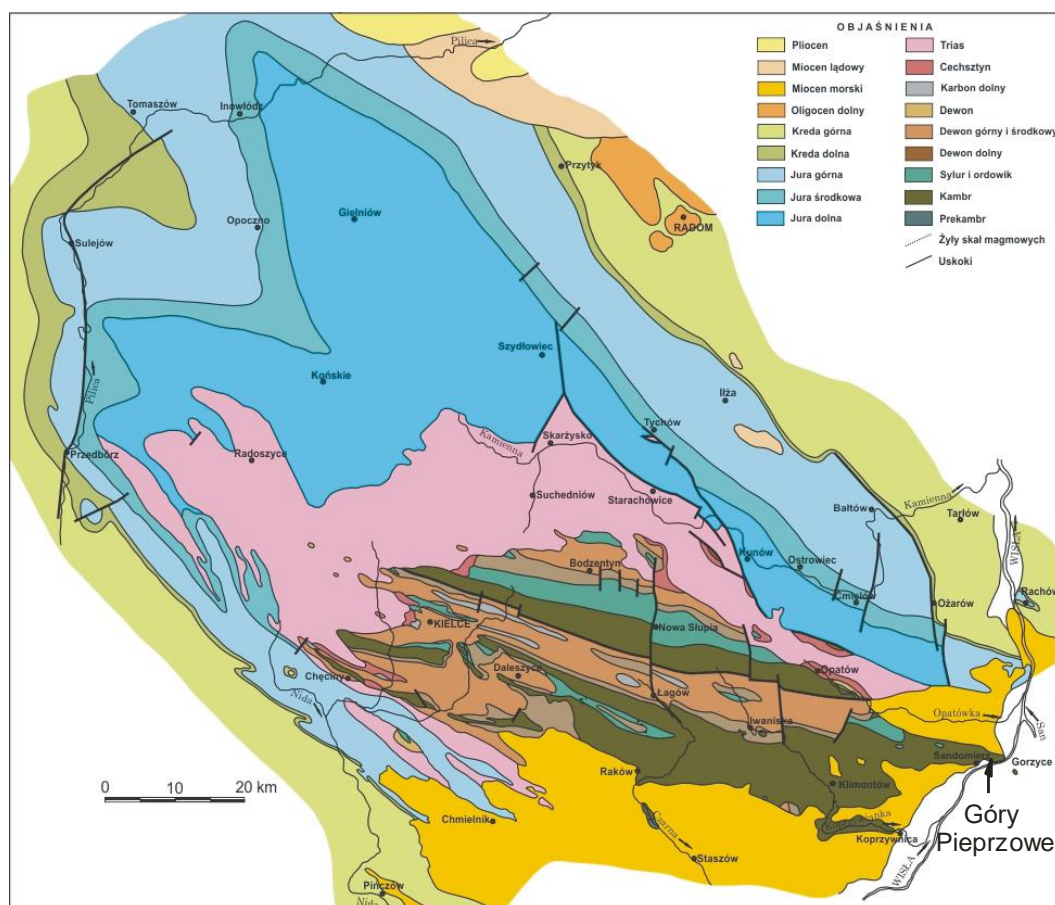
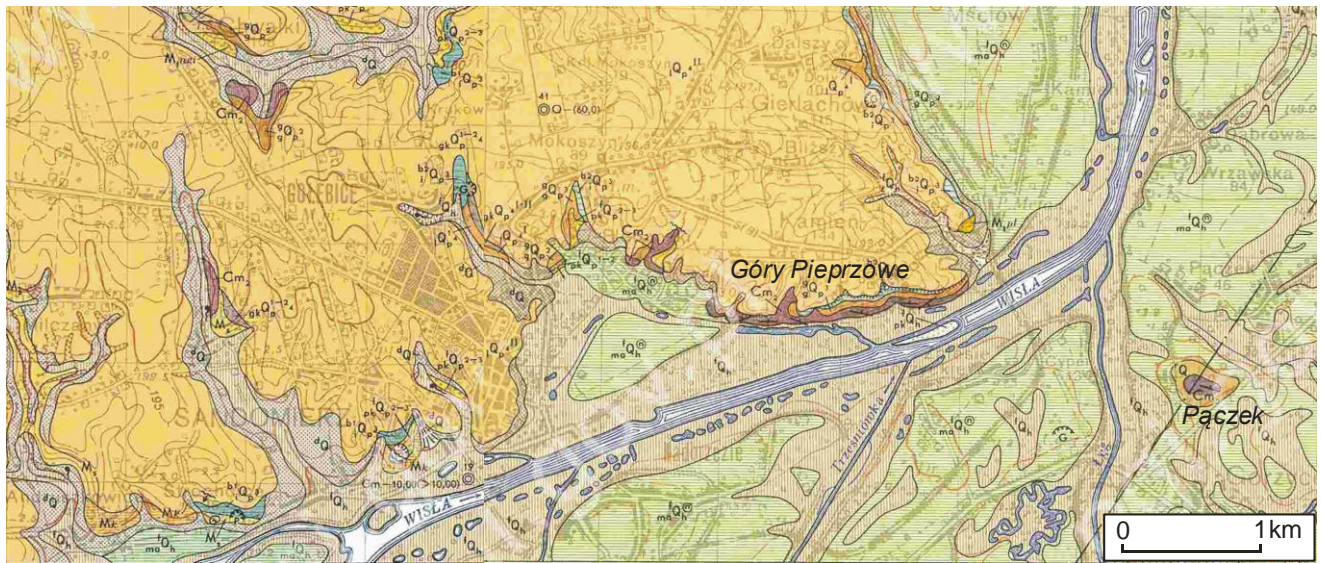


### 3.3 Geologia rezerwatu przyrody Góry Pieprzowe (Jan Malec)

Góry Pieprzowe stanowią najdalej na wschód wysunięty kraniec struktur paleozoicznych Gór Świętokrzyskich (ryc. 1). Obejmują one wysoką do 60 m lewobrzeżną skarpe doliny Wisły o równoleżnikowej rozciągłości, położoną bezpośrednio na wschód od Sandomierza na przestrzeni około 2 km (ryc. 2, fot. 1). Obszar Gór Pieprzowych tworzy największą naturalną odkrywkę utworów kambru w Górach Świętokrzyskich (Orłowski, 1992a). Są one dobrze odsłonięte w stromych zboczach i licznych głęboko wciętych wąwozach. Obejmują charakterystyczną serię skalną, opisaną po raz pierwszy na tym terenie, którą wyróżniono jako formacja łupków z Gór Pieprzowych (Orłowski 1975). Jednostka ta rozprzestrzeniona jest od okolic Kielc na zachodzie po rejon Sandomierza na wschodzie.



Ryc. 1 Mapa geologiczna regionu świętokrzyskiego z lokalizacją Gór Pieprzowych (Instytut Geologiczny 1972; zmodyfikowana przez Skompskiego 2018)



Ryc.2 Mapa geologiczna okolic Sandomierza z lokalizacją Gór Pieprzowych  
(wg Bielecka 1964, 1967)

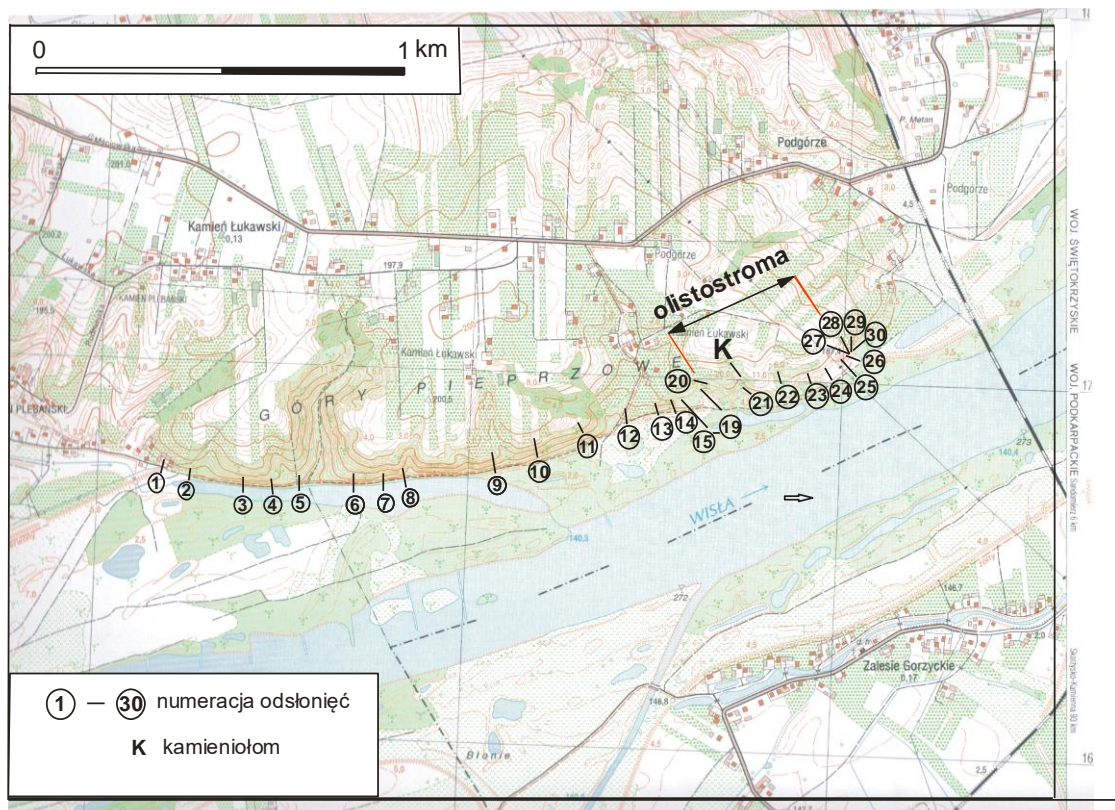


Fot. 1 Widok na Sandomierz z Gór Pieprzowych (Fot. J. Malec)

