład obu tych części, przykryte są od południa młodszymi osadami należącymi do neogenu (miocenu), wchodzącymi w skład odrębnej jednostki geologicznej jaką jest Niecka Nidziańska. Opisany wyżej zasadniczy rys podziału geologicznego Gór Świętokrzyskich na trzon paleozoiczny i obrzeżenie permsko-mezozoiczne jest doskonale widoczny na mapie geologicznej regionu bez pokrywy osadów czwartorzędowych (Ryc. 1). Jeżeli na wszystkie wymienionej wyżej skały nałożylibyśmy osady czwartorzędowe reprezentujące najmłodszy etap w geologicznej historii regionu, powstanie mapa geologiczna zakryta, która ilustruje między innymi rozmieszczenie naturalnych wychodni skał starszego (paleozoicznego i mezozoicznego) podłoża.

Uzupełnieniem geologicznego podziału Gór Świętokrzyskich jest wydzielenie w obrębie trzonu paleozoicznego dwóch regionów, które leżą na dwóch odrębnych, dużych blokach tektonicznych: południowy region zwany kieleckim jest fragmentem bloku małopolskiego, podczas gdy północny (łysogórski) należy do bloku łysogórskiego. Granicą między tymi regionami i blokami jest długi na 50 km uskok zwany dyslokacją świętokrzyską, który przecina cały obszar w kierunku NNW-ESE).

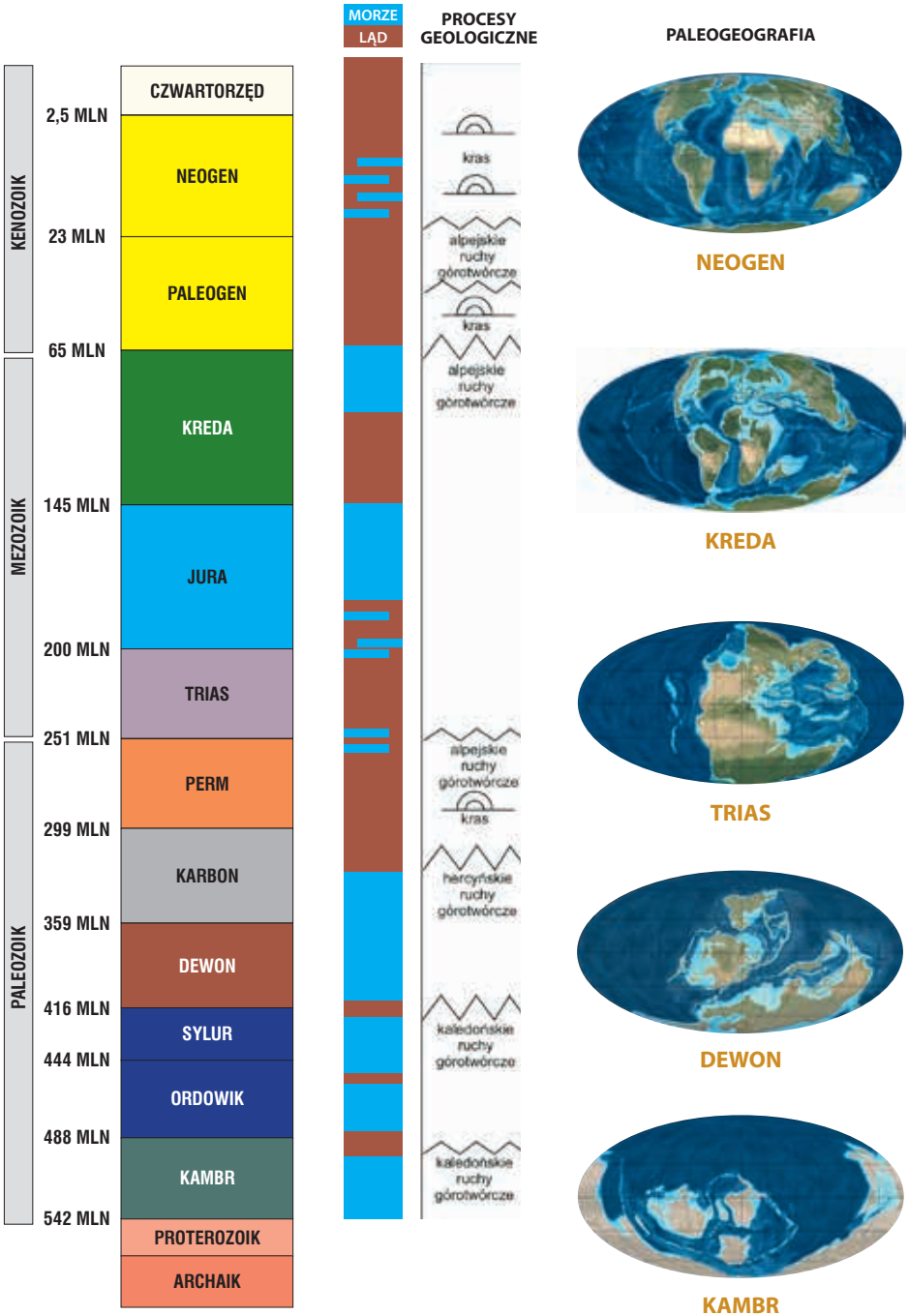
ROZDZIAŁ II

GEOLOGICZNA HISTORIA REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Zapis geologiczny w postaci skał osadowych dostępnych na powierzchni Ziemi na obszarze świętokrzyskim pozwala na odtworzenie zdarzeń i procesów, które rozgrywały się w ciągu niemal 600 mln lat. Skały osadowe zachowały się w naszym regionie w dobrym (nie przeobrażonym) stanie, przez co stanowią doskonałe źródło informacji na temat zmian geograficznych, klimatycznych, środowiskowych i faunistycznych jakie zachodziły we wspomnianym przedziale czasowym. Wyjątkowość tego faktu polega na tym, że historia geologiczna wielu innych obszarów Europy (np. Sudetów) potoczyła się odmiennie, i procesy geologiczne (tektonika, wulkanizm, procesy metamorficzne) zdołały całkowicie zniszczyć lub przeobrazić starsze skały osadowe, zacierając zawarte w nich informacje.

Najważniejsze przesłanki, które wynikają z zapisu skalnego zachowanego w profilach geologicznych na terenie Gór Świętokrzyskich są następujące:

- w ciągu ostatnich 540 milionów lat fragment płyty litosfery, na którym położone są obecnie Góry Świętokrzyskie zmieniał wielokrotnie swoje położenie geograficzne, „wędrując" spod bieguna południowego, poprzez strefę równikową, do aktualnego położenia
- zmiany położenie warunkowały zmiany klimatu, z racji przemieszczania się płyty w kolejne strefy klimatyczne; niezależnie od tego w ciągu wspomnianej wędrówki miały miejsce globalne zmiany klimatu, które zapisały się w osadach, a w konsekwencji w profilach skalnych w Górach Świętokrzyskich
- w ciągu swojej geologicznej historii obszar świętokrzyski był przeważnie miejscem, w którym gromadziły się osady morskie lub śródlądowe (rzeczne, jeziorne czy osady zapadlisk śródgórskich); procesy osadzania, czyli akumulacji osadów dostarczyły skał osadowych tworzących profile geologiczne
- etapy gromadzenia się osadów były przerywane etapami lądowymi, kiedy na wskutek wypiętrzania tworzyły się masywy górskie podlegające następnie niszczeniu i wyrównywaniu przez wietrzenie i erozję; te etapy spowodowały niszczenie części zapisu skalnego i w konsekwencji powstanie w profilach luk stratygraficznych; w niektórych przypadkach procesom niszczenia towarzyszyła akumulacja produktów tego niszczenia w obniżeniach śródgórskich lub dolinach rzecznych (w ten sposób powstały brekcje i zlepieńce)



Ryc. 2 Tabela dziejów Ziemi z okresami „morskimi" i „lądowymi, zdarzeniami geologicznymi i paleogeografią wybranych okresów geologicznych (mapy paleogeograficzne na podstawie R. Blakey)

KAMBR (541 do 485,4 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: piaskowce kwarcytowe, piaskowce imułowce kwarcowe oraz iłowce pochodzenia morskiego

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: trylobity, skamieniałości śladowe bezkręgowców morskich, ramienionogi, akritarchy, anomalokarydy, archeocjaty

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: pojawienie się fauny muszlowej na przełomie prekambru i kambru; kambryjska eksplozja życia; kaledońskie ruchy górotwórcze pod koniec kambru

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich niemal przez cały kambr pokryty jest przez zbiornik morski, przy czym część kielecka i łysogórska stanowią odrębne zbiorniki morskie
- geologiczną pamiątką kambryjskiego morza są grube pokłady piaskowców kwarcytowych i kwarcowych, mułowców, iłowców
- z początku okresu kambryjskiego pochodzą najstarsze skały osadowe znalezione na powierzchni w Górach Świętokrzyskich, tzw. „łupki kotuszowskie"

Fot. 2. Kotuszów - wychodnia skał ilastomułowcowych kambru dolnego

- kambryjskie piaskowce kwarcytowe należą do najtwardszych i najbardziej zwięzłych skał, które biorą udział w budowie najwyższych pasm w Górach Świętokrzyskich: łysogórskiego i jeleniowskiego, tworząc m.in. gołoborza i skalne granie na Łysicy i Łysej Górze
- świadectwem życia w dolno- i środkowokambryjskim morzu na obszarze świętokrzyskim są między innymi skamieniałe pancerze trylobitów zachowane licznie w piaskowcach i mułowcach kwarcowych części kieleckiej
- zapis życia na dnie zbiornika morskiego u schyłku kambru stanowi bogaty zespół skamieniałości śladowych z profilu odsłoniętego w czynnym kamieniołomie „Wiśniówka Duża"; zespół ten zawiera przede wszystkich ślady aktywności życiowej trylobitów i pierścienic - na przełomie kambru i ordowiku mają miejsce kaledońskie ruchy górotwórcze, które wypiętrzają część obszaru świętokrzyskieg

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE:

Kotuszów, Ociesęki, Kamieniec k/Klimontowa,Jugoszów-Usarzów, Biesak-Białogon, Widełki Łapigrosz, Góra Słowiec, Brzechów, Wiśniówka Duża, Ameliówka (naturalne odsłonięcia w dolinie Lubrzanki i jej dopływach), Łysa Góra.

Fot. 3. Skamieniałości śladowe w postaci wypełnień nor żerowiskowych i słabo zachowane śladu spoczynku trylobita; kambr górny, Wiśniówka Duża

Fot. 4. Sterczyna - profil skał piaskowcowo-mułowcowych kambru dolnego w ścianie nieczynnego łomiku

Fot. 5. Góry Pieprzowe - profil skał ilastomułowcowych kambru środkowego w skarpie erozyjnej doliny Wisły

Fot. 6. Wiśniówka Duża - profil piaskowców kwarcytowych i mułowców kambru górnego we wschodniej ścianie czynnego kamieniołomu

Fot. 7. Skamieniały pancerz (wylinka) trylobita z rodzaju Kingaspidoides w piaskowcu; kambr środkowy (oddział 2), Widełki-Łapigrosz

ORDOWIK (485,4 do 443,4 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: zlepieńce, piaskowce i mułowce kwarcowe, iłowce, wapienie i dolomity, skały piroklastyczne (skały osadowe powstałe z produktów wybuchów wulkanów w środowisku morskim).

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: trylobity, ramienionogi, akritarchy, konodonty, koralowce tabulata, graptolity

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: kaledońskie ruchy górotwórcze na przełomie kambru i ordowiku; globalne ochłodzenie klimatu; zwiększona aktywność wulkaniczna; wahania poziomu morza; pod koniec ordowiku na półkuli południowej rozpoczęło się wielkie zlodowacenie – powstanie lądolodu a później jego topnienie wpłynęło na wahania poziomu oceanu światowego i było główną przyczyną masowego wymierania pod koniec ordowiku

Fot. 8. Rezerwat Biesak-Białogon - profil piaskowców, mułowców i bentonitów ordowiku dolnego w ścianie nieczynnego kamieniołomu

Fot. 9. Zalesie - odsłonięcie mułowców ipiaskowców kwarcowych ordowiku dolnego w skarpie doliny

Fot. 10. Mójcza - profil piaskowcówkwarcowych ordowiku środkowego w nieczynnym łomiku na Górze Załaźniej

Fot. 11. Mójcza - profil wapieni ordowiku górnego w nieczynnym łomiku na północnym krańcu Góry Załaźniej

Fot. 12. Skamieniały odwłok (tzw. pygidium) trylobita z rzędu Asaphida zachowany w wapieniu; ordowik górny, Mójcza

Fot. 13. Odciski i ośródki ramienionogów z rzędu Orthida zachowane w piaskowcu; ordowik środkowy, Mójcza

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- podczas ordowiku fragment skorupy ziemskiej, na którym położone są dzisiaj Góry Świętokrzyskie znajdował się na półkuli południowej w strefie średnich szerokości geograficznych i stanowił część kontynentu zalaną przez morze (tzw. szelf) - profil skalny ordowiku w Górach Świętokrzyskich zawiera zapis pogłębienia a następnie spłycenia morza w wyniku globalnego zlodowacenia, które miało miejsce pod koniec tego okresu geologicznego.
- w profilu skalnym ordowiku w Górach Świętokrzyskich zapisała się aktywność wulkaniczna, w postaci tzw. skał piroklastycznych, co wskazuje na to, że wulkany były położone w dalekiej odległości a produkty ich wybuchów były transportowane i osadzane w basenie morskim.
- globalne ochłodzenie i masowe wymieranie u schyłku ordowiku zapisało się również w świętokrzyskich profilach (m.in. w Mójczy)

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Biesak-Białogon, Zalesie, Mójcza, Bukówka, Góra Hałasa, Pobroszyn, Wysoczki k/Bogorii, Międzygórz, Mokradle, Wólka Milanowska, Brzeziny (profil dostępny wyłącznie szurfami).

SYLUR (443,4 do 419,2 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: łupki (iłowce) graptolitowe, iłowce krzemionkowe, szarogłazy, mułowce, wapienie organodetrytyczne, zlepieńce.

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: graptolity, ramienionogi, liliowce, mszywioły, łodzikowce, małże, trylobity.

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: gwałtowne podniesienie się poziomu morza na początku syluru; aktywność wulkaniczna na obrzeżach basenu morskiego; zderzenie dwóch wielkich kontynentów: Laurencji (część dzisiejszej Ameryki Północnej) i Baltiki (obecna Europa Wschodnia) w wyniku, czego, powstaje nowy wielki kontynent Laurosja (Euroameryka); okres syluru był czasem wielkich zmian w układzie kontynentów i oceanów ówczesnej kuli ziemskiej; zmiany te miały również wpływ na zapis skalny z Gór Świętokrzyskich.

