



# 550 milionów lat historii Gór Świętokrzyskich

Żywa Planeta



Góry Świętokrzyskie przez wiele lat określano mianem najstarszych gór Polski. Choć nie jest to prawda, to jednak mają one bardzo długą historię, obfitującą w wiele zwrotów akcji, wydarzeń, a także wciąż – wiele niewiadomych. W tym tekście przedstawione zostaną **dzieje geologiczne Gór Świętokrzyskich**. Poznamy skały, które je budują, morza, laguny, pustynie oraz inne łańcuchy górskie, które znajdowały się w ich miejscu przed milionami lat.

Potrafiemy odtworzyć historię geologiczną Gór Świętokrzyskich na przestrzeni **ostatnich 550 milionów lat**, czyli trzech er – [paleozoiku](#), [mezozoiku](#) oraz [kenozoiku](#). Wcześniejsze dzieje pozostają owiane tajemnicą. Na powierzchni nie pojawiają się starsze skały, a dane uzyskane z odwiertów nie są wystarczające, by wyciągać wnioski dotyczące dawniejszej historii dzisiejszych Gór Świętokrzyskich. Jednak już to, co wiemy, sprawia, że obszar ten jest pod względem geologicznym jednym z najciekawszych w całej Europie.

## Na dwóch kontynentach

Niecałe **550 milionów lat temu** teren Gór Świętokrzyskich prawdopodobnie znajdował się na **dwóch oddzielnych kontynentach**. Obecna część północna, nazywana przez geologów **regionem łysogórskim** (albo **strefą łysogórską**), niemal na pewno znajdowała się na obrzeżach **Bałtyki**. Tym mianem określamy kontynent, w skład którego wchodziła obecna Skandynawia, europejska część Rosji, kraje bałtyckie, teren Białorusi i Ukrainy, a także północno-wschodni skraj Polski. Ówczesna Bałtyka odpowiadała więc zasięgiem obecnej platformie wschodnioeuropejskiej.

Choć położony na Bałtyce, czyli w **obecnej północno-wschodniej części Europy**, region łysogórski przypuszczalnie znajdował się w innym miejscu niż obecnie. Dopiero późniejsze ruchy tektoniczne spowodowały jego przesunięcie prawdopodobnie o kilka setek kilometrów, do dzisiejszej lokalizacji.

Południowy skraj regionu łysogórskiego możemy dziś obserwować na terenie Gór Świętokrzyskich. Jest on ucięty dużym uskokiem przebiegającym w przybliżeniu z zachodu na wschód, czyli tak zwaną **dyslokacją świętokrzyską**. Pozostałe granice regionu łysogórskiego są znacznie trudniejsze do wyznaczenia, gdyż są one zakryte wieloma metrami młodszych skał, powstałych już po przesunięciu tego terenu do obecnego położenia.

Na południe od dyslokacji świętokrzyskiej położony jest **region kielecki** (inaczej **strefa kielecka**). Budujące go skały również można obserwować na powierzchni na terenie Gór Świętokrzyskich. Region kielecki niemal na pewno nie był w początkach **okresu kambryjskiego**, czyli niecałe 550 milionów lat temu, częścią Europy. Znajdował się on prawdopodobnie na obrzeżeniach kontynentu **Gondwany**: ogromnego lądu, w skład którego wchodziły obecna Ameryka Południowa, Afryka, Indie, Australia oraz Antarktyda. Nie wiemy, w którym dokładnie miejscu tamtego kontynentu znajdowało się podłoże obecnego regionu kieleckiego, jednak przypuszczalnie było to gdzieś w okolicach obecnej północnej Afryki. To stamtąd pochodzi więc teren dzisiejszych Kielc oraz obszary położone na wschód od miasta.

## Morze sprzed pół miliarda lat i najstarsze skamieniałości

W okresie kambryjskim zarówno region łysogórski, jak i kielecki, znajdowały się **pod wodami morza**. Najstarsze skały, które powstały w tych morzach, znamy ze strefy kieleckiej. Mają one niecałe **540 milionów lat** i tworzą tak zwaną formację łupków z Czarnej. Są to drobnoziarniste skały osadowe, nazywane **łupkami mułowcowymi**, wśród których można również napotkać bardziej gruboziarniste piaskowce. To również [skały osadowe okruchowe](#), ale składające się z ziaren o średnicach między 0,063-2 mm, większej niż w przypadku łupków mułowcowych. Wszystkie te skały powstały w początkach [okresu kambryjskiego](#). Dalej w kierunku wschodnim w strefie kieleckiej występują głównie piaskowce.

Ponad najstarszymi skałami regionu kieleckiego znajdują się również powstałe w morzu piaskowce z Ociesek, w których napotkano liczne **ślady żerowania różnych zwierząt**, a także szczątki [trylobitów](#). Są to **jedne z najstarszych polskich skamieniałości**. Dalej ku wschodowi częstsze są łupki mułowcowe – osady głębszego zbiornika morskiego. Młodsze skały kambryjskie to głównie piaskowce (formacje ze Słowca oraz z Usarzowa) ze skamieniałościami trylobitów.

W strefie łysogórskiej najstarszymi skałami są łupki z Gór Pieprzowych. Wiekiem są one zbliżone do najmłodszych skał kambryjskich regionu kieleckiego – mają niecałe **510 milionów lat**. Ponad łupkami znajdują się powstałe w płytkim morzu, bardzo twarde piaskowce składające się z ziaren [minerału kwarcu](#) zlepionych krzemionkowym spoiwem. To właśnie te skały budują najwyższe szczyty Łysogór. Również materiał leżący na **gołoborzach świętokrzyskich** to **kambryjskie piaskowce kwarcowe**. Są one niekiedy nazywane kwarcytami, jednak nie jest to określenie poprawne. Kwarcyty są [skałami przeobrażonymi](#), w których nie powinny znajdować się skamieniałości, tymczasem w skałach najwyższych grzbietów Gór Świętokrzyskich ślady dawnego życia występują niekiedy stosunkowo licznie.

Kambryjskie piaskowce kwarcowe strefy łysogórskiej zaliczane są do tak zwanej formacji piaskowców z Wiśniówki. Bardzo rzadko znajdowane są w nich **skamieniałości trylobitów**. O wiele częściej można napotkać zachowane w skałach ślady działalności tych organizmów – spoczynku, kroczenia, rozgrzebywania osadu. Znaleźiska takie określamy mianem [skamieniałości śladowych](#). Częste są też zachowane na powierzchniach warstw skalnych **zmarszczki falowe**, które tworzą się w płytkich morzach. Dzisiaj można oglądać je choćby w wodach Bałtyku.

Ponad piaskowcami kwarcowymi znajdują się drobniejsze skały osadowe okruchowe, zbudowane z ziaren o średnicach poniżej 0,063 milimetra, czyli tak zwane mułowce i łupki mułowcowe. Znajdowane są w nich skamieniałości trylobitów. Skały te tworzyły się w morzu w najmłodszym kambrze, około 490 milionów lat temu.