Najbardziej pospolitymi i najlepiej **odsłoniętymi utworami budującymi Góry Pieprzowe** są ciemnoszare i czarne łowce laminowane o łupkowej oddzielności, które pod wpływem wietrzenia ulegają odbarwieniu na kolor brunatny, a rozpadając się na drobne fragmenty i upodabniając do ziaren pieprzu, nadały nazwę całej serii skalnej widocznej w skarpie wiślanej (fot. 2). Poza łowcami, kambr Gór Pieprzowych tworzą mułowce, piaskowce i zlepieńce dobrze widoczne w licznych odsłonięciach (ryc. 3), w których miąższość wyeksponowanych skał ma od kilku do ponad 40 m. Łowce laminowane, z akcesorycznym udziałem cienkoławicowych piaskowców stanowią podstawowy składnik litologiczny kambru w zachodniej i środkowej części Gór Pieprzowych (ryc. 3, odsłonięcia 1-19). Występują także na niewielkim odcinku na ich wschodnim krańcu (ryc. 3, odsłonięcia 26-30). Kompleksom łowcowym występującym samodzielnie na długich odcinkach profilu, towarzyszą podrzędnie pojedyncze ławice drobnoziarnistych piaskowców.



Fot. 2. Zachodnia część Gór Pieprzowych górująca nad starorzeczem Wisły, zbudowana z kompleksów skał łowcowych (fot. J. Malec).



Ryc. 3. Lokalizacja wybranych odsłoneń skał kambryjskich w Górach Pieprzowych

Sekwencja osadów kambru odsłonięta w Górach Pieprzowych zawiera stosunkowo szerokie spektrum litologiczne skał. Wykracza ono znacznie poza wąsko rozumiane osady łupkowe tworzące człon litologiczny formacji łupków z Gór Pieprzowych. Poza głównym komponentem litologicznym obejmującym iłowce poziomo laminowane, pozostałe odmiany litologiczne występujące na obszarze Gór Pieprzowych reprezentowane są przez: zlepieńce, piaskowce średnioławicowe, piaskowce cienkoławicowe, piaskowce o genezie osuwiskowej, mułowce bezstrukturalne (chaotyczne) i mułowce laminowane. Miąższość osadów kambru odsłoniętych w Górach Pieprzowych szacowana jest na około 400-500 m (Michniak, Orłowski 1963; Orłowski 1975, 1988a,b, 1992a,b, 1997; Kowalczewski 1990).

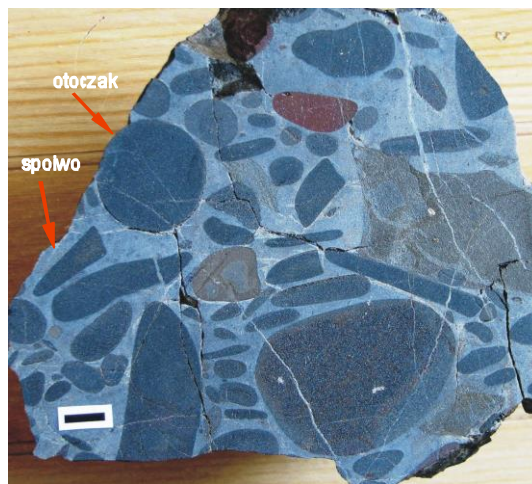
### Zlepieńce

Występują w Kamieniu Łukawskim, głównie w rejonie nieczynnego kamieniołomu. W jego zachodniej części reprezentowane są w formie soczewki o grubości do 1,5 i długości około 4 metrów, leżącej pomiędzy brunatnymi mułowcami bezstrukturalnymi a mułowcami laminowanymi (fot. 3). Kompleks zlepieńców złożony jest z nieregularnej miąższości warstw rozdzielonych wyprasowanymi i zdeformowanymi płatami czarnych mułowców. Na spągowej ławicy zlepieńców występują struktury prądowe. Zlepieńce są drobno lub średnioziarniste,

utworzone głównie z otoczków piaskowców kwarcowych, na ogół bardzo dobrze obtoczonych, o kulistych lub dyskowatych kształtach, przeciętnie średnicy 1 cm, maksymalnej do 10 cm (fot. 4). Podrzędny udział stanowią otoczaki fosforytowe oraz nieliczne żyłowego kwarcu. Otoczaki o dyskowatym kształcie wykazują generalnie uporządkowanie w postaci ułożenia mniej lub bardziej równoległego do powierzchni spągowej ławic, natomiast o innych kształtach - są bezładnie rozmieszczone. Otoczaki tkwią w drobnoziarnistym ilasto-piaszczystym spoiwie, którego udział wynosi do 20-30 % objętości skały. Zlepience są na ogół słabo wysortowane lub niewysortowane. W grubszych warstwach materiał okruchowy jest lepiej wysortowany niż w warstwach cieńszych. Zlepience należą do klasy zlepieńców polimiktycznych, to znaczy złożonych z wielu rodzajów fragmentów skalnych. Do charakterystycznych składników zlepieńców należą otoczaki fosforytowe. Są one stosunkowo liczne, dobrze obtoczone i o zróżnicowanych barwach. Poza fosforytowymi otoczkami, bogata substancja fosforanowa występuje także w spoiwie zlepieńców i obecnych w nim skorupkach ramienionogów (Kozłowski 1931; Kuhl 1931; Wawryk 1932; Szymańska 1957; Kotański 1959, 1968; Michniak 1969; Kühn, Radlicz 1988)



Fot. 3



Fot. 4

Zlepience z zachodniej części nieczynnego kamieniołomu w Kamieniu Łukawskim

Fot. 3. Kompleks zlepieńców; Fot. 4. Powierzchnia zgładzona zlepieńców. Skala – 1 cm

(Fot. J. Malec)

### **Piaskowce średnioławicowe**

W profilu Gór Pieprzowych piaskowce średnioławicowe spotykane są sporadycznie. W rejonie Kamienia Łukawskiego (odsłonięcie 20) reprezentowane są przez 10-20 cm ławice rozdzielone cienkimi warstwami mułowcowymi (fot. 5). Ławic piaskowców zbudowane są z materiału kwarcowego laminowanego równoległe, przekątnie i faliście. Na powierzchniach spągowych ławic występują odlewy struktur prądowych w postaci jamek wirowych a na stropowych - riplemarki prądowe. Piaskowce te występują wśród kompleksu piaskowców cienkoławicowych o odwróconym położeniu warstw.



Fot. 5. Piaskowce cienko- i średnioławicowe o odwróconym położeniu warstw. Kamień Łukawski, odsłonięcie 20 (Fot. J. Malec).

### **Piaskowce cienkoławicowe**

Zwarty kompleks piaskowców cienkoławicowych (około 3 m) o odwróconym położeniu warstw występuje jedynie we wschodniej części Gór Pieprzowych w rejonie Kamienia Łukawskiego (odsłonięcie 20). Reprezentowany jest przez 1-10 cm ławice laminowane poziomo i przekątnie, z riplemarkami prądowymi na powierzchniach stropowych, oddzielone od siebie cienkimi warstwami mułowcowymi (fot. 5). Tylko lokalnie, na krótkich odcinkach profilu, piaskowce cienkoławicowe stanowią większy udział w obrębie kompleksów laminowanych iłowców (fot. 6). Najczęściej występują w postaci pojedynczych ławic poziomo i przekątnie laminowanych wśród laminowanych iłowców z zachodniej i środkowej części Gór Pieprzowych.



Fot.6. Cienkoławicowe piaskowce z przewarstwieniami laminowanych iłowców. Kamień Łukawski, odsłonięcie 11

### **Piaskowce o genezie osuwiskowej**

Reprezentowane są przez zsuwy i ześlizgi piaskowcowe oraz piaskowcowe toczenie osuwiskowe i struktury osuwiskowe, które występują najczęściej w wśród mułowców laminowanych i sporadycznie wśród iłowców laminowanych. Zsuwy piaskowcowe stanowią podrzędny udział w obrębie czarnych iłowców laminowanych z zachodniej części Gór Pieprzowych oraz stosunkowo duży wśród mułowców laminowanych występujących w ich wschodniej części. W seriach iłowcowych, zsuwy piaskowcowe obecne są w postaci pojedynczych odizolowanych fragmentów cienkoławicowych piaskowców o długości od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów (fot. 7).



Fot. 7



Fot. 8

Zsuwy piaskowcowe Fot. 7. Litoklast (zsuw) piaskowców cienkoławicowych tkwiący wśród czarnych iłowców laminowanych. Kamień Łukawski, odsłonięcie 7 (Fot. J. Malec).

Fot. 8. Litoklast (zsuw) cienkoławicowych piaskowców tkwiący wśród mułowców laminowanych. Kamień Łukawski, odsłonięcie 27

Na spągowych powierzchniach zsuwów piaskowcowych występują odlewy struktur prądowych w postaci różnej wielkości rowków i bruzd. Wśród mułowców laminowanych, zsuwy piaskowcowe wykształcone są w formie fragmentów cienkoławicowych piaskowców o długości od kilkunastu centymetrów do 1,5 m (fot. 8) oraz dużych bloków piaskowców średnio- i gruboławicowych o długości do 1,5 m i grubości do 50 cm, najczęściej o zaokrąglonych końcach (fot. 9).