Fot. 14. Bardo - wychodnia iłowców, mułowców i szarogłazów syluru dolnego w dolinie potoku Kierdonka

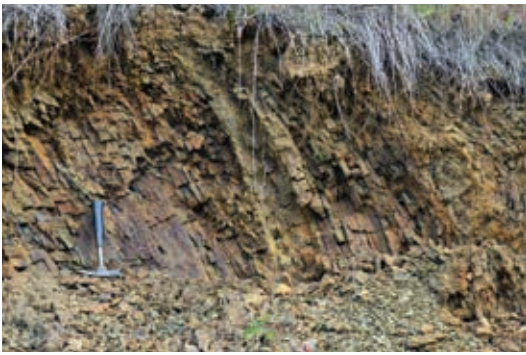
Fot. 15. Winnica - odsłonięcie wapieni, margli i mułowców syluru górnego w skarpie doliny Słupianki

Fot. 16. Wąwóz Prągowiec k/Barda - odsłonięcia iłowców i diabazów syluru górnego u wylotu wąwozu do doliny potoku Kierdonka

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- wydźwignięcie południowej części Gór Świętokrzyskich pod koniec syluru; aktywność magmowa w postaci tzw. intruzji diabazowych,
- sylur w Górach Świętokrzyskich składa się niemal wyłącznie ze skał pochodzenia morskiego mało odpornych na procesy wietrzenia i erozji, co sprawia, że nie jest zbyt dobrze odsłonięty na powierzchni terenu
- ciemno zabarwione iłowce syluru występujące w Górach Świętokrzyskich, występują również w innych rejonach Polski, pod grubym nadkładem młodszych skał osadowych – miejscami zawierają one złoża gazu łupkowego
- diabazy, to żyłowe skały magmowe, które tworzyły się w czasie ruchów górotwórczych pod koniec syluru, kiedy gorąca magma wnikała w spękania tektoniczne
- pod koniec syluru skały z południowej części Gór Świętokrzyskich zostały wydźwignięte w pasmo górskie

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Bardo - Wąwóz Prągowiec (naturalne odsłonięcia w dolinie potoku Kierdonka); Zalesie; Winnica; Rzepin; Kielce (Niewachlów); Miedziana Góra; Wydryszów; Zbrza (profil dostępny jedynie szurfami)



Fot. 17. Rzepin Kolonia - odsłonięcie szarogłazów syluru górnego, tzw. warstwy rzepińskie, fot. Jan Malec

Fot. 18. Skamieniałe szkielety graptolitów zachowane w iłowcu (tzw. łupki graptolitowe); sylur górny, Wąwóz Prągowiec

Fot. 19. Skamieniała muszla i odcisk muszli małży z rodzaju Cardiola w iłowcu; sylur górny, Wąwóz Prągowiec

DEWON (419,2 do 358,9 mln lat temu)

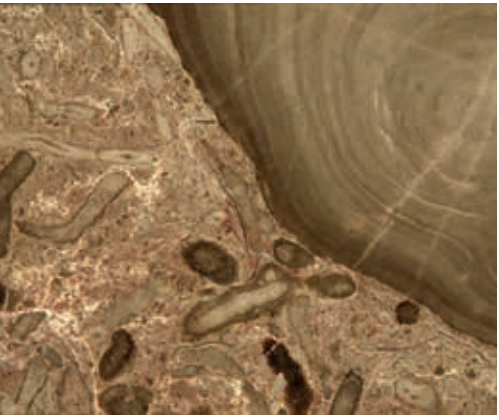
CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: piaskowce kwarcytowe i kwarcowe (m.in. plakodermowe i spiryferowe), dolomity, różnorodne odmiany wapieni i margli (w tym wapienie stromatoporoidowokoralowcowe, zrostkowe, krynoidowe, laminowane)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: odciski i skamieniałe pancerze ryb i bezszczękowców, tropy czworonogów, koralowce czteropromienne, tabulaty, gąbki (stromatopory i amfipory), głowonogi (goniatyty, klymenie, łodzikowce), ramienionogi, liliowce, ślimaki, trylobity, mszywioły, konodonty

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: wyjście czworonogów na ląd; zapis kopalny dużych raf i kopców mułowo-organicznych złożonych z gąbek, koralowców i mszywiołów; pierwsze lasy na ziemi; różnicowanie się i wielki rozwój ryb pod koniec dewonu; wielkie wymieranie późnodewońskie spowodowane globalnym ochłodzeniem i wahaniami poziomu oceanu światowego

Fot. 20. Bukowa Góra - profil piaskowców kwarcytowych, mułowców i iłowców dewonu dolnego w południowej ścianie kamieniołomu

Fot. 21. Wapień ze skamieniałymi szczątkami gąbek (stromatoporoidów) i koralowców wykorzystywany jako „marmur" techniczny typu „bolechowice"; dewon górny (fran), Bolechowice



Fot. 22. Bolechowice - czynny kamieniołom z profilem wapieni „rafowych" dewonu górnego (franu)

Fot. 23. Rezerwat Wietrznia - profil wapieni i skał wapienno-marglistych dewonu górnego (franu i famenu)

Fot. 24. Skamieniały szkielet czteropromiennego koralowca kolonijnego; dewon górny (fran), Rezerwat Wietrznia

Fot. 25. Skamieniałe głowonogi (amonitowate) zachowane w wapieniu bitumicznym; dewon górny (famen), Ostrówka

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- zapis dewonu świętokrzyskiego rozpoczyna się osadami lądowymi i płytkomorskimi (tzw. old red), w którym znajdujemy odciski skamieniałości bezszczękowców i ryb (tzw. piaskowce plakodermowe) oraz ramienionogów (tzw. piaskowce spiryferowe)
- w dolomitach dewonu środokowego z Zachełmia k/Kielc znaleziono najstarszy na świecie zapis wyjścia czworonogów z morza na ląd
- grube pokłady wapieni z liczną fauną gąbek, koralowców i innych bezkręgowców morskich, budujące m.in. Pasmo Kadzielniańskie, Zelejowskie i Chęcińskie, to pamiątki tropikalnego morza sprzed 375 milionów lat, w którym tworzyły się budowle zbliżone do współczesnych raf tropikalnych
- globalne zmiany klimatyczne i wielkie wymieranie, które miały miejsce pod koniec dewonu zapisały również w profilach skalnych w Górach Świętokrzyskich

WZORCOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Kadzielnia, Wietrznia, Ślichowice, Kowala, Łagów-Płucki, Grzegorzewice-Skały, Zachełmie, Bukowa Góra, Góra Podłaziana, Ostrówka, Jaźwica, Góra Zamkowa

KARBON (358,9 do 298,9 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: łupki ilasto-krzemionkowe, lidyty, tufity, wapienie organodetrytyczne i margliste

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: liliowce (krynoidy), ramienionogi, goniatyty, trylobity, mszywioły, koralowce czteropromienne, ryby dwudyszne i rekiny

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: panuje ciepły i wilgotny klimat, sprzyjający rozwojowi lasów tropikalnych z różnorodnymi gatunkami paproci, widłaków i skrzypów, z których powstają pokłady węgla; puszcze „karbońskie" zasiedlają płazy i ogromne bezkręgowce (m.in. wije); pojawiają się również latające owady i gady; dochodzi o kolizji dwóch kontynentów Laurosji i Gondwany, w wyniku czego wypiętrzają się ogromne łańcuchy górskie (są to tzw. hercyńskie ruchy górotwórcze).

Fot. 26. Górki Napękowskie - skałki zbudowane z lidytów karbonu dolnego

Fot. 27. Ostrówka - profil skał ilastokrzemionkowych karbonu dolnego na najwyższym poziomie czynnego

Fot. 28. Kowala - profil wapieni i marglidewonu górnego i karbonu dolnego z zalegającymi niezgodnie zlepieńcami permu

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- na początku karbonu na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich znajdował się jeszcze dość głęboki zbiornik morski
- z początkiem późnego karbonu rozpoczyna się nasilenie ruchów górotwórczych, morze ustępuje i powstają pasma górskie
- zapisem tego wydarzenia w profilach geologicznych Gór Świętokrzyskich są luki stratygraficzne (brak części osadów spowodowany wypiętrzaniem i erozją) oraz deformacje skał w postaci uskoków i fałdów (m.in. słynny fałd ślichowicki)
- w czasie ruchów górotwórczych tworzyły się mniejsze i większe uskoki i dyslokacje, a także związane z nimi złoża minerałów (m.in. uskok łysogórski i związane z nim złoże pirytu w Rudkach k/Nowej Słupi czy uskoki przecinające wapienie dewońskie i związane z nimi żyły kalcytu „różanki") - w tym samym czasie, gdy na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich było wypiętrzanie i tworzył się ląd, na Górnym Śląsku w zapadliskach śródgórskich rozciągały się rozległe, zabagnione puszcze, których dzisiejszą pamiątką są pokłady węgla kamiennego.

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Kowala, Ostrówka-Todowa Grząba, Besówka-Besóweczka, Górno, Górki Napękowskie.

Fot. 29. Ostrówka - profil łupków krzemionkowych karbonu dolnego

Fot. 30. Skamieniałe szczątki łodyg liliowców (trochity) tworzące masowe nagromadzenie w wapieniu; karbon dolny, Ostrówka

Fot. 31. Skamieniała muszla ramienionoga zachowana w tzw. wapieniu krynoidowym; karbon dolny, Ostrówka

PERM (298,9 do 252,2 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: brekcje i zlepieńce węglanowe (m.in. zlepieniec zygmuntowski), wapienie, wapienie margliste, margle i łupki ilaste, piaskowce i mułowce.

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: ramienionogi, małże, rośliny szpilkowe, tropy kręgowców lądowych (m.in. gadów ssakokształtnych i płazów).

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: globalne ocieplenie i osuszenie klimatu, które spowodowało stopienie się lądolodów i poważne zmiany w biocenozach lądowych (rozwój i dominacja gadów ssakokształtnych i roślin nasiennych); powstaje wielki superkontynent Pangea; na rozległych obszarach lądowych panują warunki pustynne i półpustynne; w płytkich zbiornikach morskich występują duże otwornice (tzw. fuzulinidy) i rafy tworzone przez mszywioły, glony, gąbki krzemionkowe oraz ramienionogi; u schyłku permu miało miejsce największe masowe wymieranie w dziejach Ziemi, w którym wyginęło ponad 90% wszystkich gatunków.

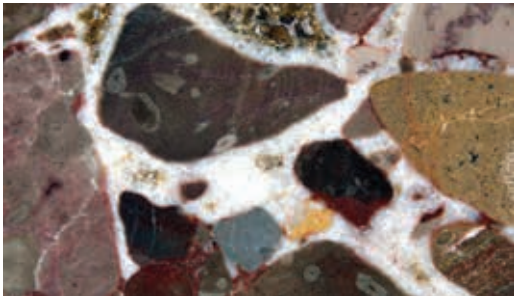
Fot. 32. Gałęzice - grzęda skalna uformowana w wapieniach permu górnego

Fot. 33. Kajetanów - profil wapieni, margli iłupków ilastych permu górnego w nieczynnym kamieniołomie

Fot. 34. Czerwona Góra - profil zlepieńców permu górnego w nieczynnym kamieniołomie „Zygmuntówka"

Fot. 35. Kowala - zlepieńce permu górnego zalegające niezgodnie na skałach wapiennomarglistych dewonu górnego i karbonu dolnego

Fot. 36. Wychodnia zlepieńców permu górnego; Gałęzice



Fot. 37. Brekcja permu górnego; Czerwona Góra - kamieniołom „Zygmuntówka"

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- we wczesnym permie na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich panował ląd, którego powierzchnię kształtowały procesy geologiczne (erozja, wietrznie, procesy krasowe)
- po wspomnianym lądzie nie zachowały się żadne pozostałości, poza osadami pochodzącymi z jego niszczenia, które gromadziły się u podnóży zboczy - geologicznym zapisem tych osadów są brekcje i zlepieńce permskie (m.in. słynny zlepieniec zygmuntowski)
- wapienie i margle odsłonięte w rejonie Gałęzic, Niewachlowa i Kajetanowa są geologiczną pamiątką morza, które w późnym permie wkroczyło na ląd rozciągający się na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich
- pod koniec permu, kiedy klimat staje się bardziej gorący i suchy powstały wielkie złoża gipsów, anhydrytów i soli (skały te rozpoznano również wierceniami na obrzeżu Gór Świętokrzyskich)
- geologiczną pamiątką gorącego i suchego lądu, który u schyłku permu i na początku triasu rozciągał się na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich są piaskowce i mułowce z tropami kręgowców określane, jako tzw. facja pstrego piaskowca

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Gałęzice, Czerwona Góra (Zygmuntówka), Kajetanów, Kowala (kamieniołom), Jaworznia

TRIAS (252,2 do 201,3 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: zlepieńce, piaskowce kwarcowe (m.in. słynne piaskowce tumlińskie), mułowce i iłowce, wapienie z bogatą fauną muszlową (tzw. wapień muszlowy), iły i piaskowce wapniste

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: tropy kręgowców lądowych (w tym pierwszych dinozaurów), małżoraczki, małże, ramienionogi,liliowce, ślimaki, amonity (ceratyty), gady morskie (m.in. notozaury), ryby, skamieniałości śladowe

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: suchy i gorący klimat końca permu i początku triasu; pojawiają się pierwsze dinozaury; wkroczenie morza w środkowym triasie; ustąpienie morza i dominacja lądu pod koniec triasu

Fot. 38. Tumlin Gród - profil piaskowców wydmowych triasu dolnego

Fot. 39. Pałęgi - czynna kopalnia z profilem iłów triasu dolnego

Fot. 40. Rezerwat Wolica - profil wapieni i margli triasu środkowego (facja wapienia muszlowego) w nieczynnym kamieniołomie

Fot. 41, Szkucin - profil iłów triasu górnego (kajpru) w czynnej cegielni

Fot. 42. Zmarszczki falowe (ripplemarki) i tropy kręgowców na powierzchni piaskowca kwarcowego; trias dolny, kamieniołom Tumlin-Gród

Fot. 43. Skamieniałe muszle małży i ślimaków zachowane w wapieniu; trias środkowy (wapień muszlowy), Gostków k/Bliżyna

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- na początku triasu na lądzie i w strefie przybrzeżnej w warunkach gorącego i suchego klimatu gromadziły się czerwone osady, które dały początek czerwonym piaskowcom i mułowcom znanym z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich
- słynne „piaskowce tumlińskie" to pamiątka wydm i okresowych rzek, które urozmaicały suchy i jałowy ląd, który na początku triasu znajdował się na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich
- z piaskowców dolnotriasowych z Gór Świętokrzyskich znane są najstarsze na świecie tropy pierwszych dinozaurów, które były niewiele większe od kota
- morze, które wkroczyło w środkowym triasie na obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich zostawiło po sobie geologiczną pamiątkę w postaci wapieni przepełnionych skamieniałymi muszlami (m.in. ramienionogów, małży i ślimaków) - stąd wzięło się określenie „wapień muszlowy", które charakteryzuje ten typ osadów triasowych
- z końcem triasu na obszarze dzisiejszych Gór Świętokrzyskich ponownie zagościł ląd, którego geologiczną pamiątką są iły, mułowce i piaski odsłonięte w nielicznych profilach w północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: trias dolny (Tumlin-Gród, Wióry, Baranów, Kopulak, Sosnowica, Zachełmie, Pałęgi, Jaworznia, Gałęzice); trias środkowy (Wolica, Bliżyn, Gostków); trias górny (Szkucin - cegielnia, Wolica - przekop drogowy)

JURA (201,3 do 145 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: zlepieńce i piaskowce kwarcowe (m.in. piaskowce szydłowieckie), iły, margle, gezy, różnorodne odmiany wapieni (piaszczyste, oolitowe, margliste), muszlowce

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: tropy dinozaurów, rośliny, drzewa szpilkowe, paprocie, głowonogi (amonity i belemnity), małże, ramienionogi, ślimaki, koralowce sześciopromienne, jeżowce, duże gady morskie, ryby kościste i chrzęstnoszkieletowe

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: ciepły i wilgotny klimat początku jury rozwijający się pod wpływem efektu cieplarnianego (stężenie dwutlenku węgla było od 4 do 9 razy wyższe niż obecnie); na lądach dominują tropikalne dżungle z różnorodnymi gatunkami paproci drzewiastych, widłaków, skrzypów, sagowców, i miłorzębowych, zamieszkały przez dinozaury roślinożerne i drapieżne; w czasie jury stopniowo podnosi się poziom globalnego oceanu; stopniowo rozpada się ostatni

Fot. 44. Snochowice - profil zlepieńców jury dolnej w nieczynnej żwirowni

Fot. 45. Rezerwat Gagaty Sołtykowskie - profil piaskowców i iłów jury dolnej

Fot. 46. Gnieździska - profil gez i wapieni jury środkowej w nieczynnym kamieniołomie „Dybkowa Góra"

Fot. 47. Kopalnia Małogoszcz - profil wapieni, margli i muszlowców jury górnej

Fot. 48. Naturalny skamieniały odlew tropu dinozaura drapieżnego; jura dolna, Rezerwat Gagaty Sołtykowskie

Fot. 49. Skamieniałe muszle ostryg; jura górna, kopalnia „Małogoszcz"

superkontynent – Pangea; w ciepłych morzach następuje różnicowanie się organizmów – morza opanowują gady i głowonogi (amonity i belemnity) a w późnej jurze pojawiają się pierwsze ptaki

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- obszary lądowe z rzekami i bagniskami porośnięte przez roślinność tropikalną to typowy krajobraz obszaru świętokrzyskiego we wczesnej jurze, około 200 mln lat temu (zapisem tych środowisk są piaskowce i mułowce ze szczątki flory i tropami dinozaurów oraz ciemne iły)
- na obszary lądowe co pewien czas wkracza morze zostawiając zapis w postaci gruboławicowych piaskowców ze zmarszczakmi falowymi i szczątkami flory
- w czasie środkowej jury następuje wkroczenie (transgresja) morza na obszar lądowy, czego zapisem są piaskowce, mułowce, gezy, przechodzące stopniowe w wapienie piaszczysto-margliste i wapienie - jest to geologiczny zapis „potopu" jurajskiego
- w późnej jurze obszar świętokrzyski w dalszym ciągu stanowi fragment zbiornika morskiego, który stale ulega pogłębianiu (zapis w postaci płytkomorskich z gąbkami przechodzących z wapienie i wapienie margliste otwartego morza zawierające amonity i belemnity), następnie spłyceniu (zapis w postaci wapieni koralowcowych i oolitowych) i ponownemu pogłębieniu (muszlowce ostrygowe i osady ilasto-marlgiste)

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Sołtyków, Gromadzice, Marianów, Gnieździska, Wola Morawicka, Morawica, Małogoszcz.