## Przyłączenie do Europy

Brak osadów o wieku 505-480 milionów lat w regionie kieleckim, a także brak skał datowanych na około 485-475 milionów lat (czyli na wczesny [okres ordowicki](#)) w strefie łysogórskiej wskazuje nam, że w tamtych czasach musiało dojść do wydarzeń mających związek z **kolizjami kontynentów** oraz **ruchami górotwórczymi**. Miały one miejsce około **485 milionów lat temu**, a więc w początkach okresu ordowickiego (w piętrze nazywanym **tre-madokiem**). W strefie łysogórskiej miały one łagodny charakter, a więc obszar ten znajdował się daleko od epicentrum wydarzeń. Z kolei w regionie kieleckim doszło do wypiętrzania skał i ruchów górotwórczych na znacznie większą skalę. **Morze ustąpiło**, a na powierzchni pojawiły się skały kambryjskie. Osady dawnego dna morskiego już wówczas były litymi piaskowcami i mułowcami, które ulegały szybkiemu niszczeniu (erozji). To doprowadziło do niemal całkowitego usunięcia skał o wieku około 505-485 milionów lat. Właśnie dlatego w strefie kieleckiej nie ma skał tego wieku, pochodzących z późnego [kambru](#).

Duża intensywność ruchów wypiętrzających w strefie kieleckiej (starsze skały są wyraźnie zdeformowane) pokazuje, że region ten musiał znajdować się w centrum ówczesnych wydarzeń. Geolodzy określają je mianem **fazy sandomierskiej**. Zniszczenie skał powstałych w późnym kambrze wymagało znaczącego wypiętrzania regionu kieleckiego. Niektórzy badacze argumentowali, że musiały wówczas powstać bardzo wysokie góry, nazywane Sandomirydami. Góry te raczej nie miały jednak imponującej wysokości, gdyż w skałach brakuje zapisu zdarzeń związanych z wypiętrzaniem wielkich łańcuchów górskich, zwłaszcza skał przeobrażonych, choć obserwowane są ślady działalności wulkanicznej.

Mimo wszystko tak zwana faza sandomierska musi stanowić pamiątkę jakiegoś istotnego wydarzenia związanego z wędrówką kontynentów. Wydaje się, że mogło nim być **przyłączenie regionu kieleckiego** (i większej jednostki, w skład której on wchodzi, nazywanej **Masywem Małopolskim**) do kontynentu europejskiego – [Bałtyki](#). W okresie kambryjskim, między około 550 a 500 milionami lat temu, Masyw Małopolski wraz ze strefą kielecką musiał odłączyć się od kontynentu Gondwana, przewędrować przez **Ocean Tornquista** i dotrzeć do Bałtyki. Skutkiem jego kolizji z obecną Europą północno-wschodnią były ruchy górotwórcze fazy sandomierskiej oraz częściowe zniszczenie skał kambryjskich.

Co ciekawe, w sąsiadującej z regionem kieleckim strefie łysogórskiej wydarzenia z początków [okresu ordowickiego](#), z około **485 milionów lat temu**, są o wiele słabiej dostrzegalne. Sprowadzają się one głównie do spłycenia zbiornika morskiego. Brakuje natomiast śladów wyraźnego wypiętrzania, wynurzenia i niszczenia skał. To pokazuje, że w tamtych czasach obszary dzisiejszych Łysogór oraz teren Kielc, choć znajdujące się już na obrzeżu kontynentu europejskiego, były położone w sporej odległości, prawdopodobnie liczonej w setkach lub tysiącach kilometrów.

Skały okresu ordowickiego są w Górach Świętokrzyskich słabo widoczne na powierzchni. Z nielicznych odsłonień (czyli miejsce, gdzie skały te są widoczne) wiemy, że w regionie kieleckim najstarsze zachowane skały to zlepieńce i piaskowce, a także mułowce – a więc [skały osadowe okruchowe](#). W tym samym czasie w strefie łysogórskiej tworzyły się **wapienie** – [skały osadowe chemiczne](#) powstające w płytkich morzach. Zarówno z regionu kieleckiego jak i łysogórskiego znane są skamieniałości [ramienionogów](#). W początkach ordowiku duże znaczenie miały jeszcze tak zwane ramienionogi bezzawiasowe (posiadające dwie skorupki bez zawiasu), później zaczęły dominować ramienionogi zawiasowe, czyli wyposażone w zawias łączący obie części muszli. Nigdy później ramienionogi bezzawiasowe nie odgrywały już takiej roli, jak w kambrze i początkach ordowiku; zjawisko to możemy dobrze obserwować w Górach Świętokrzyskich.

W strefie kieleckiej w profilu skał powstałych w okresie ordowickim ponad piaskowcami i mułowcami pojawiają się młodsze od nich wapienie należące do tak zwanej formacji wapieni z Mójczy. W tych czasach, a więc około 460 milionów lat temu, warunki na terenie stref kieleckiej i łysogórskiej były zatem podobne, płytkomorskie. W schyłku ordowiku, **około 450 milionów lat temu**, morze regionu kieleckiego pogłębiło się (zamiast wapieni tworzyły się wtedy skały osadowe okruchowe – mułowce).

## Awalonia

Z końca ordowiku pochodzą również udokumentowane ślady **działalności wulkanicznej**. W skałach pojawiają się **bentonity** (skała osadowa zbudowana z **minerałów ilastych**, głównie montmorylonitu), które znane są też z najstarszych skał kolejnego okresu geologicznego ([syluru](#)), liczących około 440 milionów lat. Z tego samego czasu pochodzą też zachowane w strefie kieleckiej wkładki **materiału piroklastycznego**, czyli powstałego między innymi w wyniku opadu pyłu wulkanicznego. W niektórych miejscach zaobserwowano także luki w osadzie, co wskazuje na ogólny niepokój tektoniczny i związane z tym ruchy wypiętrzające.

Wulkanizm i ruchy tektoniczne schyłku ordowiku miały zapewne związek z odbywającym się właśnie wtedy, **około 445 milionów lat temu, przyłączeniem Awalonii do Bałtyki**. [Awalonia](#) była niewielkim kontynentem, a właściwie łukiem wysp wulkanicznych, które oddzielił się niecałe 500 milionów lat temu od [Gondwany](#) (okolic dzisiejszej północno-zachodniej Afryki oraz obecnego ujścia Amazonki w Ameryce Południowej) i przywędrował przez Ocean Tornquista do [Bałtyki](#). 445 milionów lat temu doszło do połączenia Awalonii z Bałtyką. Powstały w ten sposób większy kontynent określany jest przez geologów bądź nazwą Bałtyki (tak jak istniejący wcześniej ląd) bądź **Balonią** (termin utworzony z nazw obu połączonych kontynentów).

W końcu ordowiku dawna Awalonia stała się częścią obecnej Europy, i pozostaje ją do dzisiaj. Podłoże dawnej Awalonii buduje dziś południową Irlandię, Anglię z Walią, Belgię, Holandię, Danię, północne Niemcy, a być może także północno-zachodnią Polskę, choć co do tego ostatniego nie ma na razie zgodności.

Z połączeniem Awalonii z Bałtyką nie były związane silne ruchy górotwórcze. W regionie kieleckim zapisane zostały dość odległe echa tego wydarzenia. Z kolei w strefie łysogórskiej Gór Świętokrzyskich nie ma niemal śladu po przyłączeniu Awalonii. To oznacza, że strefa ta także w końcu [ordowiku](#), około 440 milionów lat temu, musiała znajdować się daleko od Masywu Małopolskiego (choć był on już przyłączony do Bałtyki), najprawdopodobniej setki kilometrów od strefy kieleckiej.