Fot. 9. Zsuw reprezentowany przez duży blok gruboławicowych piaskowców tkwiących wśród mułowców laminowanych. Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom, część zachodnia (Fot. Malec)

Piaskowce ześlizgowe, charakteryzujące się niewielką wewnętrzną dezorganizacją osadów i zdeformowaną powierzchnią spągową, występują wśród mułowców laminowanych z zachodniej części kamieniołomu w Kamieniu Łukawskim. Reprezentowane są przez piaskowce cienko- i średnioławicowe wykształcone w postaci ponasuowanych na siebie dachówkowato fragmentów zdeformowanych ławic o długości ponad 1 metra, oddzielonych wyprasowanymi mułowcami (fot. 10).





Fot. 10. Struktura ześlizgowa złożona z ponasuowanych na siebie ławic piaskowcowych.

Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom, część zachodnia (Fot. J. Malec).

Piaskowce o charakterze toczeńców osuwiskowych charakteryzują się silnym sfałdowaniem warstw z zachowaniem ich ciągłości. Występują we wschodniej części Gór Pieprzowych w rejonie Kamienia Łukawskiego, bezpośrednio na zachód od nieczynnego kamieniołomu. Reprezentowane są przez piaskowcowy toczeniec osuwiskowy o grubości do 70 cm i widocznej długości około 2 metrów, złożony z silnie zrolowanych warstw piaskowców cienkoławicowych umiejscowionych w obrębie kompleksu cienko- i średnioławicowych piaskowców o odwróconym położeniu warstw (fot. 11).



Fot. 11. Piaskowcowy toczeniec osuwiskowy tkwiący pomiędzy średnio- i cienkoławicowymi piaskowcami o odwróconym położeniu warstw. Kamień Łukawski, odsłonięcie 20 (Fot. J. Malec).

## Mułowce bezstrukturalne

Wykształcone są w postaci grubych pakietów brunatnych mułowców bezstrukturalnych o masywnym charakterze, pozbawionych wewnętrznej stratyfikacji i uławicenia, o miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do ponad 6 metrów (fot. 12).



Fot. 12. Mułowce bezstrukturalne, fragment profilu. Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom (Fot. Malec).

Mułowce te tworzą zasadniczą część utworów kambru odsłoniętych w nieczynnym kamieniołomie w Kamieniu Łukawskim, a także występują w formie pojedynczych serii skalnych o różnej miąższości wśród mułowców laminowanych odsłoniętych na wschód od kamieniołomu. Mułowce złożone są z bezładnie rozmieszczonych składników terygeniczych, złożonych głównie z różnej wielkości ziaren kwarcu, łyszczyków i substancji fosforanowej, z podrzędnym udziałem cienkich, nieciągłych i zdeformowanych lamin piaskowcowych. Ziarna kwarcu w znacznym stopniu obtoczone, stanowią do 50 % objętości skały. W mułowcach z rejonu kamieniołomu obecne są stosunkowo liczne skamieniałości reprezentowane przez bardzo dobrze zachowane i bezładnie rozmieszczone skorupki ramienionogów *Lingulella vistulae* (Gürich). W mułowcach tych tkwią bezładnie rozmieszczone litoklasty piaskowcowe, mułowcowo-piaskowcowe, mułowcowe, fosforytowe oraz mułowców laminowanych. Litoklasty piaskowcowe charakteryzują się różną wielkością i kształtem. Najczęściej są kuliste i dyskowate o gładkich powierzchniach, średnicy do 80 i grubości do 45 cm (fot. 13, 14)

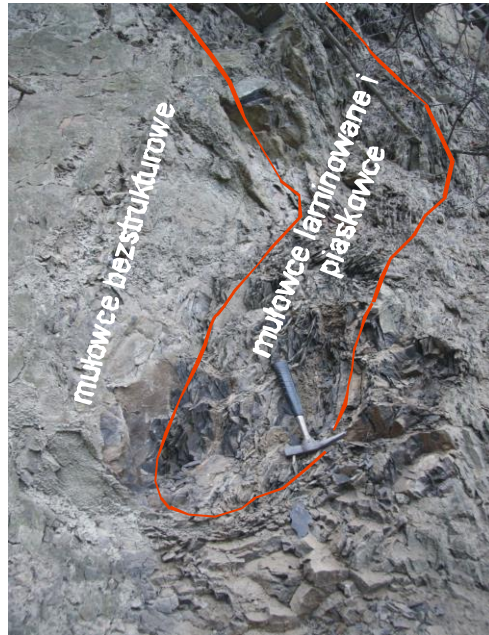


Fot. 13 Litoklast piaskowców o soczewkowatym kształcie tkwiący wśród mułowców bezstrukturalnych. Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom, część zachodnia (fot. J. Malec)



Fot. 14. Duży blok piaskowców o zaokrąglonym kształcie tkwiący wśród mułowców bezstrukturalnych. Kamień Łukawski, odsłonięcie 24 (fot. J. Malec).

Wśród mułowców bezstrukturalnych występują także duże litoklasty piaskowców oraz mułowców laminowanych i piaskowców, zazwyczaj powyginanych i o łagodnie zaokrąglonych końcach, grubości do 1,5 m i długości ponad 4 m (fot. 15).



Fot. 15. Duży litoklast (olistolit) złożony z piaskowców i mułowców laminowanych tkwiący wśród mułowców bezstrukturalnych. Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom (fot. J. Malec).

### **Mułowce laminowane**

Mułowce laminowane utworzone są z poziomych lamin, często zdeformowanych sedymentacyjnie (fot. 16). Występują głównie we wschodniej części Gór Pieprzowych, w strefach położonych po zachodniej i wschodniej stronie nieczynnego kamieniołomu. W obrębie mułowców powszechnie występują osady spływów grawitacyjnych w postaci różnej wielkości litoklastów piaskowcowych i struktur osuwiskowych (fot. 8-10). Na wschód od kamieniołomu, mułowce te obejmują serie skalne o miąższości od kilku do 10 m, które często rozdzielone są kompleksami mułowców bezstrukturalnych. Jedynie pojedynczy kompleks mułowców laminowanych (około 2 metrów) znajduje się w wśród czarnych iłowców laminowanych z zachodniej części Gór Pieprzowych.



Fot. 16 Mułowce laminowane. Kamień Łukawski, odsłonięcie 22 (fot. J. Malec).

## Iłowce laminowane

Osady te stanowią podstawowy składnik litologiczny kambru w zachodniej i środkowej części Gór Pieprzowych (fot. 17). Występują także na niewielkim odcinku na ich wschodnim krańcu (rejon odsłoneń 26-30).



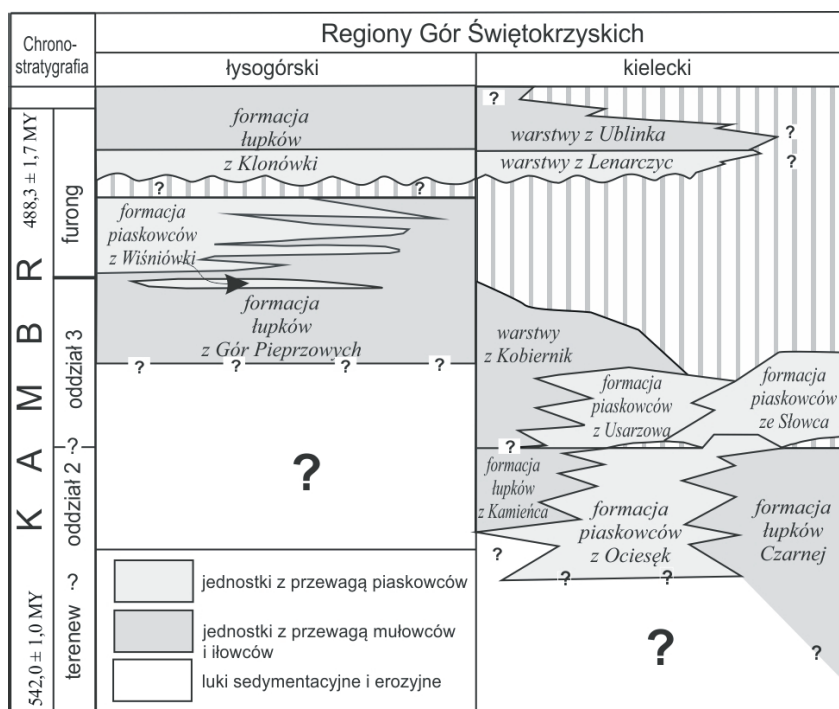
Fot. 17. Iłowce laminowane. Kamień Łukawski, odsłonięcie 3 (fot. J. Malec).

Iłowce złożone są głównie z poziomych lamin osadu frakcji iłowej o czarnej barwie (na powierzchni niezwiędzłej), z udziałem cienkich lamin mułowcowych i piaskowcowych (por. Naglik i in. 2015b, 2016a,b). Poziome laminy mułowcowe i piaskowcowe o soczewkowym kształcie często są nieciągłe i o zmiennej grubości. Wśród iłowców występują rozproszone, najczęściej pojedyncze cienkoławicowe, drobnoziarniste piaskowce. Akcesorycznie spotykane są piaskowce cienkoławicowe o genezie osuwiskowej (fot. 7).

**W aktualnym podziale jednostek chronostratygraficznych** kambru (vide Racki, Narkiewicz 2006), system kambryjski podzielony został na cztery oddziały (ryc. 4). Formacja łupków z Gór Pieprzowych zaliczona została do oddziału 3, który w przybliżeniu jest ekwiwalentem wiekowym kambru środkowego według wcześniej obowiązującego podziału (Orłowski 1975). Dla uproszczenia, w dalszej części opracowania, wiek skał budujących Góry Pieprzowe będzie korelowany z kambrem środkowym.