KREDA (145 do 66 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: piaskowce kwarcowe, fosforyty, opoki, margle, kreda pisząca

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: amonity, belemnity, małże, ślimaki, jeżowce, gąbki, otwornice

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: panuje ciepły klimat; morza osiągają najwyższy poziom w dziejach Ziemi; bujny rozwój organizmów planktonicznych daje początek grubym pokładom kredy piszącej; na lądach królują wielkie dinozaury i zakwitają pierwsze kwiaty; w morzach dominują wielkie gady morskie, amonity i belemnity, a na dnie koralowce sześciopromienne, gąbki, małże i ślimaki; wielkie wymieranie na przełomie kredy i paleogenu kończy „erę dinozaurów" i rozpoczyna „erę ssaków"

Fot. 50. Janików - profil piaskowców wapnistych kredy dolnej w nieczynnym kamieniołomie

Fot. 51. Małogoszcz - profil skał ilastych jury górnej i piaskowców kredy dolnej w południowej ścianie wyrobiska czynnej kopalni

Fot. 52. Skamieniały pancerz jeżowca; kreda górna, rejon Miechowa

Fot. 53. Skotniki Duże - profil opok kredy górnej z krzemieniami w nieczynnym kamieniołomie „Zajęcza Góra"

Fot. 54. Przykład opoki marglistej, kreda górna, rejon Jędrzejowa"

Fot. 55. Skamieniała ośródka amonita; kreda górna, rejon Miechowa

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- grube pokłady wapieni, opok i margli odsłaniające się w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich to zapis kopalny morza, które w górnej kredzie zajmowało obszar niemal całej Polski - jedną z ciekawszych pamiątek kredowego morza są środkowokredowe piaski, piaskowce, fosforyty i opoki rejonu Annopola nad Wisłą, które zawierają unikatowe szczątki ryb i dużych gadów morskich (rekinów, płaszczek, ichtiozaurów, pliozaurów)
- wapienie, margle i opoki kredy górnej odsłaniające się na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich zawierają bogatą faunę bezkręgowców morskich w postaci skamieniałych szczątków małży, amonitów, belemnitów i jeżowców
- na przełomie kredy i neogenu obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich ulega wydźwignięciu, a powstałe pasma górskie podlegają wietrzeniu i erozji - z tego powodu niemal brak jest osadów paleogenu w regionie świętokrzyskim, a zapis geologiczny po kredzie rozpoczyna się skałami neogenu

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Małogoszcz, Skotniki Duże (kamieniołom „Zajęcza Góra"), Annopol, Janików.

PALEOGEN (66 - 23,03 mln lat temu)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: w Górach Świętokrzyskich niemal brak jest osadów tego okresu geologicznego; do nielicznych wyjątków należą płaty osadów żwirowo-piaszczysto-gliniastych oraz iły i piaski wypełniające niektóre leje krasowe.

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: osady paleogenu w Górach Świętokrzyskich są praktycznie pozbawione skamieniałości; wzorcowe profile na świecie dokumentują wielki rozwój ssaków lądowych: od małych form przypominających gryzonie, do wielkich ssaków końca paleogenu; wśród fauny morskiej dominują formy zbliżone do dzisiejszych, które przetrwały wymieranie na granicy kreda/paleogen: jeżowce, ślimaki, małże, otwornice, kraby, ryby kościste oraz rekiny i walenie, które zajęły nisze ekologiczne mezozoicznych gadów morskich; w paleogenie pojawia się i kształtuje roślinność zbliżona do dzisiejszej, w tym pierwsze trawy.

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE: ochłodzenie rejonów okołobiegunowych i stopniowe ochładzanie głębokich wód oceanicznych; duże nasilenie alpejskich ruchów górotwórczych, które doprowadziło do wypiętrzenia m.in. Alp, Karpat, Himalajów; rozwój i różnicowanie się ssaków opanowujących środowiska lądowe; pojawienie się wielkich raf koralowych pod koniec paleogenu; stopniowe podnoszenie się poziomu morza światowego.

Fot. 56. Grabina Wielka - północna ściana wyrobiska dawnego kamieniołomu „Czarnów" z widocznym lejem krasowym wypełnionym przypuszczalnie w części osadami ilasto-piaszczystymi paleogenu

Fot. 57. Kadzielnia - południowo-wschodnia partia Skałki Geologów z widocznymi lejami krasowymi wypełnionymi w najwyższych partiach jasno-żółtymi osadami ilastopiaszczystymi powstałymi przypuszczalnie w paleogenie

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE:

- na przełomie kredy i paleogenu na wskutek alpejskich ruchów górotwórczych powstały w sensie orograficznym Góry Świętokrzyskie, które w nieco zmienionej formie morfologicznej znamy dzisiaj
- w czasie paleogenu na obszarze świętokrzyskim dominowały procesy erozji i denudacji, które doprowadziły do usunięcie grubej pokrywy osadów mezozoicznych (trias, jura, kreda) i odsłonięcia tzw. trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich, zbudowanego ze skał od kambru do permu
- w warunkach klimatu gorącego skały budujące Góry Świętokrzyskie podlegają intensywnemu wietrzeniu chemicznemu (w tym krasowieniu), czego pamiątką są leje krasowe wypełnione osadami ilasto-piaszczystymi

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Na obszarze Gór Świętokrzyskich brak jest wzorcowych profili dokumentujących paleogen; przypuszczalnie z tym okresem geologicznym związane są jasne piaski i iły piaszczyste wypełniające niektóre leje krasowe (np. na Kadzielni)

NEOGEN (23,03 do 2,58 mln lat temu)

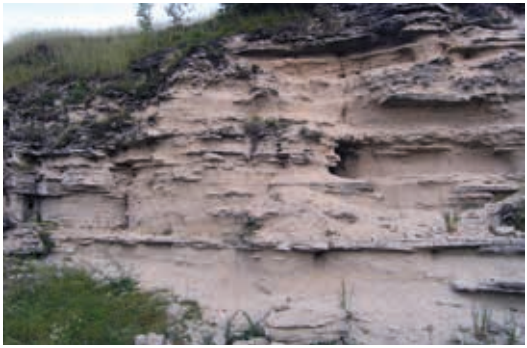
CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: różnorodne odmiany wapieni (m.in. wapienie detrytyczne, wapienie organodetrytyczne i wapienie margliste), margle, iły, gipsy, sole, piaski i żwiry.

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: małże, ślimaki, ryby kostnoszkieletowe i chrzęstnoszkieletowe, ssaki morskie i lądowe, wieloszczety, koralowce ośmiopromienne, otwornice.

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE:

Ocean Tetyda przekształcił się w Morze Śródziemne; układ oceanów i kontynentów zaczyna przypominać dzisiejszy; następuje stopniowe ochłodzenie i osuszenie klimatu powodujące kurczenie się lasów, ekspansję ziół i traw, co w konsekwencji wpływa na zmiany ewolucyjne ssaków; pojawiają się pierwsze hominidy; na obszarze Polski w miejscu występowania bagien i lasów tworzą się złoża węgla brunatnego, a w miejscach płytkich, parujących mórz duże złoża gipsów, siarki i soli; wypiętrzaniu ulegają Alpy i Karpaty.

Fot. 58. Śladków Mały - profil wapieni detrytycznych neogenu (miocenu) w nieczynnym kamieniołomie



Fot. 59. Chotel Czerwony - skarpazbudowana z gipsów wielkokrystalicznych tzw. jaskółczych ogonów, miocenu

Fot. 60. Smerdyna - kamieniołom z profilem wapieni detrytycznych neogenu (miocenu)

Fot. 61. Korytnica - wychodnie iłów neogenu (miocenu) u podnóża Łysej Góry

Fot. 62. Skamieniały fragment kręgosłupa wieloryba Pinocetus polonicus w wapieniu pińczowskim; neogen (miocen), Pińczów

Fot. 63. Skamieniałe muszle ślimaków z tzw. „iłów korytnickich"; neogen (miocen), Korytnica

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE:

- morze, które na początku neogenu (w miocenie) wkroczyło na obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich od południa zostawia liczne skalne pamiątki w postaci wapieni detrytycznych, iłów, gipsów oraz soli
- jedną z geologicznych pamiątek mioceńskiego morza są tzw. „iły korytnickie" przepełnione skamieniałymi muszlami bezkręgowców morskich i występujące w rejonie miejscowości Korytnica, zwanej również „perłą polskiego miocenu"
- skała wapienna eksploatowana w Pińczowie, na Ponidziu zwana popularnie „pińczakiem" to pamiątka mioceńskiego morza sprzed około 15 milionów lat
- w mioceńskich wapieniach z Pińczowa znaleziono unikatowe szczątki wieloryba, który od miejsca znalezienia zyskał nazwę gatunkową Pinocetus polonius

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Pińczów, Borków, Korytnica, Lubania, Skotniki Duże (kamieniołom „Zajęcza Góra"), Gacki, Skorocice, Gartatowice, Smerdyna, Młyny, Szydłów.

CZWARTORZĘD (2,58 mln lat temu - dziś)

CHARAKTERYSTYCZNE SKAŁY: gliny polodowcowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe, iły i muły pochodzenia jeziornego, torfy, lessy, piaski i muły rzeczne, piaski wydmowe, osady gliniasto-gruzowe na zboczach wzniesień.

CHARAKTERYSTYCZNE SKAMIENIAŁOŚCI: szczątki ssaków plejstoceńskich (mamut, nosorożec włochaty, jeleń olbrzymi), szczątki nietoperzy, pyłki roślin kwiatowych.

ZDARZENIA I PROCESY GLOBALNE:

Globalne ochłodzenie klimatu i zlodowacenie na początku czwartorzędu, ok. 2,58 mln lat temu, rozpoczyna cykl zdarzeń, który doprowadza do właściwej epoki lodowcowej, w plejstocenie; w okresach zimniejszych (glacjały) lądolody wędrują od rejonów okołobiegunowych w niższe szerokości geograficzne, w okresach cieplejszych (interglacjały) na odwrót; w każdym okresie ochłodzenia następuje znaczne obniżenie globalnego poziomu morza, spowodowane uwięzieniem wody w lądolodach; ciągłe wahania klimatu powodują przesuwanie się stref roślinnych oraz wielkie migracje ssaków lądowych; największa wędrówka miała miejsce w czasie największego globalnego obniżenia poziomu morza, kiedy otworzył się pomost lądowy łączący Amerykę z Azją; z wydarzeń biotycznych do najważniejszych należą: wielkie zmiany ewolucyjne rodzinie człowiekowatych uwieńczone pojawieniem się człowieka współczesnego (Homo sapiens) około 195 000 lat temu oraz wymarcie wielkich ssaków znanych z epoki plejstocenu.

Fot. 64. Wąwóz Królowej Jadwigi-Sandomierz - odsłonięcie lessów związanych z okresami zlodowaceń w środkowym i późnym plejstocenie

Fot. 65. Łysa Góra - „Gołoborze im. R. Kobendzy" rozległe rumowisko skalne („gołoborze") złożone z bloków kambryjskich piaskowców kwarcytowych, które tworzyło się na przedpolu lądolodu

Fot. 66. Maleniec - czwartorzędowe piaski tworzące pola wydmowe

Fot. 67. Kadzielnia - namuliska jaskiniowe i formy młodej rzeźby krasowej w Jaskini Odkrywców

Fot. 68. Jaskinia Raj - szata naciekowa powstała w najmłodszym piętrze czwartorzędu (holocenie), fot. A. Wąsikowski

ZDARZENIA I PROCESY REGIONALNE (ŚWIĘTOKRZYSKIE):

- zlodowacenia południowopolskie, które wkraczają na obszar Gór Świętokrzyskich powodują w wielu miejscach zmiany w rzeźbie terenu; po ich ustąpieniu kształtuje się współczesny rys rzeźby Gór Świętokrzyskich
- osady i formy pozostawiona przez te zlodowacenia zostają w większości usunięte przez rzeki w trakcie interglacjałów
- na przedpolu lądolodu w tzw. strefie peryglacjalnej tworzą się charakterystyczne formy - gołoborza i osady - lessy
- w jaskiniach gromadzą się namuliska, jak również tworzą się nacieki - najmłodsze osady to piaski i mułki naniesione przez rzeki, osady torfowisk oraz pokrywy gliniasto-gruozowe na zboczach wzniesień

PRZYKŁADOWE PROFILE GEOLOGICZNE: Kozi Grzbiet, Białe Ługi, Sewerynów, Kadzielnia (leje krasowe i jaskinie), Jaskinia Raj.

ROZDZIAŁ III

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH GEOSTANOWISK

BIESAK-BIAŁOGON

ZAPIS DAWNYCH MÓRZ I RUCHÓW GÓROTWÓRCZYCH

POŁOŻENIE: południowo-zachodnia część miasta; północno-zachodnie zbocze Kamiennej Góry należącej do Pasma Posłowickiego.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: dawne wyrobisko górnicze zlokalizowane na zboczu wzniesienia - Kamiennej Góry.

FORMA OCHRONY: Rezerwat przyrody nieożywionej „Biesak-Białogon" o powierzchni 13,13 ha utworzony w 1981 roku.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko udostępnione żółtym szlakiem spacerowym wiodącym wokół Kielc oraz Świętokrzyskim Szlakiem Archeo-Geologicznym; w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska zlokalizowane są tablice informacyjne.