## Dawne zlodowacenie

W końcu okresu ordowickiego, około **445 milionów lat temu**, doszło do spłynięcia zbiorników morskich, nie tylko w Górach Świętokrzyskich, ale w skali całego globu. Był to efekt **wielkich zlodowaceń** piętra określanego nazwą **hirnant**. Na znajdującym się w okolicach południowego bieguna kontynencie Gondwana powstały ogromne pokrywy lodowe. Prawdopodobnie sięgały one dużo bliżej równika niż największe zlodowacenia niedawnej [epoki plejstocenijskiej](#), które na półkuli północnej dotarły aż do Karpat. **Góry lodowe** opuszczały w późnym ordowiku Gondwanę i przekraczały cały ocean dzielący ten kontynent od Bałtyki, położonej już w umiarkowanych szerokościach geograficznych południowej półkuli. Prawdopodobnie docierały one zresztą aż do terenów obecnych Gór Świętokrzyskich.

W odróżnieniu od zlodowaceń plejstocenu (to one ukształtowały krajobraz dzisiejszej Polski), epoka lodowa ordowiku była znacznie krótsza i ustąpiła w ciągu kilku milionów lat, razem z końcem okresu ordowickiego. W początkach okresu sylurskiego, a więc **niecałe 440 milionów lat temu**, zbiornik morski pokrywający teren obecnych Gór Świętokrzyskich uległ znaczącemu pogłębieniu. Zjawisko to było po części skutkiem ustąpienia zlodowaceń. Pogłębienie było jednak o wiele silniejsze, ponieważ nie doszło do powrotu warunków znanych z ordowiku, natomiast morze pokrywające zarówno strefę łysogórską, jak i kielecką, osiągnęło **głębokość kilku kilometrów!**

## Głębokie morze zamiast gór

W przepastnym morzu okresu sylurskiego powstawały skały nazywane **łupkami mułowcowymi**. Tworzyły się one **między 435 a 425 milionów lat temu**. Są to ciemne skały osadowe okruchowe, szare lub niemal czarne, rozpadające się na cienkie płytki. Znajdowane są w nich liczne **skamieniałości [graptolitów](#)** – kolonijnych, całkowicie wymarłych organizmów zaliczanych do półstrunowców. Miejscami tworzą one w skałach wielkie nagromadzenia. Towarzyszą im rzadsze skamieniałości [trylobitów](#), [łodzikowatych](#) oraz [małży](#). Wszystkie te zwierzęta unosiły się w toni wodnej, a na dno opadały dopiero po śmierci. W łupkach mułowcowych – nazywanych również często **łupkami graptolitowymi** – nie spotykamy natomiast skamieniałości zwierząt żyjących na dnie. W strefie przydennej brakowało bowiem tlenu, o czym świadczy czarna barwa skał.

Okolo **425 milionów lat temu** morze zaczęło się wypłycać. Zaczęły się wtedy tworzyć mułowce i piaskowce zawierające materiał pochodzący z niszczenia innych skał. Powstające w ten sposób skały, zbudowane z ziaren różnych minerałów i skał, określamy mianem **szarogłazów** (jeśli są to piaskowce, a więc skały osadowe okruchowe zbudowane z ziaren o średnicach od 0,063 do 2 mm) oraz łupków szarogłazowych (w przypadku osadów o drobniejszej średnicy ziaren). Skały takie znamy zarówno z regionu kieleckiego (są to tak zwane szarogłazy niewachłowskie), jak i łysogórskiego (warstwy wydryszowskie i rzepińskie).

## Wulkaniczne wyspy

Pojawienie się [skał osadowych okrucowych](#) o większej średnicy ziarna, czyli **piaskowców**, wskazuje na wypływanie morza zalewającego teren obecnych Gór Świętokrzyskich około 425 milionów lat temu. Inna ciekawa wskazówka dotycząca zachodzących wtedy wydarzeń jest związana z obecnością w osadach tego samego wieku, czyli pochodzących ze schyłku [okresu sylurskiego](#), **ziaren skał wulkanicznych**. Są one dość częste w **piaskowcach szarogłazowych** (nazywanych też po prostu szarogłazami). W strefie kieleckiej dodatkowo stwierdzono występowanie **żył skał wulkanicznych – diabazów**. Przecinają one skały starszego syluru i mają około 420 milionów lat.

W tym samym czasie w **strefie kieleckiej** morze ustąpiło całkowicie. Kolejne znane nam osady mają około **410 milionów lat**. **Luka** – czas pomiędzy ostatnimi osadami sylurskimi a pierwszymi z [okresu dewońskiego](#) – wynosi więc dziesięć milionów lat. W tym czasie region kielecki był **lądem**, na którym zachodziły procesy niszczenia skał.

Nieco inna sytuacja panowała na przełomie okresów sylurskiego i dewońskiego, a więc około 420 milionów lat temu, na terenie **regionu łysogórskiego**. Morze uległo tam spłyceniu, a nieco później ustąpiło z całego terenu strefy łysogórskiej i powróciło w schyłku wczesnego [dewonu](#), a więc około **400 milionów lat temu**. Wcześniej, na lądzie, odkładane były piaszki, które stały się skałami litymi – piaskowcami. Wśród nich spotykane są wkładki pyłów wulkanicznych.

Ustąpienie morza, brak osadów oraz ich niszczenie przez procesy erozyjne, a także działalność wulkaniczna wskazują nam na kolejny epizod wypiętrzania mający miejsce na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich. Prawdopodobnie miał on związek z przyłączeniem do kontynentu europejskiego jakiejś nieznanej nam wyspy wulkanicznej, podobnej na przykład do dzisiejszego Tajwanu. Tak jak wcześniejsze wydarzenia, także i to zostało zarejestrowane głównie w strefie kieleckiej. To pokazuje, że region ten znajdował się na peryferiach Bałtyki. Ponadto strefa łysogórska musiała znajdować się w innym miejscu, w odległości setek kilometrów od Masywu Małopolskiego. Jej przesunięcie do aktualnej pozycji miało miejsce prawdopodobnie w okresie dewońskim, około 400 milionów lat temu, wzdłuż istniejącej do dziś dyslokacji świętokrzyskiej.

## Eurameryka

W schyłku syluru zachodziły jednak jeszcze inne, o wiele ważniejsze wydarzenia. Są one określane przez geologów mianem **fazy ardeńskiej**, stanowiącej część tak zwanej **orogenezy kaledońskiej**. Były to silne ruchy górotwórcze związane z kolizją dwóch kontynentów: **Bałtyki** oraz przyłączonej do niej **Awalonii** (a więc tak zwanej Balonii) z Laurencją – obecną Ameryką Północną. W wyniku tej kolizji oba kontynenty zostały połączone, a wzdłuż strefy kolizyjnej wypiętrzone zostały bardzo wysokie góry nazywane kaledonidami. Wszystkie wydarzenia związane z łączeniem się trzech oddzielnych kontynentów – Bałtyki, Awalonii oraz Laurencji – są w Europie określane mianem **orogenezy kaledońskiej**. Orogenezę tę stanowią więc epizody wypiętrzeń z końca **ordowiku** (zarejestrowane w dość ograniczony sposób w strefie kieleckiej i niemal wcale w regionie łysogórskim) oraz z końca **syluru**.