Skały odsłonięte w Górach Pieprzowych, prawie do końca XIX stulecia zaliczane były do syluru (Siemiradzki 1887). Dopiero znalezione przez Güricha (1892) trylobity (wymarłe stawonogi) w piaskowcach z kamieniołomu w Kamieniu Łukawskim, pozwoliły na

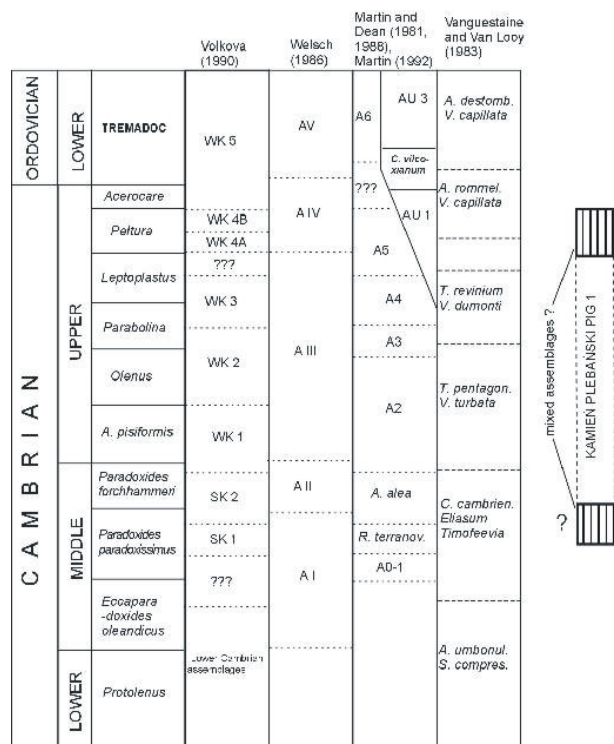
udokumentowanie wieku tych skał na kambr środkowy. Było to jednocześnie pierwsze stwierdzenie obecności osadów kambryjskiego wieku w Górach Świętokrzyskich (Orłowski 1992a). Badania prowadzone przez późniejszych badaczy (Samsonowicz 1916, 1920; Orłowski 1964a), potwierdziły na podstawie trylobitów środkowokambryjski wiek skał z rejonu nieczynnego kamieniołomu oraz odsłoniętych na wzgórzu Pączek będącym wschodnim przedłużeniem Gór Pieprzowych na prawym brzegu doliny Wisły (ryc. 2).



Ryc. 4 Formacja łupków z Gór Pieprzowych na tle schematu litostratygraficznego kambru Gór Świętokrzyskich (wg Orłowskiego 1975, Kowalczewskiego i in. 2006; zmodyfikowanego przez Skompskiego 2018)

Trylobitom tym towarzyszy liczna, choć mało zróżnicowana fauna ramienionogów *Lingulella vistulae* (Gürich) (Orłowski 1964a). Poza trylobitami z rejonu dawnego kamieniołomu, w przeważającej części odsłoniętych osadów kambru Gór Pieprzowych, złożonych głównie z iłowców i mulowców, odnotowano obecność bardzo nielicznych skamieniałości. W pojedynczej próbce pochodzącej z iłowców odsłoniętych w rejonie Kamienia Plebańskiego oraz w płytkim wierceniu w Sandomierzu, w szarych łupkach znaleziono zespoły otwornic nie wnoszących jednak informacji o wieku skał (Alexandrowicz 1969, 1976). W profilu otworu wiertniczego z rejonu Kamienia Plebańskiego, w którym nawiercono iłowce formacji łupków z Gór Pieprzowych, znaleziono wymieszane zespoły akritarch (morski fitoplankton), na podstawie których ich wiek udokumentowano na środkowy i późny kambr (ryc. 5) (Szczepanik 2001). W ostatnim okresie, w kompleksach iłowcowych odsłoniętych w zachodniej części Gór

Pieprzowych znaleziono materię organiczną i nieliczne akritarchy wskazujące na środkowokambryjski wiek skał (Naglik i in. 2015a; Bąk i in. 2017).



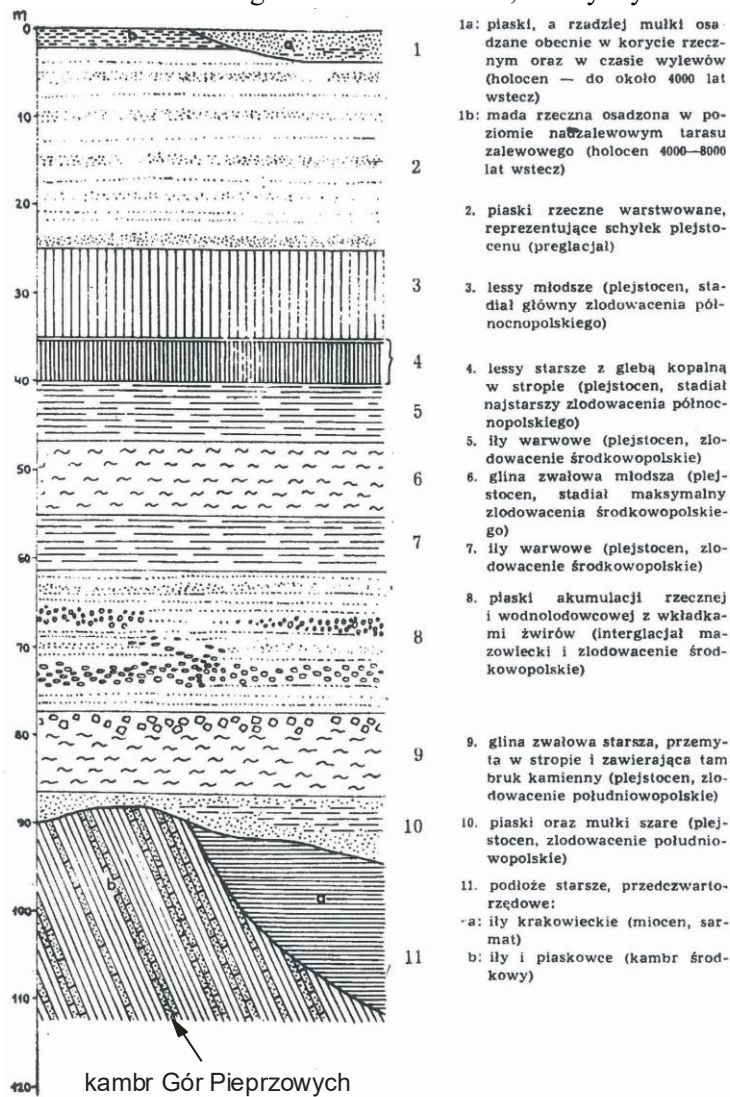
Ryc. 5. Pozycja stratygraficzna osadów kambru formacji łupków z Gór Pieprzowych w otworze wiertniczym Kamień Plebański PIG 1 (wg Szczepanik 2001)

Z przedstawionych powyżej wyników badań stratygraficznych wynika, że w całym profilu odsłoniętych osadów kambru w Górach Pieprzowych, jedynie ich niewielki fragment z rejonu dawnego kamieniołomu został dobrze udokumentowany na kambr środkowy. Pozostała, dominująca część osadów kambru, głównie laminowanych iłwców, nie ma pewnej dokumentacji stratygraficznej. Utwory te, podobnie jak odsłonięte w nieczynnym kamieniołomie, były zaliczane ogólnie do kambru środkowego (Michniak, Żak 1962; Michniak, Orłowski 1963; Orłowski 1964a,b, 1975, 1981, 1988a,b, 1992a,b, 1997; Jaworowski, Sikorska 2006). Jedynie Kowalczewski (1990, 1993, 1995) skłonny był włączyć część tych utworów do kambru dolnego.

Na zerodowanej powierzchni osadów kambru Gór Pieprzowych leżą utwory czwartorzędowe. W dolnej części reprezentowane są przez glinę zwałową złożoną ze zróżnicowanego litologicznie, niewysortowanego osadu, w tym otoczków skał granitoidowych pochodzących ze Skandynawii (fot. 18). Osady gliny zwałowej są pozostałością po obecności na tym terenie lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego ze środkowego plejstocenu, który dotarł do okolic Sandomierza. Powyżej gliny zwałowej, w okolicy Gór Pieprzowych i Sandomierza leżą młodsze osady czwartorzędowe reprezentowane głównie przez łą warwowe, lessy, mady i piaski (ryc. 6) (Bielecka 1964, 1967, 1968a,b; Fijałkowska, Fijałkowski 1982)



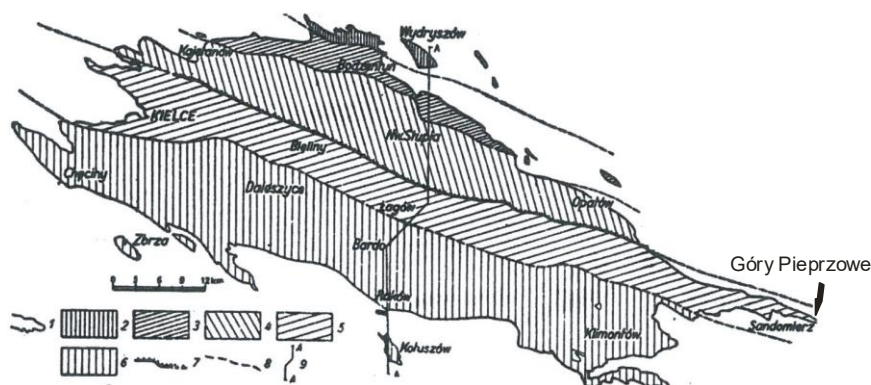
Fot. 18. Osady gliny zwalowej leżące na zerodowanej powierzchni mułowców bezstrukturalnych kambru środkowego. Kamień Łukawski, nieczynny kamieniołom (fot. J. Malec).