Fot. 69. Rezerwat Biesak-Białogon - warstewka bentonitu w piaskowcach ordowiku dolnego

Fot. 70. Rezerwat Biesak-Białogon - północna ściana nieczynnego wyrobiska z odsłoniętym profilem piaskowców ordowiku dolnego, zawierających warstwę bentonitu

Fot. 71. Rezerwat Biesak-Białogon - północna część wyrobiska z częściowo zapełźniętym profilem piaskowców, mułowców i iłowców kambru dolnego

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- wyrobisko odsłania profil geologiczny morskich skał osadowych reprezentujących kambr dolny (mułowce i iłowce z wkładkami piaskowców kwarcowych) i ordowik dolny (gruboławicowe piaskowce z cienkimi wkładkami iłowców, mułowców oraz warstewką bentonitu)
- skały kambryjskie z tej lokalizacji należą do najstarszych skał osadowych odsłoniętych w granicach miasta Kielce
- w profilu geologicznym brakuje osadów środkowej i górnej części kambru oraz najniższego ordowiku - jest to tzw. luka stratygraficzna
- wspomniana luka oraz niezgodne ułożenie i odwrócony układ warstw skalnych widoczny w północnej części wyrobiska (starsze skały kambru zalegają niezgodnie na młodszych skałach ordowiku, odwrotnie niż to jest w normalnym następstwie stratygraficznym, w którym skały młodsze powinny zalegać na starszych) dokumentują kaledońskie ruchy górotwórcze, które zakończyły się przed około 420 milionami lat
- góry powstałe w wyniku tych ruchów zostały całkowicie zniszczone przez późniejsze, wielokrotnie następujące procesy erozji i wietrzenia, a jedyną pamiątką po nich jest warstewka zlepieńca rozpoczynająca profil ordowiku w części kieleckiej Gór Świętokrzyskich
- stanowisko występowania bentonitu - skały osadowej powstałej w zbiorniku morskim w wyniku wietrzenia materiału wulkanicznego dostarczanego przez wybuchy wulkanów położonych w sąsiedztwie zbiornika - jest to zapis lądowej aktywności wulkanicznej, która miałamiejsce we wczesnym ordowiku

ŁYSA GÓRA

ZAPIS KAMBRYJSKIEGO MORZA I EPOKI LODOWCOWEJ W OTOCZENIU PUSZCZY JODŁOWEJ

POŁOŻENIE: wschodnia część Pasma Łysogórskiego - centralna część Gór Świętokrzyskich, pomiędzy miejscowościami Huta Szklana i Nowa Słupia.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: wschodnia kulminacja Pasma Łysogórskiego z naturalnymi formami skałkowymi i największym rumowiskiem skalnym (gołoborzem") w Górach Świętokrzyskich.

FORMA OCHRONY: stanowisko położone w obrębie Świętokrzyskiego Parku Narodowego, wydzielone w części jako Obszar Ochrony Ścisłej „Święty Krzyż".

Fot. 72. Łysa Góra - naturalna wychodnia piaskowców kwarcytowych kambru górnego tworzących skałkę, zlokalizowana od strony wschodniej zabudowań kościelno-klasztornych, w pobliżu niebieskiego szlaku pieszego

Fot. 73. Łysa Góra - gołoborze im. R. Kobendzy; przykład rumowiska skalnego tworzącego się w wyniku wietrzenia mrozowego i rozpadu wychodni piaskowców kwarcytowych, w warunkach peryglacjalnych (na przedpolu lądolodu

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: jeden z najlepiej udostępnionych turystycznie obiektów w Górach Świętokrzyskich położony na głównym, czerwonym szlaku turystycznym im. E. Massalskiego; szlak niebieski z Nowej Słupii; ścieżki dydaktyczne Świętokrzyskiego Parku Narodowego: Huta Szklana - gołoborze „Kobendzy" oraz „Święty Krzyż - Nowa Słupia".

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- stanowisko występowania piaskowców kwarcytowych kambru górnego, tworzących naturalne wychodnie i formy skałkowe (m.in. skałka pod krzyżem, po wschodniej stronie muru otaczającego kompleks kościelnoklasztorny)
- skały te stanowią zapis późnokambryjskiego morza, sprzed około 500 mln lat temu, a także późniejszych procesów (lityfikacji), które spowodowały, że luźny kwarcowy piasek został przekształcony w zwięzłą, twardą skałę - piaskowiec kwarcytowy

Fot. 74. Piaskowiec kwarcytowy kambru górnego ze spękaniami i żyłami kwarcu

- w piaskowcach kwarcytowych występują liczne spękania i uskoki stanowiące efekt procesów tektonicznych, które wielokrotnie w dziejach Ziemi powodowały wypiętrzanie i pękanie tych skał
- największe gołoborze w Górach Świętokrzyskich (gołoborze im. Romana Kobendzy o powierzchni około 4 hektarów) stanowi rumowisko skalne powstałe (podobnie jak inne tego typu formy w Górach Świętokrzyskich) w wyniku wietrzenia mrozowego i rozpadania się wychodni kambryjskich piaskowców kwarcytowych, w plejstocenie, w strefie rozciągającej się przed cofającym się lądolodem (tzw. strefa peryglacjalna).
- elementy kulturowe powiązane z geologią: wał kultowy usypany z bloków piaskowca kwarcytowego; pobenedyktyński kompleks kościelnoklasztorny z ciekawymi przykładami świętokrzyskich surowców skalnych wykorzystanych w architekturze (m.in. wapienie dewońskie i jurajskie, zlepieńce permskie, piaskowce jurajskie i triasowe, wapienie neogenu)

BARDO - WĄWÓZ PRĄGOWIEC

ZAPIS SYLURSKIEGO MORZA I MAGMY Z GŁĘBI ZIEMI

POŁOŻENIE: wschodnia część Pasma Orłowińskiego, dolina potoku Kierdonka, na NNW od Barda .

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: naturalne odsłonięcia geologiczne zlokalizowane w skarpach erozyjnych doliny potoku Kierdonka, na odcinku od miejscowości Bardo do Góry Ryj; Wąwóz Prągowiec wyżłobiony jest przez okresowy potok, który stanowi boczny dopływ potoku Kierdonka.

FORMA OCHRONY: stanowiska znajdują się w obrębie Cisowsko- Orłowińskiego Parku Krajobrazowego, i nie są objęte ochroną punktową.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowiska nie udostępnione turystycznie; w rejonie doliny potoku Kierdonka i miejscowości Bardo przebiegają szlaki rowerowe: zielony i czerwony; na północ od Wąwozu Prągowiec, w rejonie miejscowości Sędek przebiega niebieski szlak pieszy Łagów-Daleszyce.

Fot. 75. Skamieniałe szkielety graptolitów zachowane w iłowcu (tzw. łupki graptolitowe); sylur górny, Wąwóz Prągowiec

Fot. 76. Bardo - naturalne odsłonięcie iłowców, mułowców i szarogłazów syluru górnego w dolinie potoku Kierdonka

Fot. 77. Skamieniała muszla i odcisk muszli małży z rodzaju ***Cardiola*** w iłowcu; sylur górny, Wąwóz Prągowiec

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- liczne naturalne wychodnie skał paleozoicznych (kambr, sylur, dewon) dające wgląd w budowę geologiczną tzw. synkliny Barda
- najlepsze naturalne odsłonięcia skał sylurskich w Górach Świętokrzyskich: iłowce (łupki) graptolitowe i szarogłazy

Fot. 78. Skamieniała ośródka łodzikowca w iłowcu (łupku) graptolitowym, sylur górny, Wąwóz Prągowiec

Fot. 79. Fragment skamieniałego pancerza trylobita z rodzaju Odontopleura; iłowiec (łupek) graptolitowy, sylur górny, Wąwóz Prągowiec

Fot. 80. Dolina potoku Kierdonka u wylotu Wąwozu Prągowiec - naturalne wychodnie iłowców i szarogłazów z wychodzącą na powierzchnię żyłą (dajką) pokładową diabazu

- najlepsze w Górach Świętokrzyskich naturalne odsłonięcie magmowych skał żyłowych - diabazów, tworzących żyłę pokładową (tzw. dajkę) wychodzącą na powierzchnię u wylotu Wąwozu Prągowiec do doliny potoku Kierdonka, i wypreparowaną m.in. przez erozję rzeczną - iłowce (łupki) graptolitowe i szarogłazy są geologiczną pamiątką głębokiego zbiornika morskiego, który pod koniec syluru (ponad 418 milionów lat temu) zajmował obszar kielecki
- diabazy z Wąwozu Prągowiec są geologicznym zapisem magmy wędrującej z dolnych partii skorupy ziemskiej, która w formie żyły (dajki) pokładowej wniknęła w warstwy skał osadowych (szarogłazów) tworzących się w zbiorniku morskim pod koniec syluru
- stanowisko paleontologiczne fauny syluru górnego w iłowcach (tzw. łupkach graptolitowych) odsłaniających się w Wąwozie Prągowiec (masowe nagromadzenia szkieletów morskich organizmów planktonowych - graptolitów, łodziki, małże, ramienionogi i trylobity)

CHĘCINY - GÓRA ZELEJOWA

GEOLOGICZNY SPACER PRZED DOLINĘ CHĘCIŃSKĄ

POŁOŻENIE: południowo-zachodnia część Gór Świętokrzyskich; obszar zamykający się pomiędzy Górą Zamkową w Chęcinach a Górą Zelejową.

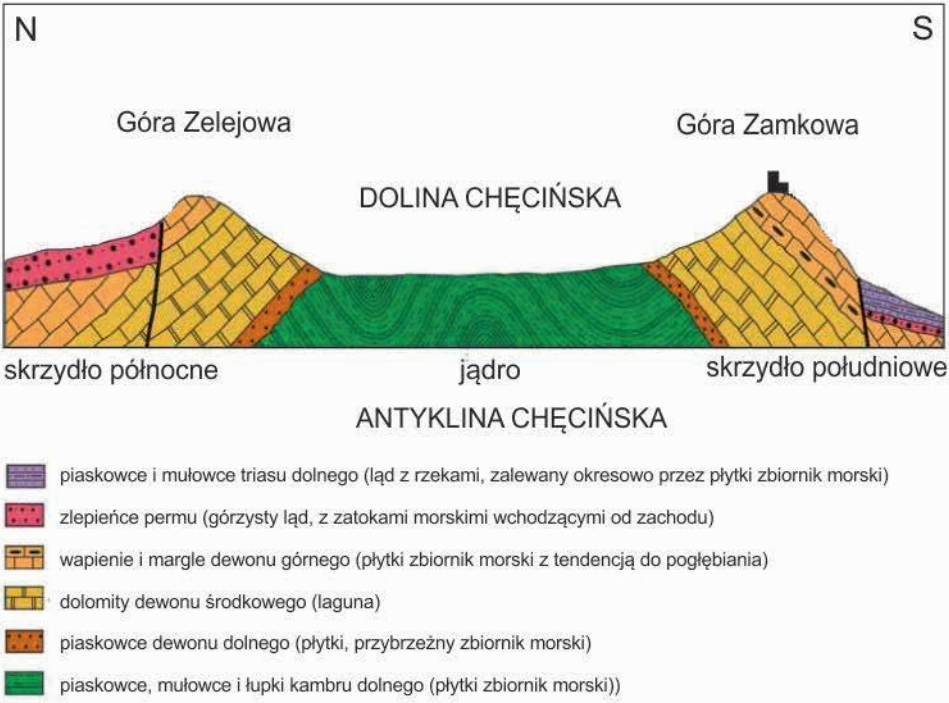
CHARAKTER MORFOLOGICZNY: obniżenie morfologiczne o charakterze doliny wypreparowane w miękkich skałach kambru i zamknięte od północny i południa grzbietami uformowanymi w skałach dewonu (obszar o typowej rzeźbie strukturalnej).

FORMA OCHRONY: cały obszar znajduje się w granicach Chęcińsko-Kieleckiego Parku Krajobrazowego; Góra Zelejowa objęta jest dodatkowo ochroną jako rezerwat przyrody nieożywionej o powierzchni 67,0 ha.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: obszar wyjątkowo dobrze udostępniony turystycznie: szlak pieszy czerwony i niebieski z Chęcin do G. Zelejowej; ścieżka i infrastruktura turystyczna w ramach Świętokrzyskiego Szlaku Archeo-Geologicznego (znakowanie, tablice informacyjne).

Fot. 81. Rez. Góra Zelejowa - fragment najdłuższej grani wapiennej w Górach Świętokrzyskich z licznymi formami krasu powierzchniowego

Fot. 82, 83. Wapienie dewonu górnego odsłonięte na dwóch przeciwległych skrzydłach antykliny chęcińskiej: skrzydle północnym w tzw „kamieniołomie zachodnim" na Górze Zelejowej (zdjęcie z lewej) i skrzydle południowym w tzw. „kamieniołomie zachodnim" na Górze Zamkowej w Chęcinach (zdjęcie po prawej); warstwy te są mniej więcej równowiekowe i nachylone w przeciwnych kierunkach (patrz przekrój geologiczny poniżej).



Ryc. 3. Budowa geologiczna antykliny chęcińskiej z elementami morfologicznymi (na podstawie Stupnicka E., Stępień-Sałek M., 2001; zmodyfikowane)

Fot. 84. Góra Zamkowa w Chęcinach - warstwy wapieni dewonu górnego odsłaniające się we wschodniej części grzbietu

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- podręcznikowy przykład inwersji rzeźby: w miejscu gdzie pierwotnie wznosiło się wapienne wzniesienie, obecnie znajduje się Dolina Chęcińska, która została wypreparowana w miękkich iłowcach i mułowcach kambru dolnego
- naturalne i sztuczne odsłonięcia geologiczne pozwalające na poznanie budowy antykliny chęcińskiej: jądro zbudowane z mułowców, iłowców i piaskowców kambru dolnego oraz skrzydła zbudowane z dolomitów i wapieni dewonu środkowego i górnego odsłoniętych na Górze Zamkowej i Zelejowej

Fot. 85.
Skały dewońskie z południowego skrzydła antykliny chęcińskiej;

patrząc od góry:

wapień górnodewoński z koralowcami;

wapień górnodewoński z wypreparowaną żyłą kalcytu;

dolomit środkowodewoński

Fot. 86. Rez. Góra Zelejowa - wschodnia ściana kamieniołomu „Szczerba" z widocznymi śladami po eksploatacji brekcji kalcytowowapiennej (słynnej „różanki zelejowskiej")

- cenne z naukowego i dydaktycznego punku widzenia profile dewonu środkowego i górnego w Rezerwacie Góra Rzepka i na Górze Zamkowej (kamieniołom zachodni)
- liczne formy związane z tektoniką (spękania i uskoki) i procesami hydrotermalnymi (mineralizacja kalcytowa i kalcytowo-ołowiowa na Górze Zamkowej i Górze Zelejowej)
- liczne formy krasu powierzchniowego na Górze Zelejowej
- liczne pozostałości górnictwa kruszcowego związanego z wydobyciem ołowiu (Góra Zamkowa, Beylina, Stokówka, Zelejowa - część zachodnia) i skalnego, związanego z wydobyciem ozdobnych odmian wapieni dewońskich i brekcji kalcytowo-wapiennych - tzw. „marmury chęcińskie" (Góra Zamkowa, Zelejowa - kamieniołom „Szczerba" i zachodni)
- obiekty kulturowe powiązane z geologią

KADZIELNIA

ZAPIS PÓŹNODEWOŃSKIEGO MORZA I ZJAWISK KRASOWYCH

POŁOŻENIE: teren pogórniczy pomiędzy ulicami Krakowską, Aleją Legionów, Gagarina i Pakosz - południowe obrzeżenie centrum miasta.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: wielopoziomowe wyrobisko dawnego kamieniołomu „Kadzielnia" z antropogenicznym ostańcem skalnym w centralnej części wyrobiska; górna część ostańca stanowi naturalną pozostałość Wzgórza Kadzielnia, wchodzącego w skład pasma Kadzielniańskiego.