Góry Świętokrzyskie znajdowały daleko od epicentrum wydarzeń związanych z kolizją Bałtyki oraz Laurencji, które znajdowało się w okolicach dzisiejszych Gór Skandynawskich. To dlatego ustąpienie morza i luki zapisane w świętokrzyskich osadach są raczej zapisem innej kolizji, prawdopodobnie ze wspomnianą wcześniej wyspą lub całym łukiem wysp wulkanicznych. Niezależnie od przyczyn po raz kolejny doszło do silnego wypiętrzenia w strefie kieleckiej, a na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich po raz drugi w analizowanej przez nas historii **pojawiły się góry**. Te z początku **ordowiku**, z fazy sandomierskiej, sprzed 480 milionów lat nie były zbyt efektowne i zniknęły w ciągu kilku milionów lat. Kolejne góry, wypiętrzone w końcu **syluru**, mogły być już wyższe, a ich niszczenie trwało dłużej i sięgnęło głębiej. W niektórych miejscach erozja zniszczyła wszystkie osady syluru i ordowiku i sięgnęła aż do **kambru**! To oznacza, że wypiętrzone wtedy wzniesienia musiały być **znacząco wyższe od obecnych Gór Świętokrzyskich**, choć nie sięgały one wysokości kilku kilometrów. Takie wysokie góry znajdowały się dalej w obecnym kierunku zachodnim, gdzie doszło do zderzenia Bałtyki oraz Laurencji. Oba kontynenty utworzyły wtedy jeden ląd, nazywany **Eurameryką** lub **Laurosją**. Z obecnej Europy do Ameryki Północnej można było przedostać się suchą stopą przez kolejnych 250 milionów lat, aż do momentu, w którym otworzył się Ocean Atlantycki.

## Gorące morze, wyjście na ląd

Góry wypiętrzone na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich przetrwały zaledwie do końca wczesnego [dewonu](#). Jeszcze przed końcem tej epoki, niecałe **400 milionów lat** temu ponownie **wkroczyło morze**. Oznacza to, że obecne góry musiały powstać dużo później, nie w czasie orogenezy kaledońskiej, jak podają niektóre źródła. Z tamtych czasów pozostał jedynie górotwór, a więc wypiętrzone i sfałdowane skały. Same góry zostały natomiast starte z powierzchni Ziemi. Góry Świętokrzyskie nie są zatem najstarsze w Polsce. Obecne wzniesienia powstały mniej więcej wtedy, gdy wypiętrzane były Karpaty oraz Sudety. Po górach z czasów [okresu sylurskiego](#) już w okresie dewońskim, około **390 milionów lat temu**, nie pozostał prawie żaden ślad.

W schyłku wczesnego dewonu na teren obecnych Gór Świętokrzyskich powróciło morze. Początkowo powstawały w nim [skały osadowe okruchowe](#) – piaskowce – powstałe w wyniku **lityfikacji** (czyli przemiany w litą skałę) piasku odkładanego w płytkim morzu. Znajdowane są w nich **skamieniałości [ramienionogów](#)**, a także prymitywnych **ryb oraz innych kręgowców**. Piaskowce składają się głównie z twardych ziaren kwarcu, są więc odporne na niszczenie, a przynajmniej część z budujących je ziaren pochodziło z niszczenia starszych skał kambryjskich.

Wczesnodewońskie, płytkie morze było na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich epizodycznym wydarzeniem. Na stałe morze powróciło dopiero w początku środkowego dewonu, czyli około **390 milionów lat temu**. Początkowo w zbiorniku morskim tworzyły się skały osadowe okruchowe, niekiedy z licznymi skamieniaściami [ramienionogów](#), [liliowców](#), [mszywiolów](#), a także [trylobitów](#) oraz innych zwierząt (głównie w strefie łysogórskiej). Później pojawiły się skały [osadowe chemiczne i organogeniczne](#), najpierw **dolomity**, a potem **wapienie**. Zmiana ta miała miejsce niecałe 390 milionów lat temu. W strefie łysogórskiej w skałach tych znajdowane są bardzo liczne skamieniałości gałązkowych [gabek](#) nazywanych **amfiporami**. Natomiast w strefie kieleckiej napotkano **tropy** najstarszych znanych nam **kręgowców** lądowych na świecie. Choć nie wiemy, czy to na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich zwierzęta kręgowce wyszły na ląd najwcześniej, to jednak na razie właśnie stąd pochodzą najstarsze takie znaleziska.

## W Górach Świętokrzyskich jak na wybrzeżu Australii

W środkowym [dewonie](#), około **385 milionów lat temu**, morze ulegało pogłębieniu. Proces ten następował szczególnie szybko w regionie łysogórskim, gdzie w schyłku środkowego dewonu powstawały **łupki mułowcowe**, a w późnym dewonie – **wapienie z łupkami**. Strefa kielecka przykryta była płytszym morzem, w którym tworzyły się głównie wapienie, a łupki mułowcowe pojawiły się dopiero w ostatnim piętrze dewonu, czyli w **famenie**, około 370 milionów lat temu. W obu regionach wciąż panowały odmienne warunki, jednak w trakcie trwania okresu dewońskiego upodabniały się one do siebie oraz bardziej. Dzięki temu wiemy, że wędrowały one wzdłuż uskoków na krawędzi kontynentu Eurameryka, sukcesywnie zbliżając się.

Na przełomie środkowego i późnego dewonu, nieco **ponad 380 milionów lat temu**, w regionie kieleckim powstawały wielkie struktury przypominające nieco dzisiejsze rafy barierowe ciągnące się wzdłuż wybrzeży Australii. Nic w tym dziwnego – teren obecnych Gór Świętokrzyskich [znajdował się wtedy w szerokościach zwrotnikowych południowej półkuli](#), zmierzając powoli ku równikowi. Te niewielkie, ale nieustanne zmiany położenia były wynikiem **tektoniki kier litosfery** – stałego przemieszczania się płyt, z których składa się skorupa ziemiska.

Budowle organiczne sprzed 380 milionów lat tworzyły głównie [gąbki](#) z wymarłej grupy stromatoporoidów, a także [koralowce](#) denkowe i czteropromienne, które również już wyginęły. Skamieniałości tych zwierząt są bardzo liczne w [datowanych na około 385-375 milionów lat wapieniach](#) zaliczanych do tak zwanej **formacji wapieni stromatoporoidowo-koralowcowych z Kowali**. Budowane przez organizmy, których już dzisiaj nie ma, struktury organiczne z czasów dewonu z konieczności wyglądały inaczej niż dzisiejsze rafy barierowe, stąd też określanie ich mianem raf nie jest poprawne. Gąbki i koralowce tworzyły natomiast niewysokie kopce nazywane **biohermami**. Najpiękniejszy przykład takiej biohermy można oglądać w kamieniołomie **Kadzielnia** w Kielcach.

[Wielkie budowle gąbek i koralowców](#) zniknęły z krajobrazu strefy kieleckiej z końcem **franu** – pierwszego piętra późnego dewonu, około 375 milionów lat temu. Był to między innymi efekt pogłębienia morza, które nie sprzyjało zwierzętom prowadzącym osiadły tryb życia na dnach płytkich mórz. Drugą przyczyną było **wielkie wymieranie późnodewońskie**, nazywane również wielkim wymieraniem na pograniczu franu i famenu. Położyło ono kres budowlom organicznym na całym świecie, a na ich odrodzenie trzeba było czekać miliony lat. Na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich nie pojawiły się już one w ogóle, a w schyłku późnego dewonu, **370-360 milionów lat temu** powstawały wapienie i łupki głębszego morza, w którym pływały pierwsze **amonitowate** (**klymenie** i **goniatyty**), czyli przodkowie żyjących miliony lat później [amonitów](#).