Ryc. 6. Profil litostatygraficzny utworów geologicznych w rejonie Gór Pieprzowych i Sandomierza (wg Fijałkowska, Fijałkowski 1982)



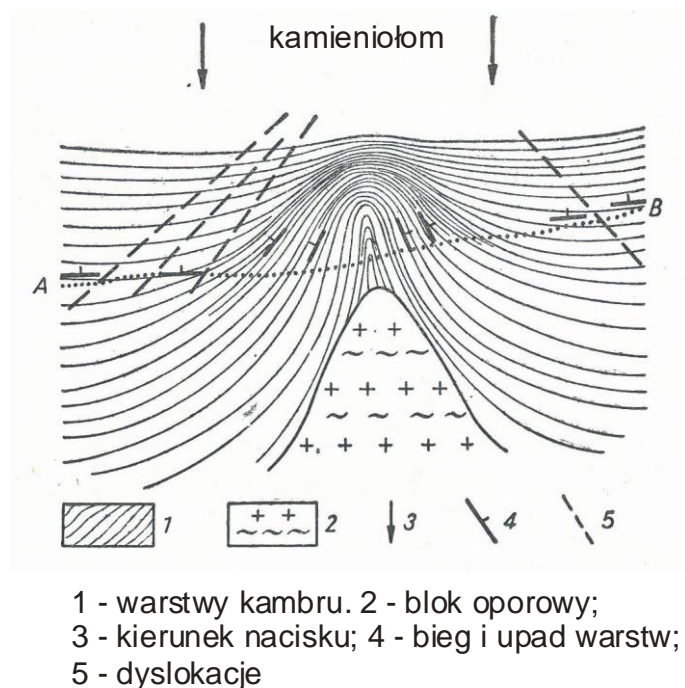
**Na tle głównych struktur tektonicznych** Gór Świętokrzyskich, tradycyjnie wyróżnionych w postaci dwóch regionów: kieleckiego i łysogórskiego, obszar Gór Pieprzowych zajmuje kontrowersyjne położenie w stosunku do obu regionów. Przez jednych badaczy lokowany jest w regionie kieleckim (np. Orłowski 1975), podczas gdy inni plasują go w regionie łysogórskim (np. Kowalczewski i in. 2006). Charakterystyka litologiczna oraz termiczna (maksymalna temperatura do jakiej zostały podgrzane skały) serii skalnych odsłoniętych w Górach Pieprzowych, odbiega od wyżej wymienionych cech przypisywanych dla typowych sekwencji skał paleozoicznych regionu kieleckiego i łysogórskiego (Szczepanik, 1997; Kowalczewski i in. 2006). Rejonem, z którym łączy Góry Pieprzowe największe powinowactwo tektoniczne, jest obszar wyróżniony przez Kowalczewskiego i Rubinowskiego (1962) jako centralna strefa synklinalna, zaliczana do północnej części regionu kieleckiego (ryc. 7).



Ryc. 7. Przeglądowa mapa głównych elementów tektonicznych paleozoiku świętokrzyskiego (wg Kowalczewski, Rubinowski 1962) z lokalizacją Gór Pieprzowych  
 1- granica paleozoiku świętokrzyskiego; 2 – strefa antyklinalna północna; 3 – strefa synklinalna północna; 4 – strefa monoklinalna łysogórska; 5 – strefa synklinalna centralna; 6 – strefa antyklinalna południowa; 7 – główne nasunięcie łysogórskie; 8 – granica wydzielonych jednostek

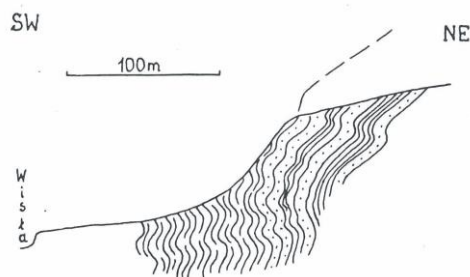
Pomimo stosunkowo dobrego odsłonięcia skał kambryjskich w Górach Pieprzowych, na temat ich budowy tektonicznej wyrażane były zróżnicowane opinie. Według Oberca (1962), utwory kambru zostały intensywnie przefalutowane, a transport tektoniczny skał w czasie głównego fałdowania był skierowany ku południowemu zachodowi. Z zachodu na wschód Gór Pieprzowych, Żak (1962) wydzielił pięć odcinków charakteryzujących się różnym układem przestrzennym warstw. W piątym z nich, zlokalizowanym w obrębie nieczynnego kamieniołomu w Kamieniu Łukawskim stwierdził silne wytłoczenia wkładek kwarcytowych i zbitcie ich w bloki o dużych rozmiarach. Deformacje warstw piaszczynowych badacz ten uznał za podobne do zsuwów podmorskich. Według Żaka (op. cit.) zaburzenia te spowodowane zostały obecnością w

podłożu prekambryjskim Gór Pieprzowych bloku oporowego, ponad którym występuje duża forma antyklinalna o stromo nachylonych skrzydłach, z jądrem w rejonie Kamienia Łukawskiego, charakteryzująca się silnym zaangażowaniem tektonicznym skał (ryc. 8).



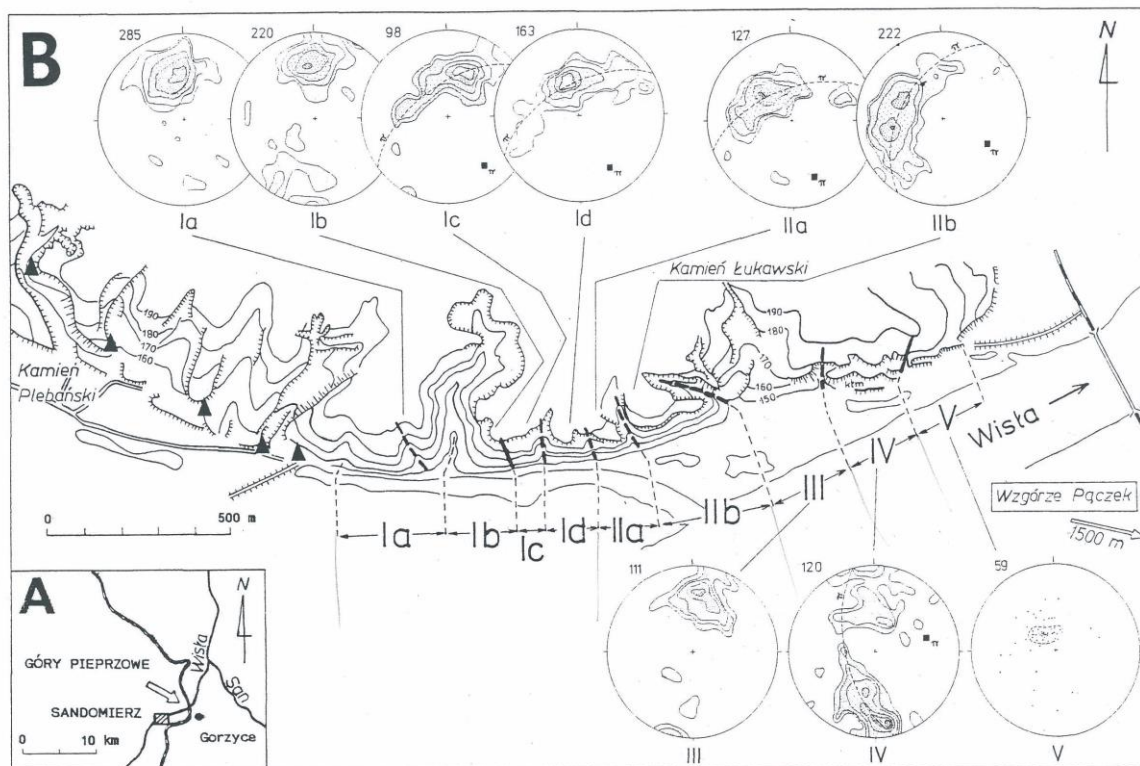
Ryc. 8. Schemat powstawania antykliny Kamienia Łukawskiego (wg Żak 1962)

Według Kotańskiego (1968), występujące w kamieniołomie duże bloki piaskowcowe zostały tektonicznie wciśnięte w osady łupkowe. W opinii Mastelli i Mizerskiego (1981) oraz Mizerskiego (1998), przeważająca część zaburzeń w profilu Gór Pieprzowych powstała we wczesnym etapie powstawania osadów, a część deformacji ma charakter fałdów z płynięcia, podobnych do analogicznych struktur opisywanych z fliszu karpackiego. Na przeważającym obszarze wychodni kambru autorzy ci stwierdzili północne nachylenie warstw, a całą serię skalną Gór Pieprzowych uznali za stromą fleksurę nachyloną na północ (ryc. 9), powstałą w czasie ruchów laramijskich na przełomie kredy i paleogenu, około 65 mln lat temu (Mizerski 1992). Według Mizerskiego (1995, 1997, 1998), deformacje w postaci fałdów z płynięcia z obszaru Gór Pieprzowych są najstarsze w kambrze regionu kieleckiego.