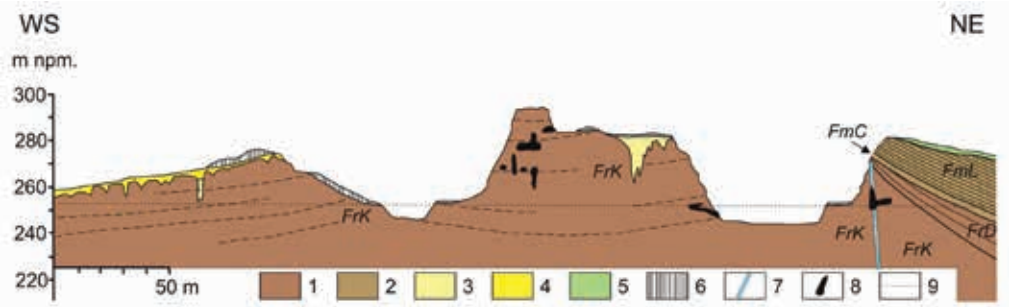
FORMA OCHRONY: Rezerwat przyrody nieożywionej „Kadzielnia" o powierzchni 0,55 ha obejmuje szczytową partię ostańca skalnego zwanego Skałką Geologów; pozostała część wyrobiska wchodzi w obręb kieleckiej strefy chronionego krajobrazu.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko dobrze udostępnione czerwonym szlakiem miejskim, niebieskim szlakiem spacerowym oraz ścieżkami turystycznymi z punktami widokowymi i i tablicami edukacyjnymi przygotowanymi przez administratora terenu - Geopark Kielce; na wschodniej ścianie wyrobiska zlokalizowane są trzy jaskinie: Odkrywców, Prochownia i Szczelina na Kadzielni udostępnione podziemną trasą turystyczną o długości około 140 metrów.

Fot. 87. Fragment wschodniej ściany wyrobiska nad wejściem do Jaskini Prochownia, z widoczną powierzchnią uskoku i rozwiniętymi wzdłuż niej kanałami krasowymi; czerwone zabarwienie w dolnej części ściany związane jest z piaskowcami wapiennymi wypełniającymi najstarsze (permsko -triasowe) formy krasowe na Kadzielni

Fot. 88. Południowa ściana Skałki Geologów z widocznymi kominami krasowymi i otworami jaskiń

Fot. 89. Wschodnia ściana wyrobiska dawnego kamieniołomu „Kadzielnia" z wrysowanym przekrojem przez połączony system Jaskini Odkrywców, Prochownia i Szczelina na Kadzielni (aut. Andrzej Kasza)



Ryc. 4. Przekrój geologiczny i panorama kamieniołomu „Kadzielnia" (fot. Patryk Ptak); Przekrój geologiczny wraz z interpretacją opisową na podstawie Urban i in. 2011;

objaśnienia oznaczeń:

1-wapienie niższej (starszej) części dewonu górnego;

2 - margle, wapienie margliste i łupki wyższej (młodszej) części dewonu górnego;

3 - gliny, iły i piaski wypełniające leje krasowe paleogenu i neogenu;

4 - piaski i gliny czwartorzędowe;

5 - zwietrzeliny skał dewońskich i gleba;

6 - nasypy i hałdy antropogeniczne;

7 - uskokprzecinający wschodnią ścianę wyrobiska;

8 - jaskinie;

9 - poziom rzeki Silnicy

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- ostaniec skalny „Skałka Geologów" z wzorcowym profilem płytkomorskich „wapieni kadzielniańskich" liczących sobie około 380 milionów lat (początek dewonu górnego), (Fot....)
- wzorcowy profil wapieni i serii wapienno-marlistej dewonu górnego (schyłek dewonu górnego) na wschodniej ścianie wyrobiska, dokumentujący stopniowe pogłębianie się zbiornika morskiego i zmiany faunistyczne u schyłku dewonu (Fot..)

Fot. 90. Wschodnia ściana kamieniołomu Kadzielnia z widocznym kontaktem pomiędzy wapieniami starszej części a marglami i łupkami młodszej części dewonu górnego

- cenne stanowiska krasu powierzchniowego i podziemnego (w tym jaskinie) w obrębie Skałki Geologów i na wschodniej ścianie wyrobiska - stanowiska występowania przewodnich gatunków skamieniałości dewonu górnego, w tym gatunków endemicznych znalezionych wyłącznie na Kadzielnia
- uskoki tektoniczne dokumentujące dawne ruchy górotwórcze oraz związane z nimi mineralizacja hydrotermalna (przede wszystkim kalcyt, baryt i galena) - cenne stanowiska roślinności wapiennolubnej oraz krajobraz pogórniczy

ŚLICHOWICE

PIERWSZY REZERWAT GEOLOGICZNY W POLSCE I ZAPIS RUCHÓW GÓROTWÓRCZYCH SPRZED 300 MLN LAT

POŁOŻENIE: północno-zachodnia część miasta w obrębie osiedla Ślichowice, na przedłużeniu ul. Kaziemierza Wielkiego Charakter morfologiczny: pozostałość wzgórza Ślichowica przekształcona dwoma wyrobiskami dawnego kamieniołomu „Ślichowice".

FORMA OCHRONY: „Rezerwat skalny im. Jana Czarnockiego" o powierzchni 0,55 ha, utworzony w 1952 roku, obejmuje skalną listwę rozdzielającą wyrobisko wschodnie i zachodnia dawnego kamieniołomu „Ślichowice".

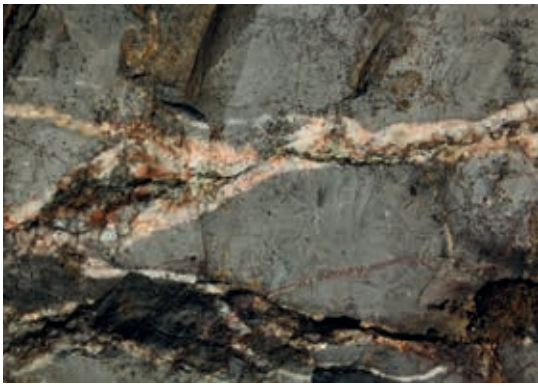
DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko udostępnione żółtym szlakiem spacerowym oraz Świętokrzyskim Szlakiem Archeo-Geologicznym; na terenie rezerwatu i w jego najbliższym otoczeniu funkcjonuje ścieżka turystyczna z punktami widokowymi i tablicami edukacyjnymi; uzupełnienie infrastruktury turystycznej stanowi iluminacja fałdu na wschodniej ścianie wyrobiska zachodniego; terenem opiekuje się Geopark Kielce.

Fot. 91. Ogólny widok zachodniego wyrobiska dawnego kamieniołomu „Ślichowice"; zodsłaniającego profil morskich skał dewonu górnego: od najstarszych wapieni „rafowych" (z lewej strony) do najmłodszych margli i łupków (ciemne skały z prawej)

Fot. 92. Lej krasowy rozwinięty w wapieniach dewonu, i wypełniony młodszymi osadami neogenu

Fot. 93. Wschodnia ściana wyrobiska zachodniego dawnego kamieniołomu „Ślichowice" odsłaniająca profil wapieni morskich dewonu górnego liczących sobie około 375 milionów lat i sfałdowanych w czasie hercyńskich ruchów górotwórczych, ponad 300 milionów lat temu

Fot. 94. Stożki usypiskowe i żleby w południowo-zachodniej części wyrobiska



Fot. 95. Piaskowiec kwarcytowy kambru górnego ze spękaniami i żyłami kwarcu

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- pierwszy rezerwat geologiczny w Polsce (data utworzenia 18.06.1952 r)
- najbardziej znane przykłady fałdów tektonicznych związanych z hercyńskimi ruchami górotwórczymi, które ponad 300 mln lat temu doprowadziły do wypiętrzenia obszaru świętokrzyskiego
- profil skał morskich dewonu górnego dokumentujący stopniowe pogłębianie zbiornika morskiego i ochładzanie wód pod koniec tego okresu, widoczny na wschodniej ścianie wyrobiska zachodniego
- stanowisko występowania wapieni zawierających szczątki dawnych „raf" gąbkowo-koralowcowych, w tym największy opisany do tej pory na terenie Polski okaz gąbki (stromatoporoida) o średnicy około 8 metrów!
- stanowisko występowania mineralizacji hydrotermalnej związanej ze spękaniami i uskokami tektonicznymi (kalcyt, piryt, chalkopiryt, sfaleryt, galena, hematyt, baryt)
- stanowisko występowania krasu podziemnego (Jaskinia pod Fałdem) oraz kopalnego (lej krasowy z wypełnieniem ilasto-piaszczystym na zachodniej ścianie wyrobiska zachodniego)
- stanowisko występowania roślin i krzewów wapiennolubnych (m.in. wisienki stepowej)

Fot. 96. Zachodnia ściana wschodniego wyrobiska dawnego kamieniołomu „Ślichowice" odsłaniająca profil tych samych skał, z nieco innym układem fałdów

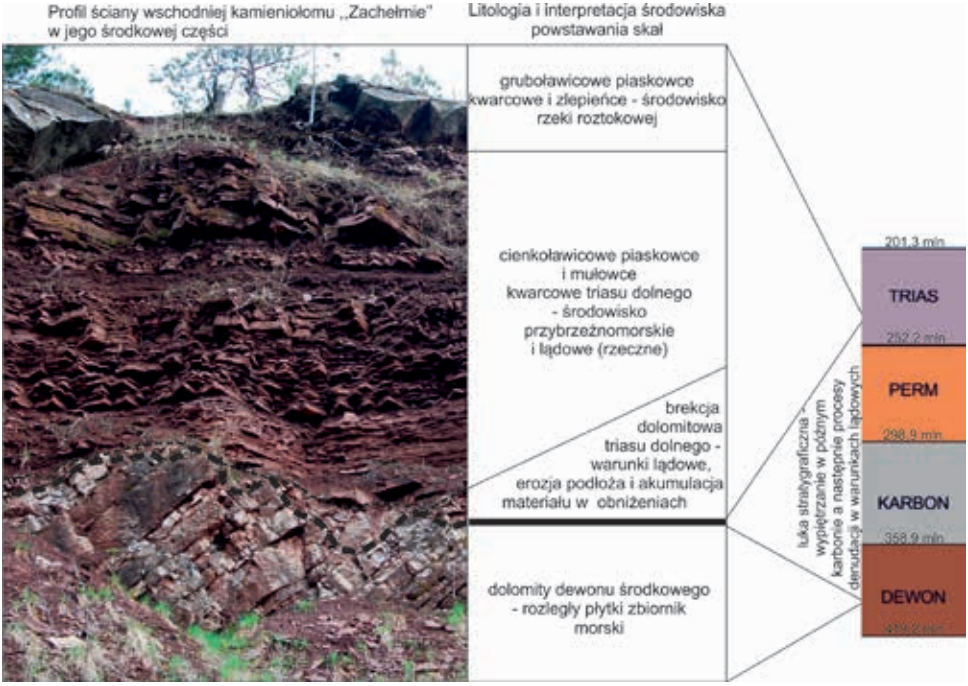
ZACHEŁMIE

OD DEWOŃSKIEJ LAGUNY Z TETRAPODAMI DO TRIASOWEGO LĄDU Z DINOZAURAMI

POŁOŻENIE: północno-zachodnia część Gór Świętokrzyskich, zachodnie zbocze Góry Chełmowej, pomiędzy miejscowościami Zagnańsk i Zachełmie.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: wyrobisko nieczynnego kamieniołomu rozcinające zachodnie zbocze Góry Chełmowej.

FORMA OCHRONY: wschodnia część wyrobiska objęta ochroną jako Rezerwat przyrody nieożywionej „Zachełmie" o powierzchni 7,95 ha utworzony w 2010 roku; fragment ściany z niezgodnością kątową między skałami dewonu i triasu objęty jest ochroną jako pomnik przyrody nieożywionej.



Ryc. 5. Zdjęcie i interpretacja profilu geologicznego na ścianie wyrobiska, objętej ochroną jako pomnik przyrody nieożywionej; widoczna niezgodność erozyjna i kątowa między dolomitami dewonu środkowego a brekcjami, piaskowcami i mułowcami triasu dolnego

Fot. 97, 98. Warstwy dolomitów środkowego dewonu (wiek ok. 395 milionów lat) z widocznymi szczelinami z wysychania (zdjęcie z lewej) i stromatolitami (zdjęcie z prawej)

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko włączone w Świętokrzyski Szlak Archeo-Geologiczny (oznaczenia kierunkowe i tablica); w obrębie rezerwatu wytyczona jest ścieżka geoturystyczna z tablicami i infrastrukturą towarzyszącą, prezentująca najciekawsze elementy geologiczne obiektu.

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- stanowisko występowania najstarszych na świecie skamieniałych śladów zwierząt czworonożnych (tetrapodów) zachowanych w dolomitach dewonu środkowego, liczących sobie nieco ponad 395 milionów lat
- unikatowy profil geologiczny z dolomitami dewonu środkowego i zalegającymi na nich niezgodnie brekcjami, piaskowcami, mułowcami i iłowcami tzw. pstrego piaskowca liczącymi sobie około 251 milionów lat
- niezgodność kątowa (różne nachylenie skał dewonu i triasu) i erozyjna (brak płynnego przejścia i „poszarpana" granica między dolomitami dewonu, a brekcjami i piaskowcami triasu) oraz luka stratygraficzna (brak osadów młodszej części dewonu, karbonu i permu) dokumentują wypiętrzanie górotworu ponad 300 mln lat temu, w trakcie hercyńskich ruchów górotwórczych i następujące po nich procesy wietrzenia i erozji, które zniszczyły część znaczną część zapisu skalnego
- zapis geologiczny środkowodewońskiej laguny i okresowych obszarów lądowych w postaci dolomitów zawierających szczeliny z wysychania, ślady gleb kopalnych, ślady mat sinicowych, skamieniałości śladowe - zapis geologiczne wczesnotriasowego lądu w postaci piaskowców i mułowców zawierający szczeliny z wysychania, ripplemarki, szczątki roślin oraz tropy kręgowców (w tym prymitywnych dinozaurów)
- znane stanowisko występowania minerału hematytu

Fot. 99, 100. Warstwy dolomitów dewonu środkowego z zachowanymi strukturami pochodzenia organicznego: ślady żerowania bezkręgowców (zdjęcie z lewej - blok skalny na pierwszym planie) i tropy tetrapodów (zdjęcie z prawej-owalne zagłębienia)

SOŁTYKÓW

ZAPIS WCZESNOJURAJSKIEGO LĄDU I JEGO MIESZKAŃCÓW

POŁOŻENIE: północna część Gór Świętokrzyskich, pomiędzy miejscowościami Odrowąż, Wólka Plebańska i Mroczków.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: wyrobisko nieczynnej glinianki zlokalizowane na obszarze leśnym urozmaiconym morfologicznie

FORMA OCHRONY: Rezerwat przyrody nieożywionej „Gagaty Sołtykowskie" o powierzchni 13,33 ha utworzony 25.07.1997 r.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko dostępne turystycznie - znaki kierunkowe od parkingu oraz tablice edukacyjne w rezerwacie; stanowisko włączone w Piekielny Szlak (oznaczenia).