## Jeszcze jedno głębokie morze

Z kolejnego okresu geologicznego – **karbonu** – znamy niemal wyłącznie osady pochodzące z regionu kieleckiego. Skały karbońskie strefy łysogórskiej są bardzo ubogie i nie pojawiają się na powierzchni, a jedynie w otworach wiertniczych. W regionie kieleckim odsłonięcia tych skał są nieliczne i trudno dostępne, ale tworzą one dość długi profil obejmujący czas od około **360 do 330 milionów lat temu**. Skały wczesnego karbonu to przede wszystkim głębokomorskie łupki ilasto-krzemionkowe, w których znajdują się **skały krzemionkowe** – radiolaryty, **jaspisy** i **rogowce**. Morze, w którym one powstawały, miało nawet **kilka kilometrów głębokości!**

W głębokomorskich skałach wczesnego karbonu spotykane są też wkładki **pyłów wulkanicznych**. Dzięki nim wiemy, że w tej części Europy z końcem dewonu i w początkach karbonu wznowiona została działalność wulkaniczna. W obrębie osadów głębokiego morza spotykane są również pakiety płytkomorskich **wapieni** z bardzo licznymi skamieniałościami **korallowców**, **ramienionogów**, **liliowców** i wielu innych zwierząt morskich. Wapień te zsuwały się pod dnie morza na duże głębokości, co wskazuje nam na niepokój tektoniczny panujący we wczesnym karbonie. Dodatkowo w coraz młodszych skałach zwiększa się stopniowo zawartość grubszych ziaren dostarczanych z obszarów płytkich oraz lądowych. Jeszcze później, około **330 milionów lat temu**, morze zaczęło ustępować. Później profil się kończy. Z terenu obecnych Gór Świętokrzyskich nie znamy skał pochodzących z późnego karbonu, czyli liczących około 325-300 milionów lat. Być może ich nie było (ze względu na ustąpienie morza), albo zostały usunięte w wyniku późniejszych procesów erozyjnych. Jednak w tym drugim scenariuszu prawdopodobnie znajdowałibyśmy okruchy tych skał w młodszych osadach. Tak czy inaczej, pewne jest, że po wczesnym karbonie, nie wcześniej niż 325 milionów lat temu, **doszło do ponownego wypiętrzenia obszaru Gór Świętokrzyskich**, sfałdowania budujących je skał i powstania wysokich wzniesień.

## Wysokie góry warycyjskie

Góry, które utworzyły się w późnym [karbonie](#), musiały być o wiele wyższe niż te z wczesnego [ordowiku](#) oraz późnego [syluru](#). Przemawia za tym bardzo **silne sfałdowanie skał** w okresie karbońskim, w czasie **ruchów górotwórczych** tak zwanej [orogenezy warycyjskiej \(hercyńskiej\)](#). Badając powstałe wtedy fałdy można przypuszczać, że skały zostały wówczas wyniesione na wysokość kilku kilometrów. Ówczesne góry nie musiały być jednak aż tak wysokie, bo wraz z procesami wypiętrzania zachodziło niszczenie (**erozja**). Z drugiej jednak strony na korzyść wysokich gór w okresie karbońskim przemawia długi czas ich niszczenia. Morze pojawiło się po raz kolejny dopiero w schyłku [okresu permskiego](#), nie wcześniej niż 270 milionów lat temu, a więc po 60 milionach lat! Niszczenie tych gór trwało więc o wiele dłużej niż wzniesień powstałych w początkach okresu ordowickiego i w końcu syluru – zwłaszcza że permskie morze wkraczało długimi zatokami na górzysty obszar, inaczej niż morza ordowickie i dewońskie, zalewające całkowicie zrównane niziny.

Nie ma więc większych wątpliwości, że **najwyższe (znane nam) góry w historii znajdowały się w miejscu obecnych Gór Świętokrzyskich w okresie karbońskim**. Jednak także po tych łańcuchach górskich **nie pozostał do dzisiaj żaden ślad**. O ich obecności wiemy jedynie z zapisu skalnego – a raczej z jego braku wynikającego z wypiętrzenia całego obszaru.

Wielkie ruchy górotwórcze z karbonu, określane mianem [orogenezy warycyjskiej](#), były efektem **kolizji kilku kontynentów**, w tym dwóch największych wówczas na kuli ziemskiej – **Eurameryki i Gondwany**. Po ich połączeniu powstał ogromny ląd nazywany [Pangea](#). Skupiał on w sobie większość fragmentów skorupy kontynentalnej, które znajdowały się wówczas na świecie. To dlatego Pangea jest nazywana **superkontynentem**. To ostatni tego typu wielki kontynent w dziejach Ziemi, kolejny po istniejących w dalekiej przeszłości Nunie oraz Rodinii. W odległej przyszłości, za około 250 milionów lat, kontynenty prawdopodobnie ponownie połączą się i utworzą następny z serii supekontynentów.

Oprócz wielkiej kolizji Gondwany i Eurameryki w trakcie orogenezy warycyjskiej doszło również do mniejszych zderzeń kontynentów. Jednym z nich było **przyłączenie do Eurameryki archipelagu wysp** nazywanego [Armoryką](#). Do dzisiaj stanowi on **część Europy**, budując podłoże obecnego Dolnego Śląska, Czech, środkowych Niemiec, większości Francji i Hiszpanii. W miejscu połączenia Armoryki i Eurameryki, a więc także na terenie Dolnego Śląska i obecnych Sudetów, doszło do wypiętrzenia naprawdę wysokich gór, które [miały zapewne 5-6 kilometrów wysokości](#) (choć według innych szacunków mogły one nawet dorównywać Himalajom). W porównaniu z nimi góry wypiętrzone w obecnym regionie świętokrzyskim były o wiele niższe. I nic dziwnego – tworzyły się o wiele dalej od epicentrum wydarzeń.

Wypiętrzanie gór w trakcie orogenezy waryscyjskiej nie ominęło ani strefy łysogórskiej, ani kieleckiej. Od tego momentu oba regiony dzielą tę samą historię i niemal identyczne skały. Dzięki temu wiemy, że od okresu karbońskiego obie strefy znajdowały się obok siebie, w takim samym położeniu względem Europy północno-wschodniej i platformy wschodnioeuropejskiej, jak współcześnie.

## **Gorące morze cechsztyńskie**

Wysokie góry waryscyjskie ulegały szybkiemu niszczeniu. Około **270 milionów lat temu** do starych, stale erodowanych wzniesień dotarło [morze cechsztyńskie](#). Był to gorący, silnie parujący zbiornik, tracący na długi czas połączenie z oceanem. [Przypominał on nieco dzisiejsze Morze Martwe](#), górując jednak nad nim swoim olbrzymim zasięgiem (od obecnego Morza Północnego, przez Niemcy, aż po Góry Świętokrzyskie). Brzeg morza cechsztyńskiego znajdował się pod Kielcami. Linia brzegowa była bardzo nieregularna, z licznymi wąskimi i głębokimi zatokami, przypominająca **wybrzeże typu riasowego** z dzisiejszej Portugalii.