Ryc. 9. Schematyczny przekrój geologiczny przez utwory kambru Gór Pieprzowych (wg Mastella, Mizerski 1981)

W profilu kambru wschodniej części Gór Pieprzowych, Mardal (1993) wyróżnił pięć odcinków jednorodnych strukturalnie, oddzielonych strefami tektonicznymi (ryc. 10).



uskoki ▲ izolowane większe odsłonięcia —la— zasięgi odcinków

Ryc. 10. Szkic topograficzny Gór Pieprzowych z zestawieniem położenia warstw (wg Mardal, 1993)

Poza strefą obejmującą rejon nieczynnego kamieniołomu, gdzie warstwy zapadają na południe, mają położenie pionowe lub zapadają stromo na północ, w pozostałych wyróżnionych strefach warstwy skał kambryjskich zapadają na północ. Badacz ten zauważył, że duża część fałdów wykazuje cechy zaburzeń z płynięcia, a we wschodniej części odsłoneń kambru odnotował obecność powierzchni nasunięcia, gdzie czarne łupki leżą na nad łupkami szarymi.

W profilu kambru Gór Pieprzowych występują zmienne wartości biegu i upadu warstw (Malec, 2011b). W kilku profilach stwierdzono ich odwrócone położenie (tab.1).

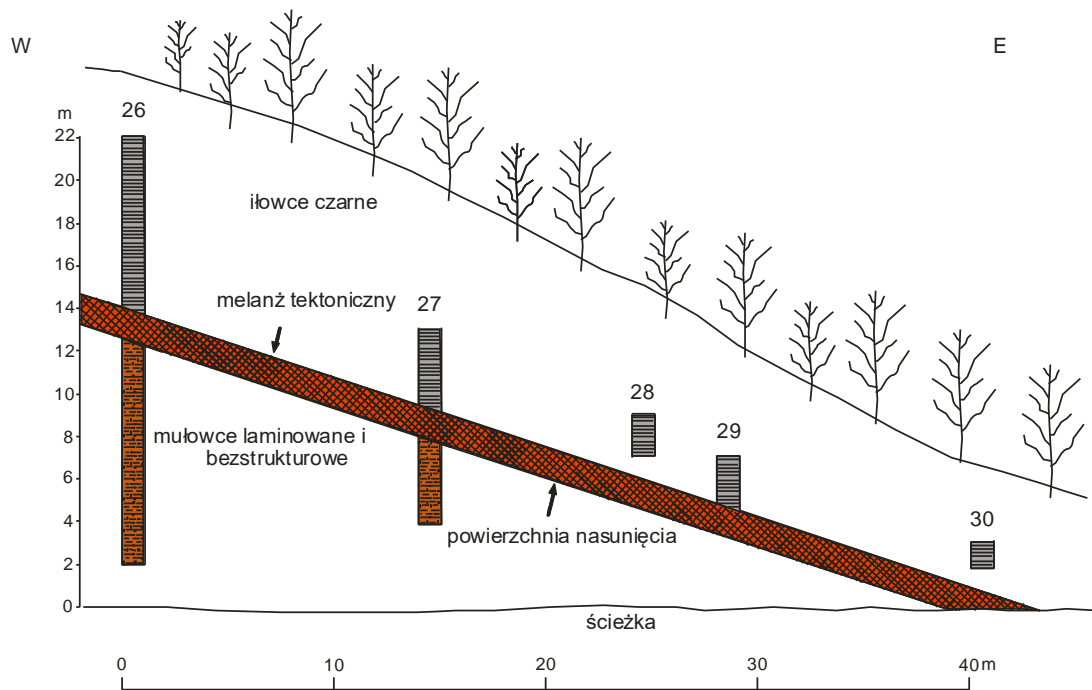
Tabela 1

Numer odsłonięcia	Lokalizacja	Bieg i upad warstw	Położenie warstw
1	N: 50°41'3.56 E: 21°46'42.28	81/63 N	normalne
2	N: 50°41'2.64 E: 21°46'46.32	72/82 N	normalne
3	N: 50°41'2.16 E: 21°46'49.86	68/43 N; 81/40 N	normalne
4	N: 50°41'2.04 E: 21°46'51.72	36/76 N	normalne
5	N: 50°41'1.98 E: 21°46'54.90	50/64 N	normalne
7	N: 50°41'2.75	108/48 N	odwrócone

	E: 21°47'10.47		
8	N: 50°41'3.02 E: 21°47'13.99	18/47 NW	?
9	N: 50°41'4.05 E: 21°47'24.09	175/48 W	normalne
10	N: 50°41'5.33 E: 21°47'31.43	12/50 NW	odwrócone
11	N: 50°41'6.45 E: 21°47'39.5	144/68 SW	normalne
12	N: 50°41'8.7 E: 21°47'44.81	108/56 N; 112/84 N	normalne
13	N: 50°41'8.04 E: 21°47'46.03	153/45 SW	odwrócone
14	N: 50°41'8.28 E: 21°47'48.00	131/75 N	?
15	N: 50°41'8.22 E: 21°47'48.36	135/82 N	?
16	N: 50°41'8.88 E: 21°47'49.86	135/60N; 108/72 N	normalne
18	N: 50°41'9.18 E: 21°47'53.32	130/72 N	?
19	N: 50°41'9.18 E: 21°47'54.72	144/40 N	?
21	N: 50°41'10.1 E: 21°48'1.19	108/40 S	normalne ?
Kamieniołom	N: 50°41'9.42 E: 21°48'0.54	117/50 S; 95/72 S; 82/77 S; 72/85 N	normalne i odwrócone
22	N: 50°41'10.02 E: 21°48'6.84	126/54 S	normalne
23	N: 50°41'10.68 E: 21°48'9.64	78/36 N; 128/40 N	normalne
25	N: 50°41'12.32 E: 21°48'13.47	53/42 N; 77/23 N	odwrócone
26	N: 50°41'11.88 E: 21°48'15.48	54/55 N; 60/24 N	odwrócone (mułowce)
28	N: 50°41'11.40 E: 21°48'16.14		?
29	N: 50°41'12.06 E: 21°48'16.50	72/51 N	?
30	N: 50°41'12.24 E: 21°48'17.46	74/59 N	?

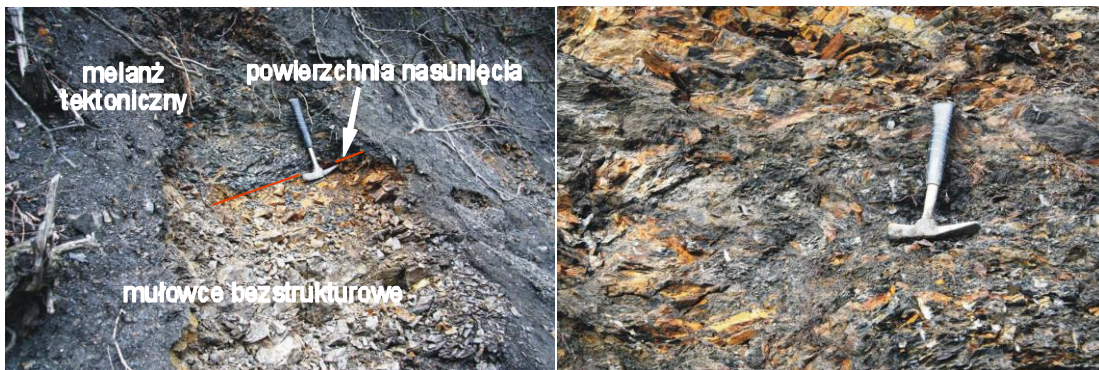
Według Malca (2011a,b, 2012), we wschodniej części Gór Pieprzowych (rejon odsłonięcia 20; ryc. 3) przebiega strefa tektoniczna, gdzie graniczą ze sobą iłowce laminowane z piaskowcami cienko- i średnioławicowymi oraz laminowanymi mułowcami. Osady mułowcowe występujące na wschód od tej strefy, włącznie z mułowcami bezstrukturalnymi i laminowanymi z licznym udziałem chaotycznie rozmieszczonych piaskowców, tworzą strukturę wyróżnioną jako olistostroma, tworzącą łuskę tektoniczną graniczącą od południa i od północy z silnie zdeformowanymi i zdyslokowanymi kompleksami iłowców laminowanych (ryc. 3). Na

wschodnim skraju Gór Pieprzowych, silnie zaburzone tektonicznie iłowce laminowane nasunięte są na szarobrunatne mułowce laminowane i mułowce bezstrukturalne (ryc. 11)



Ryc. 11. Strefa nasunięcia tektonicznego na wschodnim krańcu Gór Pieprzowych (wg Malec 2011b)

Strefa nasunięcia manifestuje się obecnością serii skalnej o miąższości około 80 cm złożonej z silnie wymieszanych i zdeformowanych iłowców, mułowców i piaskowców. Występujące w niej osady mają cechy typowego melanżu tektonicznego (fot. 19, 20).