Fot. 101. Rezerwat Gagaty Sołytkowskie - widok ogólny; wyrobisko dawnej glinianki, w której eksploatowano iły dolnojurajskie; na pierwszym planie drewniana wiata chroniąca unikatowe stanowisko ze ścieżkami tropów dinozaurów roślinożernych i drapieżnych

Fot. 102. Rezerwat Gagaty Sołytkowskie - północno-wschodnia ściana glinianki odsłaniająca profil dolnej jury, z osadami równi zalewowej (ciemne iły), stożków krewasowych (jasne piaskowce i mułowce tworzące warstwy pośród iłów), i koryta rzecznego (jasne, gruboławicowe piaskowce widoczne z lewej strony

Fot. 103. Fragment profilu jury dolnej w Rez. Gagaty Sołtykowskie - warstwy piaskowców i mułowcó z przeławiceniami iłów - zapis występowania rzeki z koryta i nanoszenia osadów na równi zalewowe

Fot. 104. Odciski i zwęglone fragmenty flory wczesnojurajskiej zachowane w piaskowcu

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- wzorcowy profil geologiczny osadów lądowych wczesnej jury, sprzed 199 milionów lat
- czytelny zapis w profilu różnych warunków gromadzenia się osadów: jasne, gruboławicowe piaskowce to zapis osadów koryta rzeki meandrującej; jasne cienkoławicowe piaskowce przepełnione szczątkami flory i zawierającej skamieniałości śladowe to zapis wezbrań rzeki, która występowała z koryta i nanosiła piaszczyste osady na zabagniony teren; ciemne iły i mułowce to zapis równi zalewowej pokrytej bagniskami i jeziorami
- jedno z najcenniejszych stanowisk paleontologicznych jury dolnej w Polsce: tropy dinozaurów roślinożernych (zauropodów) i drapieżnych (dilofozaurów), liczne skamieniałe ślady zwierząt bezkręgowych (małże, stawonogi), rzadki szczątki owadów, liczne szczątki flory wskazujące na ciepły klimat (wymarłe gatunki skrzypów, paproci drzewiastych, sagowców, roślin miłorzębowych)
- jeden z najstarszych na świecie zapisów kopalnych zachowań stadnych dinozaurów (stanowisko zabezpieczone wiatą i ogrodzeniem, z wyeksponowaną

ścieżką tropów dorosłych i młodocianych osobników dinozaurów roślinożernych - zauropodów, oraz śladami dinozaurów drapieżnych - dilofozaurów; stanowisko dokumentuje stadną wędrówkę zauropodów, i opiekę dorosłych nad młodymi w sytuacji ataku ze strony dilofozaurów)

- znalezisko największego w Polsce tropu dinozaura drapieżnego
- stanowisko występowania gagatu - zwięzłej odmiany węgla brunatnego wykorzystywanej z jubilerstwie (zachowane ślady dawnej eksploatacji)

Fot. 105. Smolistoczarna odmiana węgla brunatnego - gagat; okaz z Sołtykowa

Fot. 106. Naturalny odlew tropu dinozaura drapieżnego zachowany na dolnej powierzchni ławicy piaskowca; wczesna jura, Rez. Gagaty Sołtykowskie

SKOTNIKI DUŻE K/BUSKA ZDROJU

ZAPIS ZDARZEŃ Z DWÓCH ER GEOLOGICZNYCH W JEDNYM KAMIENIOŁOMIE

POŁOŻENIE: stanowisko w miejscowości Skotniki Duże, około 7 km na południowy-wschód od Buska-Zdroju.

CHARAKTER MORFOLOGICZNY: wyrobisko nieczynnego kamieniołomu zlokalizowane w zboczu Góry Zajęczej.

FORMA OCHRONY: fragment północnej ściany wyrobiska objęty jest ochroną prawną, jako stanowisko dokumentacyjne „Zajęcza Góra" o powierzchni 11,19 ha utworzone w 2002 roku.

DOSTĘPNOŚĆ TURYSTYCZNA: stanowisko nie jest bezpośrednio udostępnione turystycznie; obecnie jest wykorzystywane jako strzelnica sportowa lokalnego koła łowieckiego, przy czym istnieje możliwość obejrzenia profilu geologicznego przy drodze wiodącej na dno wyrobiska.

Fot. 107. Północno-wschodnia ściana wyrobiska z widocznym profilem skał wapienno-krzemionkowych (opok) kredy górnej z przewarstwieniami margli oraz ciemno zabarwionych krzemieni

Fot. 108. Ściana wyrobiska odsłaniająca profil głazowiska mioceńskiego (wyżej) zalegającego niezgodnie na gruboławicowych wapieniach kredy górnej (jasno szare skały zalegające w dolnej części profilu)

ISTOTNE ELEMENTY NAUKOWE I DYDAKTYCZNE:

- profil skał morskich jury górnej, kredy górnej i neogenu (miocenu) w północnej ścianie wyrobiska
- granica erozyjna, niezgodność kątowa i luka stratygraficzna między morskimi skałami górnej jury i górnej kredy (brak skał najwyższej jury i dolnej kredy): jest to geologiczny zapis alpejskich ruchów górotwórczych, około 130 milionów lat temu, następujących po nich procesów wietrzenia i erozji oraz wkroczenia na wyrównany ląd morza w późnej kredzie
- głazowisko neogeńskie (mioceńskie) stanowiące główną część profilu i składające się z obtoczonych głazów, otoczaków i żwirów zbudowanych z opisanych wyżej skał starszego podłoża: jest to geologiczny zapis wybrzeża klifowego, niszczonego przez fale morskie około 20 milionów lat temu, w miocenie
- stanowisko paleontologiczne: skamieniałe szczątki organizmów morskich wieku górnojurajskiego (małże, przegrzebki, ramienionogi) i górnokredowego (kości i zęby ryb kostnoszkieletowych, zęby rekinów, pokruszone szkielety małży, rozgwiazd i belemnitów, szczątki liliowców)
- liczne struktury dokumentujące niszczenie wybrzeża klifowego przez fale morskie; w obrębie mioceńskiej części profilu występują głazy o różnej wielkości i stopniu obtoczenia z zachowanymi miejscami śladami skałotoczy (gąbek, małży, wieloszczetów), wapienie piaszczyste oraz wapienie z głazami
- głazowisko mioceńskie ze Skotnik stanowi jedną z najlepiej zachowanych tego typu form w Polsce

SŁOWNICZEK:

AKRITARCHY – mikroskamieniałości roślinne o nieustalonej pozycji systematycznej (przypuszczalnie glony) występujące i mające znaczenie przewodnie w szczególności w skałach starszego paleozoiku.

AKUMULACJA – gromadzenie się osadów w danym miejscu (np. dolinie rzecznej – akumulacja rzeczna lub zbiorniku morskim – akumulacja morska).

AMFIPORY – wymarła grupa organizmów znanych ze skamieniałości powszechnych w wapieniach dewonu środkowego (tzw. wapienie amfiporowe) o przypuszczalnym pokrewieństwie z gąbkami.

AMONITY – wymarłe organizmy morskie tworzące podgromadę w obrębie głowonogów, znane ze skamieniałości występujących w morskich skałach osadowych od dewonu do kredy; w stanie kopalnym spotyka się najczęściej ośródki, rzadziej kompletne muszle; w Górach Świętokrzyskich powszechnie spotykane w wapieniach dewonu górnego (goniatyty i klymenie), triasu środkowego (ceratyty) oraz jury środkowej i górnej i kredy górnej (amonity właściwe); (patrz fot. 55).

ARAGONIT – minerał, nietrwała odmiana węglanu wapnia $CaCO^3$.

AZURYT – minerał, uwodniony węglan miedzi o charakterystycznej niebieskiej barwie; współwystępuje z malachitem (barwa zielona), w który może przechodzić pod wpływem dwutlenku węgla; w Górach Świętokrzyskich występuje głównie na Miedziance i Miedzianej Górze.

BARYT – minerał, siarczan baru, o barwie białej lub różowawej o znacznym ciężarze właściwym; w Górach Świętokrzyski często tworzy wystąpienia (paragenezy) z kalcytem.

BELEMNITY – wymarłe organizmy morskie należące do tzw. pochewkowców – grupy głowonogów wyposażonych w wewnętrzną muszlę schowaną w miękkim ciele (współcześnie należą do nich kalmary i mątwy); w stanie kopalnym spotyka się ich szkielet wewnętrzny (tzw. rostrum) przypominający nieco pocisk.

BENTOS – zbiorcze określenie organizmów żyjących na dnie zbiornika morskiego.

BENTONIT – skała osadowa powstająca w wyniku podmorskiego wietrzenia pyłu wulkanicznego gromadzącego się na dnie zbiornika. (patrz fot. 69)

BIEG WARSTWY – kierunek rozciągłości warstwy geologicznej podawany jako wartość kąta mierzonego w płaszczyźnie poziome od kierunku północy w prawo, do kierunku rozciągłości warstwy geologicznej.

BIOCENOZA – zespół organizmów składający się wielu gatunków uzależnionych od siebie i zamieszkujących określone środowisko (tzw. biotop).

BIOHERMA – soczewka nieuławiconych wapieni stanowiących pozostałość budowli organicznej złożonej np. z gąbek, koralowców i glonów (np. bioherma kadzielniańska).

BREKCJA – skała grubookruchowa złożona z ostrokrawędzistych lub b. słabo obtoczonych okruchów skalnych prze-

kraczających 2 cm średnicy (patrz fot. 37); ze względu na genezę wyróżnia się brekcje sedymentacyjne (patrz fot. 37), tektoniczne i wulkaniczne.

DENUDACJA – zespół procesów niszczących (wietrzenie, erozja, ruchy masowe i transport zwietrzeliny z obszarów wyżej położonych do obniżeń) powodujących wyrównywanie i stopniowe obniżanie powierzchni Ziemi.

DIAGENEZA – długotrwały i złożony proces w wyniku którego pierwotnie luźny osad staje się twardą i zbitą skałą.

DOLOMIT – (1) minerał, węglan wapnia i magnezu oraz (2) skała osadowa zbudowana głównie z tego minerału (patrz fot. 85).

DRYF KONTYNENTÓW – przemieszczanie się płyt litosfery wraz z leżącymi na nich kontynentami.

DYSLOKACJA – przemieszczenie warstw skalnych wywołane ruchami tektonicznymi skorupy ziemskiej.

ERATYK – fragment skały (b. często obtoczony) przywleczonej przez lodowiec.

EROZJA – mechaniczne niszczenie skał, połączone z usuwaniem produktów tego niszczenia przez wodę, wiatr lub lodowiec.

FACJA – zespół cech skały osadowej (struktura i uziarnienie) wskazujący na jej środowisko powstania.

FAŁD – wygięcie warstw skalnych powstające w efekcie długotrwałych bocznych nacisków tektonicznych w warunkach głębokiego pogrzebania i uplastycznienia skał. (patrz fot. 93)

FORMACJA – podstawowa jednostka podziału litostratygraficznego wyróżniana na podstawie cech litologicznych skał.

FYLLIT – skała metamorficzna powstała z przeobrażenia łupków ilastych pod wpływem ciśnienia i temperatury.

GAGAT – smolisto-czarna odmiana węgla brunatnego, impregnowana substancją organiczną, z uwagi na zwięzłość i przełam muszlowy stosowana w jubilerstwie; typowe miejsce występowania w G. Świętokrzyskich – Rez. Gagaty Sołtykowskie (patrz fot. 105).

GALENA – minerał, siarczek ołowiu, o szarej, lekko niebieskawej barwie, silnym metalicznym połysku.

GĄBKI – prymitywne, morskie zwierzęta wielokomórkowe bez wyodrębnionych tkanek i narządów, o szkielecie wewnętrznym zbudowanym z elementów krzemionkowych (gąbki krzemionkowe) lub wapiennych (gąbki wapienne) lub wewnętrznym szkielecie krzemionkowym i zewnętrznym wapiennym (sklerogąbki); (patrz fot. 21).

GŁOWONOGI – gromada bezkręgowców morskich w obrębie mięczaków, obejmująca amonity, belemnity i łodzikowce (z żyjącymi obecnie gatunkami łodzików); w postaci skamieniałości zachowane są głównie ośródki oraz (rzadziej) muszle tych zwierząt (patrz fot. 25 i 55).

GIPS – (1) minerał, uwodniony siarczan wapnia, (2) skała osadowa, zbudowana prawie wyłącznie z tego minerału, z domieszkami anhydrytu, halitu i kalcytu (typowy rejon występowania Ponidzie; patrz fot. 59).

GLAUKONIT – minerał, glinokrzemian żelaza, potasu, glinu i magnezu, o zielonej barwie, tworzący się w środowiskach morskich (typowy składnik tzw. piaskowców glaukonitowych).

GLINA ZWAŁOWA – inaczej glina lodowcowa pozostawiona przez topniejący lądolód.

GÓROTWÓR – (1) w sensie geograficznym obszar górski o jednolitej genezie, stanowiący geograficzną całość; (2) w sensie geologicznym obszar sfałdowany i wypiętrzony w wyniku ruchów górotwórczych (inaczej orogen).

GRAPTOLITY – wymarła gromada planktonicznych organizmów morskich zaliczanych do półstrunowców; skamieniałości przewodnie dla ordowiku, syluru i dewonu dolnego (fot. 18, 75).

HEMATYT – minerał, tlenek żelaza, ważny z gospodarczego punktu widzenia jako ruda żelaza; najczęściej spotykany jako naloty, naskorupienia o czerwonej lub wiśniowej barwie.

HOLOCEN – ostatni okres czwartorzędu, który rozpoczął się ok. 11,7 tys. lat temu, po ustąpieniu ostatniego lądolodu z ziem polskich.

ICHNOSKAMIENIAŁOŚCI – inna nazwa - skamieniałości śladowe' powstałe w wyniku różnych form aktywności życiowej zwierząt kopalnych (np. tropy dinozaurów, ślady spoczynku i pełzania trylobitów); (patrz fot. 3, 106).

IŁ – skała osadowa, drobnoziarnista, cechująca się przewagą ziaren o średnicy 0,002 mm złożona głównie z minerałów ilastych, zawierająca domieszki pyłu kwarcowego i miki.

INTERGLACJAŁ – cieplejszy okres pomiędzy okresami zlodowaceń.

INTRUZJA MAGMOWA – przestrzenna forma powstała z magmy zastygłej w głębi skorupy ziemskiej, która wdarła się pomiędzy starsze skały.

JASKINIA – powstała w sposób naturalna pustka w skale dostępna dla człowieka. (patrz fot. 88, 55)

KALCYT – minerał, węglan wapnia; pospolity minerał skałotwórczy budujący m.in. wapienie; charakteryzuje się bogactwem postaci kryształów oraz zróżnicowaną kolorystyką zależną od domieszek (patrz fot. 95).

KOLIZJA (…płyt litosfery) – zderzenie się płyt litosfery.

KONODONTY – mikroskopijnych rozmiarów fosforanowe ząbki spotykane powszechnie w skałach osadowych od kambru do triasu i mające dla niektórych okresów znaczenie przewodnie; ząbki należały do aparatu chwytnego zwierząt przypominających budową współczesne śluzice lub minogi, które były aktywnie pływającymi drapieżnikami morskimi o średnich rozmiarach ciała nie przekraczających 10 cm.

KOPIEC MUŁOWY – podmorska budowla złożona z osadu (mułu) wapiennego i wiążących go szkieletów organizmów osiadłych, m.in.: gąbek, koralowców, glonów, mszywiołów (zapis takiego kopca stanowią wapienie budujące Skałkę Geologów na Kadzielni); od rafy odróżnia go brak sztywnej konstrukcji, i rozwój w spokojnych wodach, poniżej podstawy falowania.

KRAS – procesy rozpuszczania skał krasowiejących przez wody podziemne i powierzchniowe; Kras kopalny – paleokras, którego formy zostały wtórnie wypełnione oraz przykryte młodszymi osadami (patrz fot. 57).

KREDA PISZĄCA – drobnoziarnista odmiana wapienia powstała w efekcie znacznego nagromadzenia i lityfikacji wapiennego nanoplanktonu.