Teren obecnych Gór Świętokrzyskich nadal był usiany wysokimi wzniesieniami. W **głębokich dolinach** schodzących ku brzegowi odkładane były kawałki niszczonej skały – głównie wapieni dewońskich. Z czasem, prawdopodobnie po przemyciu wodami morza, rumosz skalny stał się litą skałą, tak zwanym [zlepieńcem zygmuntofskim](#). Zlepieńce są skałami osadowymi okrucowymi, składającymi się z ziaren o średnicach przekraczających 2 mm. Skały powstałe w okolicach Kielc, około **270-250 milionów lat temu**, w dolinach górskich schodzących ku brzegu cechsztyńskiego morza, stały się cenionym kamieniem dekoracyjnym, z którego wykonano między innymi trzon pierwszej Kolumny Zygmunta III Wazy w Warszawie. Zlepieńce zygmuntofskie można oglądać dzisiaj w wielu zabytkach na terenie całej Polski (w roli posadzek, parapetów, wykładzin ściennych), choć nie są już one eksploatowane.

**Gorące, szybko parujące morze** ustąpiło z zachodniej części Gór Świętokrzyskich z końcem [okresu permskiego](#), a więc nieco **ponad 250 milionów lat temu**. **Klimat** nie uległ jednak wyraźnej zmianie, pozostając bardzo **gorący i okresowo suchy**. Teren dzisiejszych Gór Świętokrzyskich znajdował się wówczas w **okolicach zwrotnika**, już na **północnej półkuli**. Równik przekroczony został około 220 milionów lat temu, jednak z tamtych czasów nie dysponujemy żadnymi osadami – były to czasy niszczenia gór wypiętrzonych w trakcie [orogenezy waryscyjskiej](#).

## Globalne ocieplenie i wielkie wymieranie

Suchy i gorący klimat jest typowy dla strefy zwrotnikowej i obszarów leżących w głębi wielkich kontynentów, takich jak powstała w okresie karbońskim Pangea. Jednak z innych miejsc na świecie posiadamy dane wskazujące na istniejące wówczas [globalne ocieplenie](#). Miało ono miejsce w schyłku okresu permskiego. To ocieplenie było prawdopodobnie jedną z przyczyn [wielkiego wymierania na pograniczu permu oraz triasu](#) – największej w dziejach zagłady zwierząt i roślin żyjących w morzach i na lądach. Wyginęło wówczas większość istniejących wtedy gatunków. Ślady tego wymierania nie są widoczne w Górach Świętokrzyskich: w skrajnie niesprzyjającym środowisku powstawały jedynie skały niemal zupełnie pozbawione skamieniałości.

W [okresie triasowym](#) klimat pozostawał gorący i suchy, chociaż obszar Gór Świętokrzyskich oraz cała Europa powoli przesuwały się w kierunku umiarkowanych szerokości geograficznych. Początkowo, we wczesnym triasie, około 250-245 milionów lat temu, powstawały lądowe osady – głównie piaskowce – okresowych rzek, a także wielkich wydm. Teren obecnych Gór Świętokrzyskich był wówczas **zwrotnikową pustynią** znajdującą się we wnętrzu wielkiego kontynentu [Pangea](#).

Wśród bardzo rzadkich skamieniałości napotykanymi w piaskowcach powstałych we wczesnym triasie szczególnie warte uwagi są **tropy gadów**, być może przodków dinozaurów. Obecnie czerwone i brunatne piaskowce pochodzące sprzed około **240 milionów lat** są też [cenionym kamieniem dekoracyjnym](#), który można zobaczyć na fasadach wielu budynków w Polsce, między innymi w Warszawie.

## Pożegnanie z górami

Z czasem teren dawnych gór wypiętrzonych podczas [orogenezy waryscyjskiej](#) stał się **monotonną, płaską równiną**. Na ten obszar w środkowym [triasie](#), **około 245 milionów lat temu**, **zaczęło wkraczać morze**. Pozostawiło ono [skały osadowe okrucowe](#) (głównie iłowce), ale przede wszystkim **wapienie i dolomity** ([skały osadowe chemiczne](#)). Zawierają one liczne skamieniałości [małży](#), [ramienionogów](#) oraz [liliowców](#), żyjących w wodach tamtego ciepłego morza. Dzisiaj można je napotkać na stanowiskach, gdzie odsłaniają się skały środkowego triasu o wieku około **245-235 milionów lat**, nazywane dawniej „**wapieniem muszlowym**”. Pojawiają się one na powierzchni w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, otaczając ich najwyższe pasma. Osady permskie, triasowe oraz młodsze bez wyjątku pojawiają się zresztą w ten sam sposób, wokół głównych pasm Gór Świętokrzyskich, tworząc tak zwane **permomezozoiczne** (permskomezozoiczne lub mezozoiczne) **obrzeżenie**, zbudowane ze skał datowanych na [okres permski](#) oraz erę mezozoiczną (czyli okresy [triasowy](#), [jurański](#) oraz [kredowy](#)).

Osady środkowego triasu powstawały w **morzu**, które posiadało łączność ze znajdującym się dalej w kierunku południowym **oceanem Tetyda**. Położony był on między innymi w miejscu obecnych Karpat i Alp, które wówczas jeszcze nie istniały. Kontynent europejski (stanowiący część [Pangei](#)) **kończył się** zatem **niewiele dalej na południe od Gór Świętokrzyskich**.

Z końcem środkowego triasu morze zaczęło ustępować. W późnym triasie, **235-200 milionów lat temu**, na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich odkładały się osady lądowe, przede wszystkim piaskowce oraz iłowce z [gipsem](#) oraz dolomitami. W miejscu morza pojawiły się szybko parujące laguny, równie mułowe oraz okresowe jeziora, których wyschnięte dna określane nazwą **playa** albo **takyr**, znane są dzisiaj z Iranu, Meksyku i Turkmenistanu.

W późnym triasie **klimat stawał się coraz bardziej wilgotny**, przy czym nadal zdarzały się duże okresy gorące i suche. Zachodzące zmiany pozwoliły jednak na **rozwój roślinności**, czemu towarzyszyło pojawienie się wielu zwierząt, w tym płazów i gadów, a być może również pierwszych dinozaurów. Bogate zespoły [skamieniałości](#) opisane zostały ze stanowisk znajdujących się dalej na zachód od Gór Świętokrzyskich, w kierunku Opolą, za Częstochową.

## Na platformie europejskiej

Ustąpienie morza w późnym triasie było zdarzeniem zupełnie innym niż te, które znamy z [ery paleozoicznej](#), z okresów od [kambru](#) do [karbonu](#). Wówczas z wypiętrzaniem lądów związane były silne ruchy górotwórcze oraz kolizje kontynentów. Obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich nie był jednak wówczas stabilną częścią obecnej Europy. Znajdował się na obrzeżach kontynentu, a ponadto składał się z dwóch niezależnych bloków (stref łysogórskiej i kieleckiej), które przemieszczały się względem siebie o setki kilometrów. Sytuacja diametralnie zmieniła się jednak z końcem okresu karbońskiego. Od permu obszar Gór Świętokrzyskich był już **stabilną częścią kontynentu europejskiego**, znajdującą się w pewnym oddaleniu od jego granic. Stanowił zatem fragment **platformy europejskiej**. Obszary platformowe z trudem ulegają natomiast zdarzeniom takim jak kolizje kontynentalne.