Fot. 19

Fot. 20

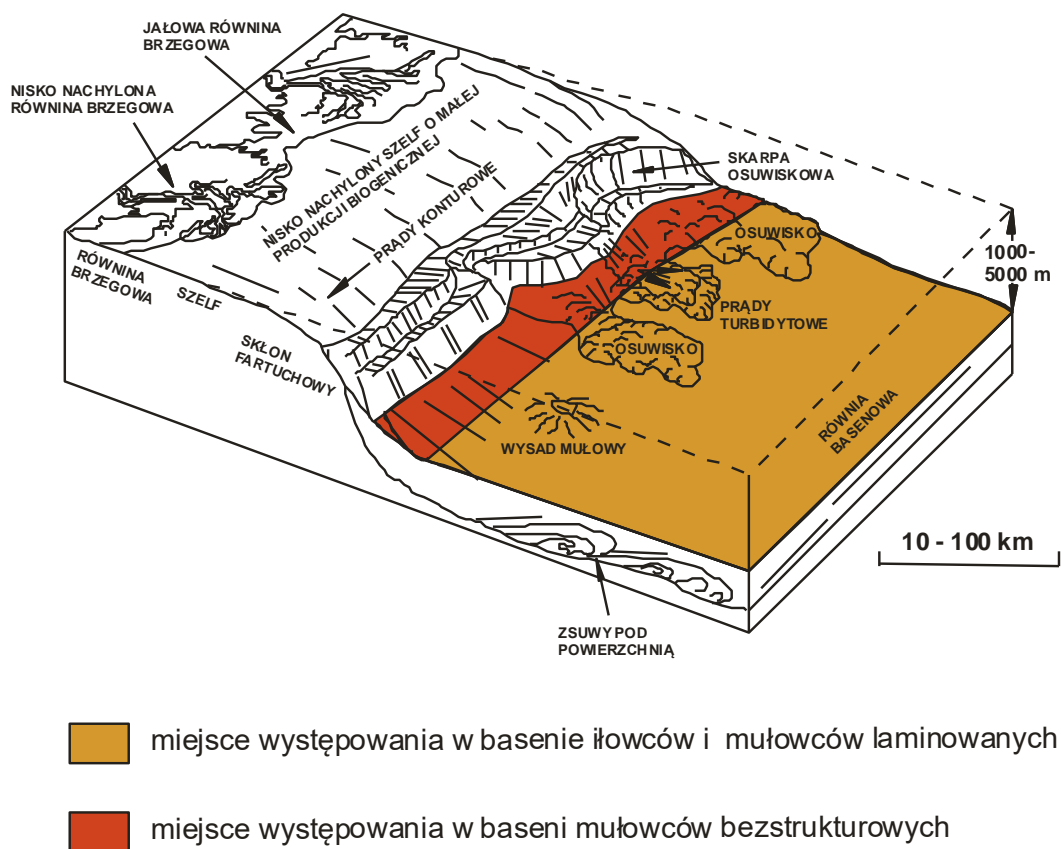
Osady kambru ze strefy nasunięcia tektonicznego na wschodnim krańcu Gór Pieprzowych

Fot. 19. Strefa nasunięcia oddzielająca mułowce bezstrukturalne od osadów melanżu tektonicznego; Fot. 20. Silnie zdeformowane tektonicznie i wymieszane iłowce, mułowce i piaskowce ze strefy melanżu tektonicznego (Fot. J. Malec).

Obecność w odsłonięciu 20 piaskowców cienko- i średnioławicowych o odwróconym położeniu warstw, oraz leżąca w ich obrębie duża struktura piaskowcowych toczenców osuwiskowych, wskazują na początek aktywności tektonicznej wznoszącej na obrzeżach basenu. Apogeum tej aktywności przypada na okres sedymentacji mułowców laminowanych i mułowców bezstrukturalnych z dużym udziałem litoklastów piaskowcowych i mułowcowych. Ostatni typ osadów odpowiada sekwencji skalnej określanej jako olistostroma, złożonej z niewysortowanego, chaotycznego osadu pochodzącego spoza basenu w którym miała miejsce sedymentacja czarnych laminowanych iłowców (np. Jankowski, 2007; Cieszkowski i in. 2009). Duże litoklasty piaskowców i mułowców wchodzące w skład olistostromy reprezentują osady określane jako olistolity (np. Cieszkowski i in. 2012). We wschodniej części Gór Pieprzowych, kompleks osadów olistostromy z chaotycznie rozmieszczonymi olistolitami występuje na odcinku około 0,5 km (ryc. 3). Rzeczywista miąższość osadów olistostromy nie jest znana, ponieważ na jej wschodni kraniec nasunięty jest kompleks czarnych iłowców laminowanych (fot. 19). Z dotychczasowych danych o następstwie litologicznym kompleksów skalnych oraz ich wzajemnych relacji przestrzennych wynika, że utwory kambru Gór Pieprzowych stanowią fragment większego górotworu złożonego z kilku łusek tektonicznych ponasuowanych na siebie z kierunku północnego i północno-wschodniego.

**Na temat środowiska sedymentacji osadów kambru Gór Pieprzowych** wypowiedziano skrajne opinie. Według Orłowskiego (1968), osady iłowcowe i mułowcowe powstały w zbiorniku dość głębokim, poza zasięgiem podstawy fałowania, przy udziale prądów zawieszinowych. Zlepieńce obecne w rejonie nieczynnego kamieniołomu w Kamieniu Łukawskim uważano za osady pochodzące z erozji lokalnych stref wyniesionych ponad poziomem morza (Przewłocki 2000) lub powstałe w wyniku spływów grawitacyjnych na łagodnym stoku morskiego dna (Jaworowski, Sikorska 2006). Według Przewłockiego (2000), przeważająca, iłowcowa i mułowcowa część osadów kambru Gór Pieprzowych powstała w środowisku płytkomorskim, w zasięgu działalności fal sztormowych. Podobna opinia była wyrażana na podstawie badań glonów i akritarch zawartych w iłowcach laminowanych z zachodniej części Gór Pieprzowych (Bąk i in. 2017). Badania prowadzone w ostatnim okresie dostarczyły nowych danych o środowisku sedymentacji osadów kambru Gór Pieprzowych (Malec, 2007, 2010, 2011a,b, 2012; Malec, Salwa 2014). Dominujące w zachodniej i środkowej części Gór Pieprzowych czarne iłowce laminowane reprezentują najbardziej drobnoziarniste osady głębokomorskiej sedymentacji basenowej. Pojawienie się w profilu kambru wschodniej części Gór Pieprzowych zlepieńców, mułowców laminowanych i bezstrukturalnych z litoklastami wskazuje na dostawę do zbiornika osadów terygeniczych pochodzących ze stref

płytkomorskich. Osady mułowców bezstrukturalnych charakteryzuje brak jakiegokolwiek planu w ułożeniu obecnych w nich litoklastów piaskowcowych, transportowanych jako tzw. „bloki w matriks”, oraz ich przypadkowe następstwo w profilu pionowym. W wyniku spływów grawitacyjnych (osuwiskowych) osady te zostały zgromadzone na obszarze skłonu głębokomorskiego basenu o stosunkowo dużym nachyleniu, gdzie następowało wyhamowywanie i depozycja materiału grubookruchowego (ryc. 12). Wykształcenie litologiczne, następstwo stratygraficzne oraz relacje lateralne kompleksów skalnych kambru na obszarze Gór Pieprzowych wskazują, że w najstarszym etapie miała miejsce sedymentacja w środowisku głębokomorskim-basenowym czarnych iłowców laminowanych. Młodsze serie skalne, reprezentowane przez zlepieńce, mułowce laminowane oraz mułowce bezstrukturalne z litoklastami powstały podczas dużej aktywności tektonicznej na obrzeżach środkowokambryjskiego basenu. Obszarem źródłowym osadów mułowcowych oraz stowarzyszonych z nimi spływów grawitacyjnych była bliżej nierozpoznana strefa orogeniczna zbudowana ze skał osadowych. Była ona usytuowana naprzeciwko basenu z sedymentacją osadów kambru, najprawdopodobniej na północ w stosunku do dzisiejszego położenia Gór Pieprzowych.



Ryc. 12. Osady formacji łupków z Gór Pieprzowych na tle modelu głębokomorskiej sedymentacji (wg Reading, Richards 1994)