KRZEMIONKA – najbardziej powszechna w przyrodzie substancja skałotwórcza, stanowiąca pod względem chemicznym dwutlenek krzemu, o zróżnicowanej genezie i różnych formach występowania (budulec kryształów minerałów, forma

bezpostaciowa (opal lub chalcedon); stanowi podstawowy budulec wielu skał (m.in. skał krzemionkowych, w tym krzemieni; piaskowców, kwarcytów).

KRZEMIENIE – skały krzemionkowe tworzące skupienia (tzw. konkrecje) złożone głównie z bezpostaciowej krzemionki, o kształcie kulistym bądź soczewkowym, występujące w obrębie skał osadowych (głównie wapieni, margli i opok) i odcinające się od nich konturami i barwą, a także różniące się od nich składem chemicznym (przykład krzemienie czekoladowe i pasiaste z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich).

KWARC – minerał, krystaliczna postać dwutlenku krzemu, o znaczeniu skałotwórczym; może występować w formie prawidłowych kryształów i ich skupisk (tzw. szczotki krystaliczne) w geodach i szczelinach skalnych, jak również tworzyć formy zbite, żyłowe (np. żyły kwarcu w piaskowcach kwarcytowych kambru z Łysogór); tworzy wiele różnobarwnych odmian (kryształ górski, kwarc dymny, morion, cytryn), jak również postaci skrytokrystaliczne (chalcedon).

KWARCYT – skała metamorficzna, powstała w wyniku przeobrażenia pod wpływem ciśnienia i temperatury skał osadowych bogatych w krzemionkę, np. piaskowców.

LAMPROFIR – skała magmowa, żyłowa cechująca się różnorodną strukturą i składem mineralnym, z przewagą minerałów ciemnych (w Górach Świętokrzyskich znane m.in. z rejonu Daleszyc i Sierakowa).

LĄDOLÓD – lodowiec kontynentalny tworzący płaską, lub lekko wypukłą, zwartą pokrywę lodową o miąższości do kilku km i powierzchni ponad 50 000 km^2, rozpływającą się na wszystkie strony niezależnie od rzeźby podłoża.

LESS – skała osadowa złożona z bardzo drobnych ziarn kwarcu z domieszką węglanu wapnia, tworzących pył przenoszony i osadzany przez wiatr; ze względu na małą spoistość może być łatwo niszczona i transportowana przez wody opadowe, co prowadzi do powstawania charakterystycznych wąwozów (np. Wąwóz Królowej Jadwigi w Sandomierzu); (patrz fot. 64).

LODOWIEC – duża masa lodu lodowcowego, położona przynajmniej częściowo na lądzie i poruszająca się w jednym lub wielu kierunkach pod wpływem własnego ciężaru (np. lodowiec górski).

LILIOWCE – gromada zwierząt morskich należących do szkarłupni, reprezentowana przez gatunki kopalne (znane wyłącznie ze skamieniałości) i współcześnie żyjące; nazwa wywodzi się od kształtu tych zwierząt przypominającego nieco lilie; w stanie kopalnym spotykane głównie w postaci skamieniałych części szkieletu, głównie łodygi, mających miejscami znaczenie skałotwórcze (przykład wapienie krynoidowe znane ze świętokrzyskiego dewonu, karbonu i triasu); (patrz fot. 30).

LITOLOGIA – ogólny charakter skały osadowej, na który składają się takie właściwości jak skład mineralny, tekstura, struktura, wielkość i kształt ziaren mineralnych oraz barwa.

LITOSFERA – zewnętrzna warstwa kuli ziemskiej, leżąca powyżej astenosfery i różniąca się od niej większą sztywnością i kruchością oraz budową, na którą składają się skały znane z powierzchni Ziemi.

LITOSTRATYGRAFIA – dziedzina stratygrafii oparta na kryteriach litologicznych.

LITYFIKACJA – jeden z etapów diagenezy obejmujący zespół procesów pod wpływem których luźny osad przekształca się w zwięzłą skałę.

LUKA STRATYGRAFICZNA – brak w profilu osadów spowodowany erozją (luka erozyjna) i/lub przerwą w sedymentacji (luka sedymentacyjna); (patrz Ryc. 5, str. 62).

LUSTRO TEKTONICZNE – wygładzona powierzchnia spękania, wzdłuż którego przemieszczały się masy skalne.

ŁAWICA – warstwa lub zespół warstw skalnych, wyróżniające się pod względem określonych cech (np. barwy lub struktury) i cechujące się wzajemnie równoległymi powierzchniami: dolną (spąg) i górną (strop) wyznaczającymi odrębne etapy procesu gromadzenia się osadów.

ŁUPKI ILASTE – skały osadowe złożone z bardzo drobnych (poniżej 0,063 mm) ziaren minerałów ilastych, cechujące się równoległym ułożeniem występujących w nich minerałów, i wynikającą z tego faktu oddzielnością poszczególnych lamin, ławic i warstw wzdłuż równoległych płaszczyzn (tzw. oddzielność łupkowa); przykład tzw. łupki graptolitowe z Wąwozu Prągowiec (patrz fot. 75).

MALACHIT – minerał, uwodniony węglan miedzi, cechujących się zieloną barwą i występowaniem w formie zbitych, nerkowatych, ziemistych czy groniastych skupień; może tworzyć naskorupienia, naloty i impregnacje w innych minerałach, np. kalcycie; współwystępuje z azurytem; w Górach Świętokrzyskich spotykany głównie na Miedziance i Miedzianej Górze.

MAŁŻE – gromada zwierząt w obrębie mięczaków, żyjąca w wodach słonych i słodkich, cechująca się prostą budową ciała złożonego z worka bez wyodrębnionej głowy, otoczonego całkowicie przez dwa fałdy płaszcza i dwuczęściową muszlę składającą się z dwóch symetrycznych względem siebie skorup: prawej i lewej; (patrz fot. 19 i 49).

MARGIEL – mało zwięzła skała osadowa będąca mieszaniną iłu i węglanu wapnia (patrz fot. 54).

MARMURY – (1) w sensie petrograficznym są to skały metamorficzne powstałe w wyniku przeobrażenia pod wpływem ciśnienia i temperatury wapieni i dolomitów; (2) w sensie technicznym są to wszelkie skały, (w tym skały osadowe) dające się pozyskać w formie bloków, szlifować i polerować, co pozwala na uzyskanie doskonałego poleru i walorów dekoracyjnych (przykład „marmury" chęcińskie w postaci różnorodnych, dekoracyjnym odmian wapieni, zlepieńców i brekcji) (patrz fot. 21).

MIĄŻSZOŚĆ – grubość wydzieleń (warstw) geologicznych mierzona prostopadle do ich spągu i stropu.

MINERAŁ – pierwiastek, związek lub jednorodna mieszanina pierwiastków lub związków chemicznych o stałym stanie skupienia, utworzona w wyniku procesów geologicznych lub kosmologicznych.

MIOCEN – najstarsza epoka neogenu (23 do 5 mln lat temu); skały miocenu w postaci różnorodnych odmian wapieni oraz gipsów znane są m.in. z terenu Ponidzia.

MORENA – materiał skalny transportowany przez lodowiec, pochodzący z niszczenia jego podłoża oraz zboczy wznoszących się ponad powierzchnię lodu.

MUSZLOWIEC – wapień stanowiący nagromadzenie muszli i skorup (przykład jurajski muszlowiec ostrygowy z kopalni Małogoszcz); (patrz fot. 49).

NEKTON – ogólne określenie zwierząt poruszających się samodzielnie (pływających) w wodzie (np. ryby, łodzikowce, gady i ssaki morskie).

NIECKA – płytkie obniżenie terenowe, przeważnie o płaskim dnie, uwarunkowane budową geologiczną lub denudacją terenu.

NIEZGODNOŚĆ – termin ten w zależności od kontekstu ma kilka różnych znaczeń; przykładowe to: (1) niezgodność sedymentacyjna - powierzchnia oddzielająca dwie warstwy lub formacje skalne odpowiadająca luce stratygraficznej (patrz Ryc. 5); (2) niezgodność kątowa – niezgodność ułożenia przestrzennego stykających się warstw, czyli ich nierównoległość (patrz Ryc. 5, str. 62).

NUNATAK – szczytowy fragment wzgórza wystający ponad powierzchnię lądolodu i otoczony dookoła masą zwartego lodu.

OROGENEZA – długotrwały etap ruchów górotwórczych (np. orogeneza waryscyjska albo alpejska).

OSAD – luźne nagromadzenie materiału mineralnego i/lub organicznego w określonym miejscu, w wyniku procesu transportu i sedymentacji.

OSUWISKO – nagromadzenie przemieszczonego materiału skalnego i zwietrzelinowego na stoku i/lub u jego podnóża, przybierające zazwyczaj formę jęzora osuwiskowego.

OŚRÓDKA – naturalny odlew wewnętrzny szkieletu, np. muszli (patrz fot. 12 i 55).

PALEONTOLOGIA – dziedzina nauki badająca kopalne (wymarłe) organizmy zachowane w postaci skamieniałości.

PALEOGEOGRAFIA – dział geologii zajmujący się odtwarzaniem warunków geograficznych panujących w danych okresach geologicznych

PIASKOWIEC – skała osadowa powstała z piasku, złożona głównie z ziaren kwarcu o wielkości 0,1 do 2 mm spojonych najczęściej spoiwem kwarcowym, rzadziej wapnistym, żelazistym lub ilastym (patrz fot. 6, 12, 42).

PIASKOWIEC KWARCYTOWY – nieformalna odmiana piaskowca (skały osadowej) cechujące się wyjątkowo dużą zwięzłością i pewnym stopniem przeobrażenia, nie wystarczającym jednak do zakwalifikowania jej do skał metamorficznych (fot. 6, 72 i 73).

PLANKTON – ogólne określenie drobnych organizmów roślinnych i zwierzęcych unoszących się biernie w toni wodnej (przykład – okrzemki, graptolity).

PLEJSTOCEN – zwany też „epoką lodową"; starsza część czwartorzędu, w której na obszar dzisiejszej Polski wielokrotnie nasuwały się lądolody.

PŁASZCZ ZIEMI – warstwa kuli ziemskiej leżąca między skorupą ziemską i jądrem Ziemi; w skład płaszcza wchodzi ok. 70% objętości skał ziemskich.

PŁYTY LITOSFERY – to bloki skorupy ziemskiej, czyli litosfery zwane również płytami tektonicznymi; wyróżnia się płyty oceaniczne i kontynentalne.

PONOR – forma terenu typowa dla obszarów krasowych, mająca postać otworu lub korytarza wydrążonego przez wodę, gdzie wody powierzchniowe wpływają pod powierzchnię terenu; dla odróżnienia miejsce o tej samej genezie, gdzie wody wypływają, nazywamy wywierzyskiem.

PROCESY TEKTONICZNE – procesy diastroficzne (czyli prowadzące do deformacji skorupy ziemskiej, wywołanej głównie przez ruch płyt litosfery) powodujące deformacje warstw skalnych (np. powstawanie uskoków i fałdów).

PROFIL GEOLOGICZNY – sekwencja skał osadowych analizowana od skał najstarszych, położonych najniżej do najmłodszych, położonych najwyżej; układ ten może być zaburzony przez procesy tektoniczne, powodujące odwrócenie następstwa warstw skalnych (przykład odwrotnego ułożenia warstw skalnych z Rez. Biesak-Białogon).

PSTRY PIASKOWIEC – facja, nieformalna jednostka stratygraficzna odpowiadająca najniższej części profilu skalnego triasu, wyznaczona na podstawie cech litologicznych skał lądowych i płytkomorskich należących do tej jednostki; w Górach Świętokrzyskich reprezentowany przez czerwone piaskowce, mułowce i iły wieku dolnotriasowego (m.in. piaskowce tumlińskie); (patrz fot. 38, 42).

RAMIENIONOGI – osiadłe morskie bezkręgowce reprezentowane przez gatunki kopalne (znane wyłącznie ze skamieniałości) i współcześnie żyjące, o ciele złożonym z worka trzewiowego, płaszcza, ramienia (tzw. lofoforu) i nóżki, okrytym dwuskorupkową muszlą; w odróżnieniu od muszli małży muszla u ramienionogów jest asymetryczna (skorupka brzuszna jest większa od grzbietowej); (patrz fot. 31).

REGRESJA – wycofywanie się morza z uprzednio zalanego obszaru.

RIPPLEMARKI – zmarszczki falowe; niewielkie, kilkucentymetrowe grzbieciki uformowane z przesuwających się ziaren piasku przez wiatry, prądy wodne lub falowania (patrz fot. 42).

RUCHY MASOWE – przemieszczanie się w dół stoku mas, złożonych ze zwietrzeliny, osadów stokowych i/lub przypowierzchniowych partii podłoża skalnego pod wpływem siły ciężkości.

RYBY PANCERNE – wymarła gromada kręgowców wodnych charakteryzujących się obecnością pancerza zbudowanego z kości skórnych, składającego się pierwotnie z dwóch części, z których jedna okrywała głowę a druga przednią część tułowia; znane z licznych znalezisk w skałach górnodewońskich w Górach Świętokrzyskich.

RYFT – podłużna strefa w której wyniku doprowadzania ciepła z głębi płaszcza ziemskiego, skorupa ziemska ulega podgrzaniu, spękaniu i zapadnięciu w postaci rowu tektonicznego bądź systemu takich rowów.

SKALA TWARDOŚCI MOHSA – dziesięciostopniowa skala określająca twardość minerałów, odniesiona do wzorcowych minerałów ułożonych w ciągu od najmniej twardego (talk) z wartością 1, do najtwardszego (diament) z wartością 10.

SKAMIENIAŁOŚCI – zachowane do naszych czasów szczątki dawnych organizmów, a także ślady ich działalności (skamieniałości śladowe lub ichnoskamieniałości, np. tropy dinozaurów).

SKORUPA KONTYNENTALNA/OCEANICZNA – skorupa ziemska znajdująca się w pierwszym przypadku pod kontynentami, w drugim pod oceanami; obie skorupy różnią się między sobą budową geologiczną, grubością i właściwościami (skorupa kontynentalna zbudowana głównie z granitów i gnejsów cechuje się większą grubością i sztywnością, podczas gdy oceaniczna złożona głównie z bazaltów jest cieńsza i bardziej plastyczna).

STOŻKI (GLIFY) KREWASOWE – nagromadzenie osadów rzecznych w kształcie stożka, powstałe poza korytem rzecznym, w wyniku powodzi, przerwania wału brzegowego i wylania z koryta rzeki, nanoszącej piaszczysty materiał na równię zale-

wową; przykład takich osadów zachowanych w stanie kopalnym – Rez. Gagaty Sołtykowskie (patrz fot. 103).

STOŻEK USYPISKOWY (PIARG) – nagromadzenie bloków i/lub gruzu skalnego w kształcie stożka lub wachlarza u podnóża ściany skalnej lub skalistego zbocza, najczęściej u wylotu żlebu (patrz fot. 94).

STRATYGRAFIA – dział geologii zajmujący się badaniem kolejności powstawania warstw skalnych na podstawie ich litologii i zawartych w nich skamieniałości, a także danych dotyczących wieku bezwzględnego.

STROMATOLITY – skały węglanowe powstałe jako uboczny produkt aktywności życiowej sinic, złożone z cienkich lamin zbudowanych z węglanu wapnia; występują od archaiku do dziś.

STROMATOPOROIDY – wymarłe organizmy morskie, należące przypuszczalnie do grupy sklerogąbek (gąbki cechujące się krzemionkowym szkieletem wewnątrz ciała oraz wapiennym szkieletem zewnętrznym); formy, znajdowane w postaci skamieniałości stanowią najprawdopodobniej zewnętrzne wapienne szkielety sklerogabek; skamieniałości typowe dla wapieni dewonu środkowego i górnego w Górach Świętokrzyskich (tzw. wapienie stromatoporoidowo-koralowcowe); (patrz fot. 21).