Nie oznacza to, że od okresu permskiego obszar Gór Świętokrzyskich był całkowicie odporny na wszelkie wielkie wydarzenia związane z tektoniką kier litosfery, czyli mechanizmem odpowiedzialnym za wędrówkę kontynentów. Nawet największa i najstarsza platforma może ulec **ryftowaniu**, czyli zostać rozerwana na osobne części i dać początek dwóm niezależnym lądom. Stabilne wnętrza platform reagują też na kolizje i rozpady kontynentów zachodzące na ich krawędziach. To dlatego w okresie permskim oraz [erze mezozoicznej](#), począwszy od [triasu](#), na terenie Gór Świętokrzyskich zarejestrowano co najmniej **kilka etapów wkraczania i wycofywania się mórz**. Nasza część kontynentu reagowała na zdarzenia zachodzące dużo dalej w kierunku wschodnim, gdzie tworzył się kontynent azjatycki, na kolizje mikrokontynentów znajdujących się w miejscu obecnej południowej Europy, a od [okresu jurajskiego](#) – także na wielki rozłam dawnej Eurameryki, która pękała wzdłuż powstającego od końca triasu **Oceanu Atlantyckiego**. Wszystkie te zjawiska prowadziły do **wypiętrzania lub pogrążania fragmentów platformy**, wpływając na konfigurację lądów i mórz. Nie dochodziło jednak – inaczej niż w erze paleozoicznej, przed karbonem i orogenezą waryscyjską – do powstania wielkich wulkanów oraz fałdowania skał na dużą skalę.

## Dinozaury w Górach Świętokrzyskich

We wczesnej [jurze](#), a więc między **200 a 175 milionów lat temu**, otoczenie dzisiejszych Gór Świętokrzyskich pozostawało lądem. Rozwijała się bujna szata roślinna, a w dolinach rzek wędrowały **dinozaury**, których tropy znamy między innymi ze stanowiska w Sołtykowie. Zidentyfikowano ślady wielkich **zauropodów**, drapieżnych **teropodów**, w tym **dilofozaurów**. Pamiątką po tamtych czasach są skały osadowe – głównie piaskowce, ale także skały składające się głównie z minerałów ilastych, mułowce oraz ubogie **rudy żelaza**. Pozostałości roślin tworzyły niewielkie pokłady węgla brunatnego, a uwęglone szczątki drzew zbliżonych do araukarii dały początek **gagatom świętokrzyskim**.

Z czasem do terenu Gór Świętokrzyskich zaczęło zbliżać się **morze**. W schyłku wczesnej [jury](#), niecałe **180 milionów lat temu**, obszar ten zaczęły zajmować delty dużych rzek. W jurze środkowej, między **175 a 165 milionów lat temu** obecna centralna Polska powoli zalewana była przez wkraczające morze. Na terenie obecnych Gór Świętokrzyskich tworzyły się głównie [skały osadowe okruczowe](#), zwłaszcza piaskowce. W schyłku jury środkowej, w **keloweju**, około **165 milionów lat temu**, zaczęły powstawać wapienie. Morze uległo wówczas pogłębieniu (na terenie Gór Świętokrzyskich mogło mieć ono **kilkaset metrów głębokości**), a linia brzegowa oddaliła się na duże odległości.

## Jurajskie morze

W wyniku zmian, które zaszły w keloweju, w początkach późnej jury, a więc około **160 milionów lat temu**, na obszarze obecnych Gór Świętokrzyskich oraz Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej szumiało ciepłe, głębokie morze, połączone ze znajdującym się dalej na południe oceanem **Tetyda**. W morzu tym pływały liczne amonity i belemnity – wymarłe zwierzęta należące do głowonogów – a na dnie żyły małże, ramienionogi, jeżowce oraz rosły gąbki. Te ostatnie potrafiły tworzyć nawet duże, mające setki metrów długości struktury przypominające rafy. Dzisiaj takie **budowle gąbkowe** tworzą niekiedy izolowane skałki, tak charakterystyczne dla pasa polskich wyżyn. Natomiast w wielu budynkach użyteczności publicznej na terenie całej Polski można oglądać żółte, beżowe i szare posadzki wykonane z jurajskich wapieni pochodzących z okolic Morawicy (na południe od Kielc), z **licznymi skamieniałościami** amonitów, belemnitów oraz gąbek.

Około **155 milionów lat temu** morze uległo jeszcze większemu pogłębieniu. Wapienie zostały zastąpione przez skały zawierające duże ilości minerałów ilastych, w tym margle oraz iłowce. Niekiedy zawierają one ogromne nagromadzenia skamieniałych muszli małży. Natomiast około **150 milionów lat temu** morze zaczęło ustępować. W schyłku późnej jury, w **tytonie**, tworzyły się miejscami wapienie ze świetnie zachowanymi skamieniałościami wielu zwierząt, zarówno morskich, jak i lądowych. Są one znane między innymi z okolic Opoczna (Owadów-Brzezinki).

Z końcem jury, około **150 milionów lat temu**, **morze ustąpiło**. Z niemal całej wczesnej kredey – ogromnego przedziału czasu obejmującego około 30 milionów lat, **od 145 do 115 mln lat temu**, prawie nie dysponujemy zachowanymi osadami. Obszar obecnych Gór Świętokrzyskich wraz z ich otoczeniem został **wypiętrzony** i podlegał niszczeniu (**erozji**). Zdarzenie to było dalekim echem kolizji kontynentalnych zachodzących w miejscu obecnej południowej Europy, a także powstawania Oceanu Atlantyckiego.

## Kredowe morze

**Morze powróciło** po raz kolejny w okolice Gór Świętokrzyskich w schyłku wczesnej [kredy](#), około **110 milionów lat temu**. Miało to związek ze **wzrastającym poziomem światowego oceanu**, który był wówczas około 200 metrów wyższy od współczesnego! Morze wkraczało zarówno od północnego zachodu, jak i od południa. Jego wody były ciepłe, gdyż były to czasy **jednego z najsilniejszych globalnych ociepleń** w ciągu minionego pół miliarda lat.

Początkowo na dnie wkraczającego morza odkładane były piaski, w których tworzyły się również **fosforyty** – skały zbudowane w dużej mierze z minerału **apatytu**, będące bogatym źródłem fosforu, wykorzystywanym między innymi do produkcji nawozów. W okolicach Gór Świętokrzyskich fosforyty te były zresztą dawniej eksploatowane (w Annopolu nad Wisłą). W osadach tych znajdują się również **szczątki ryb** pływających w kredowym morzu.

Z czasem osady piaszczyste zostały zastąpione przez wapienie, a także **kredę piszącą** (wapienie zbudowane ze szczątek mikroorganizmów, w tym **kokkolitów** i **otwornic**), **opoki** (oprócz węglanu wapnia zawierające również dwutlenek krzemu) oraz **gezy** (składają się z dwutlenku krzemu pochodzącego ze szczątek organizmów, zwłaszcza [gabek](#), i dodatkowo z ziaren kwarcu dostarczonych z lądu).