## Literatura

- Alexandrowicz S. W. 1969. *Thuraminoides sphaeroidalis* Plummer (Foraminifera) from Cambrian beds of the vicinity of Sandomierz. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego* 39 (1-3): 27-34.
- Alexandrowicz S. W. 1972. Góry Pieprzowe – klasyczne odsłonięcie utworów kambru. *Chrońmy Przyrodę Ojczyzną* 28 (5/6): 5-10
- Aleksandrowicz S. W. 1976. Otwornice kambryjskie z Gór Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 26 (6): 362-365.
- Bąk M., Natkaniec-Nowak L., Naglik B., Bąk K., Dulemba P. 2017. Organic-walled microfossils from the Early Middle Cambrian sediments of the Holy Cross Mountains, Poland: Implications for Sedimentary Environment in the SE Margin of the Baltica. *Acta Geologica Sinica* 91 (1): 39-50.
- Bielecka M. 1964. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Zawichost 1 : 50 000. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Bielecka M. 1967. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Sandomierz 1 : 50 000. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Bielecka M. 1968a. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Zawichost 1 : 50 000. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Bielecka M. 1968b. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Sandomierz 1 : 50 000. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Cieszkowski M., Golonka J., Krobicki M., Ślącza A., Waškowska A., Wendorff M. 2009. Olistolity w serii śląskiej i ich związek z fazami rozwoju basenu śląskiego. *Geologia* 35 (1/2): 13-21.
- Cieszkowski M., Golonka J., Ślącza A., Waškowska A. 2012. Role of the olistostromes and olistoliths in tectonostratigraphic evolution of the Ailesian Basin in the Outer West Carpathians. *Tectonophysics* 568-569: 248-265.
- Fijałkowska E., Fijałkowski J. 1982. Problem przydatności surowców ilastych rejonu Sandomierza dla ceramiki garncarskiej. *Rocznik Muzeum Narodowego w Kielcach* 12: 339-367.
- Gürich G. 1892. Über eine cambrische Fauna von Sandomir in Russisch-Polen. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie and Palaeontologie*. Bd. 1. Stuttgart.
- Jankowski L. 2007. Kompleksy chaotyczne w rejonie gorlickim (Polskie Karpaty Zewnętrzne). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 426: 27-52.
- Jaworowski K., Sikorska M. 2006. Łysogóry Unit (Central Poland) versus East European Craton – application of sedimentological data from Cambrian siliciclastic association. *Geological Quarterly* 50 (1): 77-88.
- Kotański Z. 1959. Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich. *Wycieczka* 19. Sandomierz i Góry Pieprzowe. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Kotański Z. 1968. Z plecakiem i młotkiem w Góry Świętokrzyskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Kowalczewski Z. 1990. Grubookruchowe skały kambru na środkowym południu Polski (litostratygrafia, tektonika, paleogeografia). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* 131: 1-82. Warszawa
- Kowalczewski Z. 1993. Coarse-grained Cambrian deposits in Mid-Southern Poland. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 366: 5-37.
- Kowalczewski Z. 1995. Fundamental stratigraphic problem of the Cambrian in the Holy Cross Mts. *Geological Quarterly* 39 (4): 449-470.
- Kowalczewski Z., Rubinowski Z. 1962. Główne elementy tektoniczne paleozoiku antyklinorium świętokrzyskiego. *Przegląd Geologiczny* 10 (9): 451-455.
- Kowalczewski Z., Żylińska A., Szczepanik Z. 2006. Kambry w Górach Świętokrzyskich. W: *Procesy i zdarzenia w historii geologicznej Gór Świętokrzyskich*. 77 Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Ameliówka k. Kielc, 28-30 czerwca 2006 r.: 14-27
- Kozłowski R. 1931. Fosforyty w utworach kambryjskich Sandomierza. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 30: 61.
- Kuhl J. 1931. Sprawozdanie z badań petrograficznych nad utworami środkowo-kambryjskimi Gór Pieprzowych koło Sandomierza. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 29: 24-26.
- Kühn A., Radlicz K. 1988. Nanostruktury spoiwa fosforanowego i formy bakterii podobne w zlepieniu fosforytowym Gór Pieprzowych. *Przegląd Geologiczny* 36 (9): 502-507.
- Malec J. 2007. Sekwencja utworów chaotycznych kambru z Gór Pieprzowych. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 63: 75-76.
- Malec J. 2010. Charakterystyka litologiczno-sedymentologiczna osadów kambru Gór Pieprzowych. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 66: 23-26.
- Malec J. 2011a. Kambry w Górach Pieprzowych. W: *VI Świętokrzyskie spotkania geologiczno-geomorfologiczne*. Ameliówka k. Kielc, 17-18 maja 2011 r.: 64-66.
- Malec J. 2011b. Charakterystyka sedymentologiczna kambru regionu łysogórskiego Gór Świętokrzyskich. *Archiwum CAG PIG-PIB Warszawa*.



- Malec J. 2012. Kambr Gór Pieprzowych w świetle badań sedymentologicznych. W: II Polski Kongres Geologiczny. Warszawa, 17-19 września: 55.
- Malec J., Salwa S. 2014. Stop 10. The Pepper Mountains – Middle Cambrian shales. In: GeoShale 2014. Field trip guidebook. Holy Cross Mts. Palaeozoic mudrocks and carbonates: 22-24.
- Mardal T. 1993. Nowe dane o tektonice Gór Pieprzowych. *Przegląd Geologiczny* 41 (7): 516-520.
- Mastella L., Mizerski W. 1981. Etapy deformacji tektonicznych utworów kambru środkowego Gór Pieprzowych. *Przegląd Geologiczny* 29 (7): 351-355.
- Michniak R., Orłowski S. 1963. Uwagi o tablicy stratygraficznej prekambru i kambru w Górach Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 11 (11): 475-479.
- Michniak R., 1969. Petrografia górnego prekambru (ryfeju) i kambru wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Studia Geologica Polonica* 30: 7-101.
- Michniak R., Żak Cz. 1962. Wycieczka IIIA. Trasa: Kielce – Katuszów – Jasiień – Bazów – Królewiec – Bukówki - Sandomierz (Góry Pieprzowe) - Wąworków - Kielce. W: *Przewodnik 35 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Kielce 16-19 września 1962*: 187-195.
- Mizerski W. 1992. Tektonika utworów kambryjskich obszaru świętokrzyskiego. *Przegląd Geologiczny* 40 (3): 142-146.
- Mizerski W. 1995. Geotectonic evolution of the Holy Cross Mts in central Europe. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* 372: 1-47.
- Mizerski W. 1997. Styl strukturalny starszego paleozoiku Gór Świętokrzyskich. *Posiedzenia Naukowe Państwowego Instytutu Geologicznego* 53: 2-6.
- Mizerski W. 1998 – Podstawowe problemy tektoniki i tektogenezy utworów paleozoicznych Gór Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 46 (4): 337-342.
- Naglik B., Natkaniec-Nowak L., Tobała T., Bąk M. 2015a. Carbonaceous material from the Pepper Mts Shale Formation – a Raman microspectroscopic study. *Mineralogia – Special Paper* 44: 75.
- Naglik B., Tobała T., Natkaniec-Nowak L. 2015a. Inclusions in autigenic quartz from the Pepper Mts Shale Formation – a Raman microspectroscopic study. *Mineralogia – Special Paper* 44: 76.
- Naglik B., Heflik W., Natkaniec-Nowak L. 2016a. Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna utworów klastycznych Gór Pieprzowych (Wyżyna Sandomierska) i produktów ich wietrzenia. *Przegląd Geologiczny* 64 (5): 338-343.
- Naglik B., Natkaniec-Nowak L., Heflik W. 2016b. Mineral assemblages as a record of the evolutionary history of the Pepper Mts. Shale Formation (the Holy Cross Mts.). *Geology, Geophysics & Environment* 42 (2): 161-173.
- Oberc J. 1962. Orientacja struktur liniowych w serii łupkowej kambru Gór Pieprzowych. *Przegląd Geologiczny* 10 (9): 448-451.
- Orłowski S. 1964a. Kambr środkowy i jego fauna we wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Studia Geologica Polonica* 16: 1-94.
- Orłowski S. 1964b. Kambr środkowy w Górach Świętokrzyskich. *Acta Geologica Polonica* 14 (4): 547-560.
- Orłowski S. 1968. Kambr antykliny łysogórskiej Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Geologiczny Uniwersytetu Warszawskiego* 10: 153-218.
- Orłowski S. 1975. Jednostki litostratygraficzne kambru i górnego prekambru Gór Świętokrzyskich. *Acta Geologica Polonica* 25 (3): 431-448.
- Orłowski S. 1981. Stratygrafia kambru Gór Świętokrzyskich. Ogólna charakterystyka rozwoju badań. W: *Przewodnik 53 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Kielce 6-8 września 1981*: 19-27.
- Orłowski S. 1988a. Kambr w Górach Świętokrzyskich. *Przegląd Geologiczny* 36 (1): 5-8.
- Orłowski S. 1988b. Stratigraphy of the Cambrian System in the Holy Cross Mts. *Kwartalnik Geologiczny* 32 (3-4): 525-532.
- Orłowski S. 1992a. Kambr w Górach Świętokrzyskich (W 100-lecie odkrycia). *Przegląd Geologiczny* 40 (3): 137-141.
- Orłowski S. 1992b. Cambrian stratigraphy and stage subdivision in the Holy Cross Mountains, Poland. *Geological Magazine* 129 (4): 471-474.
- Orłowski S. 1997. Fundamental stratigraphic problem of the Cambrian in the Holy Cross Mts. – discussion. *Geological Quarterly* 41 (1): 77-84.
- Przewłocki Z. 2000. Środowisko depozycji kambryjskiej formacji łupków z Gór Pieprzowych, Góry Świętokrzyskie. Rozprawa doktorska. Archiwum Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego: 1-155.
- Racki G., Narkiewicz M. 2006. Polskie zasady stratygrafii. Polska Akademia Nauk. Państwowy Instytut Geologiczny: 1-78. Warszawa.
- Reading H. G., Richards M. 1994. Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. *AAPG Bulletin* 78: 792-822.
- Samsonowicz J. 1916. Materiały do geologii Gór Świętokrzyskich. Kambr i kambro-sylur Gór Świętokrzyskich. Sprawozdania Towarzystwa Naukowego Warszawskiego 9 (4): 321-351.

- Samsonowicz J. 1920. O stratygrafii kambru i ordowiku we wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Sprawozdania Polskiego Instytutu Geologicznego 1 (1): 53-71.
- Siemiradzki J. 1887. Sprawozdanie z badań geologicznych we wschodniej części gór Kielecko-Sandomierskich. Pamiętnik Fizjograficzny 7: 11-37.
- Skompski S. 2018. Historia Geologiczna Gór Świętokrzyskich. Kambr. W: Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej.
- Szczepanik Z. 1997. Preliminary results of thermal alteration investigations of the Cambrian acritarchs in the Holy Cross Mts. Geological Quarterly 41 (3): 257-264.
- Szczepanik Z. 2001. Acritarchs from Cambrian deposits of the southern part of the Łysogóry unit in the Holy Cross Mountains. Geological Quarterly 45 (2): 117-130.
- Szymańska H, 1957. Fosforyty Gór Pieprzowych k. Sandomierza. Przegląd Geologiczny 5 (9): 431-432.
- Wawryk W. 1932. Wyniki mikroskopowo-chemicznej analizy fosforytów kambryjskich z okolic Sandomierza. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 8: 266-272.
- Żak Cz. 1962. Wstępne studium tektoniczne środkowego kambru Gór Pieprzowych. Biuletyn Instytutu Geologicznego 174: 9-49.