STRUKTURA SKAŁY – budowa wewnętrzna skały, czyli kształt i rozmiar składników mineralnych tworzących skałę.

SUBDUKCJA – podsuwanie się płyty oceanicznej pod drugą płytę (kontynentalną lub oceaniczną).

SZCZELINY Z WYSYCHANIA – szczeliny powstające w wyniku pękania osadów ilastych w czasie suszy (proces odparowywania wody, kurczenia się minerałów i pękania warstwy ilastej); spękania zazwyczaj rozchodzą się promieniście z jednego punktu, w wyniku czego powierzchnia osadu dzieli się na nieregularne wieloboki rozdzielone szczelinami (patrz fot. 97).

TABELA STRATYGRAFICZNA – podział dziejów Ziemi przedstawiony w formie tabeli, z zestawieniem wieku względnego i bezwzględnego oraz podaniem nazw jednostek stratygraficznych różnej rangi (patrz Ryc. 2, str. 12).

TARAS RZECZNY – element rzeźby doliny rzecznej, stanowiący fragment dawnego rozciętego dna doliny.

TEKSTURA SKAŁY – sposób przestrzennego rozmieszczenia składników w skale.

TERRA ROSA – dosłownie czerwona ziemia; gleba lub osad zabarwiony na czerwono przez tlenki i wodorotlenki żelaza wypełniający pustki krasowe, tworzący się wyniku rozpuszczania wapieni w klimacie śródziemnomorskim lub tropikalnym.

TETRAPODY – spolszczona nazwa czworonogów; z biologicznego punktu widzenia jest to grupa kręgowców obejmująca płazy, gady, ptaki i ssaki; najstarsze na świecie tropy tetrapodów znaleziono w dolomitach dewonu środkowego w kamieniołomie Zachełmie (patrz fot. 100).

TRANSGRESJA – wkraczanie morza na obszar lądowy, wywołane podniesieniem poziomu morza lub obniżeniem lądu.

TRYLOBITY – grupa wymarłych stawonogów morskich, cechująca się twardym, zmineralizowanym szkieletem zewnętrznym okrywającym ciało złożone z szeregu segmentów; pancerz podzielony był na trzy części: głowową (cefalon), tułowiową (toraks) i odwłok (pygidium); w formie skamieniałości zachowały się głównie pancerze i ślady aktywności życiowej

(patrz fot. 6, 7).

TUFIT – skała osadowa powstała w środowisku wodnym w wyniku nagromadzenia się materiałów (głównie popiołów) wyrzucanych na powierzchnię Ziemi podczas erupcji wulkanu, wymieszanych z materiałem osadowym w postaci piasku i iłu.

UPAD – kąt nachylenia stropu i spągu ławicy w stosunku do powierzchni poziomej.

USKOK – pęknięcie w skorupie ziemskiej wzdłuż którego nastąpiło wzajemne przesunięcie skał; jeżeli przesunięcie było pionowe mówimy o uskoku zrzutowym, natomiast gdy ruch miał kierunek poziomy, o uskoku przesuwczym.

WAPIEŃ – skała osadowa złożona z węglanu wapnia (na ogół kalcytu) powstająca w wyniku lityfikacji luźnych osadów węglanowych; typowe skały rejestrujące historię życia w ciepłych morzach; liczne przykłady z Gór Świętokrzyskich w postaci zasobnych w skamieniałości wapieni dewońskich, jurajskich i mioceńskich (patrz fot. 22, 24, 25, 30, 43).

WARSTWA – inaczej ławica skalna.

WĄWÓZ – głęboka, przeważnie sucha dolina o stromych, miejscami urwistych zboczach, wąskim nierównym dnie, małym spadku, i kształcie zbliżonym do litery V, powstała na skutek erozji wąwozowej (typowe przykłady tą wąwozy lessowe rejonu Opatowa i Sandomierza, patrz fot. 64).

WIEK BEZWZGLĘDNY – wiek skał/osadów podawanych w latach, na podstawie metod radiometrycznych opartych na okresie połowicznego rozpadu izotopów promieniotwórczych.

WIEK WZGLĘDNY – wiek skał określany w odniesieniu do innych skał, na zasadzie ustalenia która skała jest starsza, a która młodsza na podstawie następstwa skał w profilu pionowym i obecności w nich skamieniałości przewodnich, bez podawania wieku w jednostkach czasu .

ZLEPIENIEC – skała osadowa zbudowana z zaokrąglonych fragmentów (otoczaków) skał starszych budujących podłoże, zlepionych lepiszczem węglanowym, krzemionkowym lub żelazistym; dla odróżnienia w brekcji mamy ostrokrawędziste okruchy zlepione lepiszczem; przykład – zlepieniec zygmuntowski (patrz fot. 36).

ŻLEB – podłużne zagłębienie o charakterze rynny o niewyrównanym, stromym dnie skalnym lub zasłanym okruchami skalnymi, występujące na stromych stokach i ścianach skalnych (patrz fot. 94).

ŻYŁA HYDROTERMALNA – wypełnienie szczeliny skalnej minerałami wykrystalizowanymi z roztworu hydrotermalnego, młodsze od skał otaczających; przykład z Gór Świętokrzyskich stanowią żyły kalcytowe przecinające wapienie dewońskie (patrz fot. 95).

PRZYDATNA LITERATURA:

Fijałkowscy E. i J. 1973. *Historia eksploatacji marmurów w Górach Świętokrzyskich*. Kielce, 1973.

Gierliński G. 1995. *Śladami polskich dinozaurów*. Polska Oficyna Wydawnicza BGW, Warszawa, 1995.

Jędrychowski J. 2011. *Skały i minerały regionu świętokrzyskiego*. Wyd. Georaj, Kielce, 2011.

Jędrychowski J. 2014. *Kamień w architekturze Regionu Świętokrzyskiego*. Georaj, Kielce, 2014.

Jędrychowski J. 2016. *Świętokrzyski Raj Geologiczny. Przewodnik dla miłośników geoturystyki*. Wydawnictwo Georaj, Kielce, 2016.

Kasza A., Selerski B. 2012. *Piesze wycieczki geologiczne po rezerwatach przyrody w Kielcach*. Agencja JP, Kielce, 2012.

Kotański Z. 1959. *Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1959.

Kotański Z. 1968. *Z plecakiem i młotkiem w Góry Świętokrzyskie. Przewodnik geologiczny dla turystów*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1968.

Król P., Urban J. 2007. *Kopalnie miedzianogórskie*. Wyd. LGD „Dorzecze Bobrzy", Kielce, 2007.

Niedźwiedzki G., Szrek P. 2011. *Na tropach praczworonoga w Górach Świętokrzyskich*. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2011.

Rej M., Tyczyński Z. 2010. Bałtów. *Na szlaku przygody*. Wyd. Amistad, Kraków, 2010.

Rubinowski Z., Wróblewski T. 1986. *Jaskinia Raj*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1986.

Słomka T., Kicińska-Świderska A., Doktor M., Joniec A. (red.), 2006. *Katalog obiektów geoturystycznych w Polsce*. Wyd. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2006.

Sowa R. 2013. *Chęcińsko-Kielecki Park Krajobrazowy*. Wyd. Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych, Kielce, 2013.

Stupnicka E., Stępień-Sałek M. 2001. *Poznajemy Góry Świętokrzyskie. Wycieczki geologiczne*. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2001.

Szczałubowie D. i W., Garus R., Pernal J., Mędrzak D., Kasza A., Selerski B. 2008. *Rezerwaty przyrody w Kielcach. Przewodnik dla turystów i wycieczek szkolnych*. Agencja JP, Kielce, 2008.

Trela W., Salwa S. 2012. *Ścieżki geoturystyczne Kielc*. Wydawnictwa Instytutu Geografii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce, 2012.

Urban J. (red.) 1996. *Jaskinie regionu świętokrzyskiego*. Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi, Warszawa, 1996.

Urban J. 2008. *Kras gipsowy w Nadnidziańskim i Szanieckim Parku Krajobrazowym*. Wyd. Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych, Kielce, 2008.

Urban J., Kasza A., Ochman K., Malec J. 2011. *Jaskinie Kadzielni*. Urząd Miasta Kielce – Geopark Kielce, Kielce, 2011.

Urban J., Kasza A., Ochman K., Malec J., Wołoszyński M. 2013. *Kadzielnia i jej jaskinie. Przewodnik geoturystyczny*. Manufaktura Geoturystyczna, Warszawa, 2013.

Wróblewscy E. i T. 1996. *Góry Świętokrzyskie. Mapa geologiczno-krajoznawcza*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1996.

Wróblewski T. 2007. *Obiekty przyrody nieożywionej w kieleckim obszarze metropolitalnym*. Urząd Miasta Kielce – Geopark Kielce, Kielce, 2007.

Wróblewski T. 2008. *Rezerwaty przyrody nieożywionej na terenie miasta Kielce*. Wyd. Geopark Kielce, Kielce, 2008.

Wróblewski T. 2000. *Ochrona georóżnorodności w regionie świętokrzyskim z Mapą chronionych obszarów i obiektów przyrody nieożywionej 1:200 000*. Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekonomicznej S.A., Warszawa, 2000.

Wróblewski T. 2012. *Śladami dewońskiego morza i kieleckich gwarków*. Urząd Miasta Kielce, Kielce, 2012.

Skompski S. (red.) 2012. *Góry Świętokrzyskie. 25 najważniejszych odsłonięć geologicznych*. Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawawskiego, Warszawa 2012.

Świercz A. (red.) 2010. *Monografia Chęcińsko-Kieleckiego Parku Krajobrazowego*. Agencja JP s.c., Kielce, 2010.

Zrozumieć Ziemię. Konspekt lekcyjno-ćwiczeniowy z wprowadzeniem do wycieczek (publikacja zawiera przewodnik wycieczkowych na płycie CD). Praca zbiorowa pod redakcją zespołu pracowników naukowych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013

PRZYDATNE LINKI:

http://www.jednaziemia.pl – portal popularnonaukowy dotyczący nauk o Ziemi (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy)

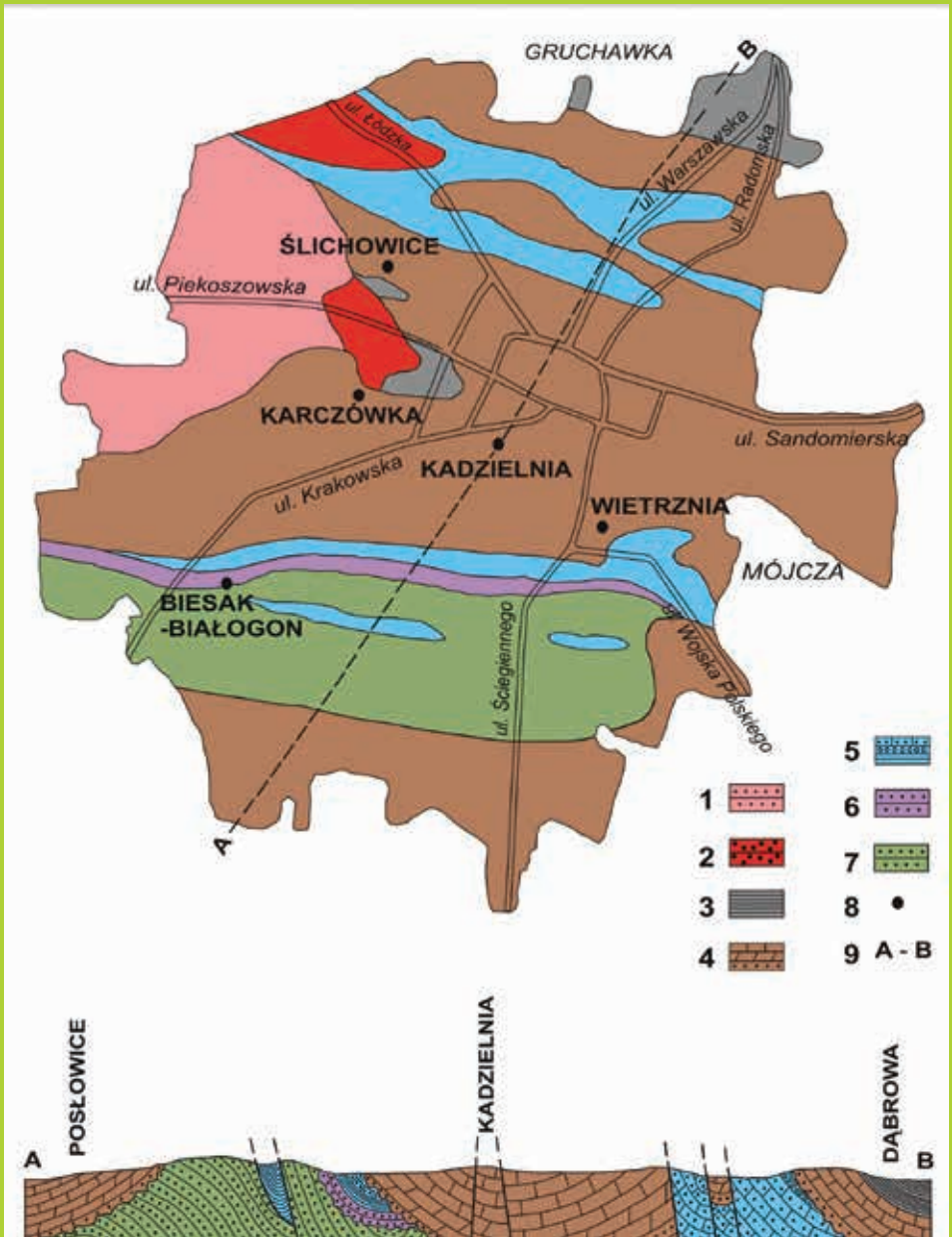
http://geoportal.pgi.gov.pl/css/virtual/zachelmie/index.html – wirtualna wycieczka geologiczna po kamieniołomie Zachełmie (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy)

http://geoportal.pgi.gov.pl/zrozumiec_ziemie/wycieczki/swietokrzyskie_1 – internetowa wersja przewodnika edukacyjnego z opisami tras wycieczkowych i materiałami dla nauczycieli – część dotycząca Gór Świętokrzyskich (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy)

https://www.pgi.gov.pl/kielce/oddzial-swietokrzyski/sep1-kielce/geologia-regionu.html – artykuły popularnonaukowe o geologii regionu świętokrzyskiego (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy)

http://geostanowiska.pgi.gov.pl/gsapp/SearchResult.aspx – Centralny Rejestr Geostanowisk Polski, z opisami wybranych geostanowisk świętokrzyskich (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy)

http://bip.kielce.rdos.gov.pl/files/artykuly/25234/stanowiska_dokumentacyjne_swietokrzyskie.pdf – wykaz stanowisk dokumentacyjnych objętych ochroną w województwie świętokrzyskim (RDOŚ Kielce)



Ryc. 6. Mapa i przekrój geologiczny Kielc (na podstawie Czarnockiego, 1938, z modyfikacją Urban i in. 2011); objaśnienia oznaczeń na mapie i przekroju: 1 - trias (piaskowce, łupki); 2 - perm (zlepieńce, piaskowce); 3 - karbon (iłowce); 4 - dewon (wapienie, dolomity); 5 - sylur (szarogłazy, zlepieńce, łupki); 6 - ordowik (piaskowce); 7 - kambr (piaskowce, piaskowce kwarcytowe, mułowce, łupki); 8 - rezerwaty geologiczny (w tym jeden krajobrazowy z elementami geologicznymi); 9 - linia przekroju geologicznego.

GeoPark Kielce