Zwiedzając Góry Świętokrzyskie warto pamiętać, że najstarsze skały (z [okresu kambryjskiego](#)) budują centralną część tego obszaru, a kolejne, coraz młodsze kompleksy odsłaniają się w coraz większej odległości od najwyższego pasma. W efekcie osady okresu kredowego znajdują się już daleko od Łysogór, w najdalszych częściach tak zwanego **mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich**.

Na przestrzeni późnej kredy, zwłaszcza między **85 a 65 mln lat temu**, morze powoli redukowało swój zasięg, co częściowo było efektem obniżającego się poziomu światowego oceanu. Ważniejszą rolę odgrywał jednak inny czynnik – postępująca kolizja Europy z Afryką.

## Kolizja z Afryką

Już od wczesnej [kredy](#), od około **130 milionów lat temu**, kontynent afrykański obracał się powoli, odwrotnie do ruchu wskazówek zegara. W efekcie jego wschodnia część zbliżała się do Europy, dociskając do naszego kontynentu szereg łańcuchów wysp i niewielkich fragmentów skorupy kontynentalnej budujących dzisiaj podłoże Karpat, Alp oraz gór południowej Europy. Wszystkie te zdarzenia, będące efektem **nacisku Afryki na kontynent europejski**, określamy mianem [orogenezy alpejskiej](#).

Najbardziej dramatyczne skutki kolizji dwóch wielkich kontynentów były i tym razem odczuwalne na ich krawędziach. Głównym efektem było **przyłączenie do Europy wielu niewielkich mikrokontynentów** tworzących wspólnie tak zwaną **Alkapę** (nazwa pochodzi od pierwszych liter nazw łańcuchów górskich wypiętrzonych w miejscu tych małych obszarów o podłożu kontynentalnym, czyli Alp oraz Karpat). Na obszarze świętokrzyskim zdarzenia te miały o wiele mniej dramatyczny przebieg niż daleko na południu, i ograniczyły się do **ponownego wypiętrzenia całego terenu**. W ten sposób, zapewne na przełomie er [mezozoicznej](#) i [kenozoicznej](#), a więc okresów [kredowego](#) i [paleogeńskiego](#), około **70-60 milionów lat temu**, doszło do **powstania Gór Świętokrzyskich – takich, jakie znamy dzisiaj**.

Opisana historia pokazuje, że same góry są o wiele młodsze niż budujące je skały. Dzisiejsze wzniesienia obszaru świętokrzyskiego nie mają wiele wspólnego z łańcuchami górskimi, które znajdowały się w tym samym miejscu setki milionów lat wcześniej. A obecne Góry Świętokrzyskie są co najmniej **czwartym górotworem**, który powstał na tym terenie.

W [erze kenozoicznej](#), czyli podczas ostatnich 65 milionów lat, obszar świętokrzyski stanowił część tak zwanego **wału metakarpackiego** – jednostki odpowiadającej mniej więcej pasowi Wyżyn Polskich. Pozostawała ona wyniesiona względem otoczenia i przez większość czasu podlegała erozji. W efekcie z tych czasów nie zachowało się zbyt wiele osadów.

## Mioceńskie morze

Najbardziej interesujące skały datowane na erę kenozoiczną, widoczne w otoczeniu Gór Świętokrzyskich i starsze od [zlodowaceń epoki plejstoceńskiej](#), zawdzięczają swoje powstanie **kolejnemu morzu**. Był to ciepły zbiornik morski [epoki mioceńskiej](#), istniejący około **15 milionów lat temu**. Żyły w nim **największe rekiny wszechczasów** – *Carcharocles/Otodus megalodon* – dorastające kilkunastu metrów długości. Dno zbiornika zasiedlały natomiast glony, [małże](#), [ramienionogi](#), [mszywioły](#) oraz [ślimaki](#).

**Morze mioceńskie** zajmowało obszar na południe od Gór Świętokrzyskich, aż po Kraków, a także Roztocze. Powstawały w nim [wapienie pińczowskie](#). Składają się one między innymi z nagromadzeń drobnych szczątków organizmów zasiedlających dawny zbiornik morski. W okolicach **Korytnicy** (na południe od Gór Świętokrzyskich) morze pozostawiło z kolei **iły**, z których można wypreparować **kompletnie zachowane muszle ślimaków i małży**, a także szkielety [mszywiołów](#) i [koralowców](#).

Z czasem morze mioceńskie utraciło połączenie z zanikającym oceanem **Tetyda**. Około **14 milionów lat temu** z szybko parującego i silnie zasolonego zbiornika wytrącały się wielkie **pokłady gipsu**, z **kryształami o długości sięgającej metra**. Osady gipsowe można oglądać w wielu miejscach w okolicach **Buska-Zdroju**. Dalej na południe, w okolicach **Wieliczki oraz Bochni**, powstawały wtedy **złoża soli kamiennej**.

Również w epoce mioceńskiej, a także w [pliocenie](#), zapewne od **około 20 do 3 milionów lat temu**, powstawały **jaskinie Gór Świętokrzyskich**. Niektóre z nich można dzisiaj zwiedzać (**Raj** koło Chęciny, jaskinie na **Kadzielni** w Kielcach). Z kolei jaskinie w **Jaworzni** na zachód od Kielc były przed rozcięciem ich przez eksploatację w kamieniołomie najdłuższym systemem jaskiniowym w Polsce znajdującym się poza Tatrami.

## Zlodowacenia

Ostatnim etapem formowania dzisiejszych Gór Świętokrzyskich były [zlodowacenia skandynawskie epoki plejstoceńskiej](#). Łądolód wkraczał na teren gór kilkakrotnie, pozostawiając bogate osady – gliny lodowcowe, a także piaski i żwiry odłożone przez wody spływające z topniejącego lodu. Wystające ponad pokrywą lodową, a później znajdujące się na przedpolu łądolodu pasma zbudowane z twardych piaskowców ulegały szybkiemu wietrzeniu powodowanemu przez **zamróz**. Zjawisko to polega na wielokrotnym zamarzaniu i rozmarzaniu wody w szczelinach, co prowadzi do rozsadzania skał. W ten sposób powstały **świętokrzyskie gołoborza**. Główny etap ich formowania miał miejsce podczas ostatniego ochłodzenia, od **około 75 do 10 tysięcy lat temu**.

Innym osadem powstającym w [plejstocenie](#), w trakcie zlodowaceń, na przedpolu pokryw lodowych, był **less**. To skała osadowa składająca się z drobnych ziarenek różnych minerałów, mających średnicę około 0,02 mm. Tworzył się on na przedpolu łądolodu, odkładany przez wiatr. **Pokrywy lessowe** są szczególnie dobrze widoczne we wschodniej części Gór Świętokrzyskich.

Czasom zlodowaceń zawdzięczamy też ostateczne przemodelowanie świętokrzyskich jaskiń. Powstawały w nich wówczas (ale także były niszczone) nacieki, a na dnach gromadziły się osady – **namuliska**.

Chociaż [zlodowacenia epoki plejstoceńskiej](#) miały ogromny wpływ na dzisiejszy wygląd Gór Świętokrzyskich, to jednak nie były one zdarzeniem absolutnie wyjątkowym. Region świętokrzyski pamięta przecież góry lodowe docierające na jego obszar w schyłku ordowiku, 440 milionów lat przed zlodowaceniami plejstocenu.