

OPIS GEOSTANOWISKA

Jacek Szczepański



Informacje ogólne

Nr obiektu	24	
Nazwa obiektu (oficjalna, obiegowa lub nadana)	Skałki Stoleckie	
Współrzędne geograficzne [WGS 84 – hddd.dddd]	Długość: 16.87436739	Szerokość: 50.59749949
Miejscowość	Stolec	
Opis lokalizacji i dostępności:	Nieczynny kamieniołom położony przy żółtym szlaku około 1 300 m na ENE od zabudowań wsi.	
Długość	380 m	
Szerokość	100 m	
Wysokość	w najwyższym miejscu ok. 15 m	
Powierzchnia	38 000 m ²	

Charakterystyka geologiczna geostanowiska

Wiek geologiczny	Neoproterozik?
Litologia	Dominujące w tym odsłonięciu łupki łuszczkowe to skały drobnoziarniste zbudowane z kwarcu, muskowitu, biotyту i plagioklazu (Fig. 1). Ten ostatni charakteryzuje się zawartością anortytu w granicach 10 do 30 mol% a jedynie sporadycznie jest reprezentowany przez niemal czysty albit. Jako minerały akcesoryczne w tej skale występują turmalin, apatyt oraz minerały nieprzezroczyste. Lokalnie te skały są przeławiczone z wapieniami oraz łupkami kwarcowo-skaleniovymi.
Forma występowania skały	Nieczynny kamieniołom
Geneza i ogólny kontekst geologiczny	<p>Protolitem tych skał był zapewne osad ilasty przeławicony lokalnie z wapieniami oraz poprzecinany żyłami ryolitu (Fig. 2).</p> <p><i>Historia eksploatacji oraz</i> Wapień na Wzgórzu Wapiennym wydobywano z przerwami od 1780 do 1912 roku. Pozostałościami po tych pracach jest sam kamieniołom, grotta oraz sztolnie. Grotta ma głębokość ok. 30 m, szerokość ok. 14 m i wysokość ok. 8 m. Ponadto podziemne wyrobisko obejmuje również małą sztolnię o długości i szerokości kilku metrów oraz sztolnię główną. Otwór wejściowy głównej sztolni znajduje się w NE zboczu Góry Wapiennej. Główna sztolnia jest utworzona z systemu podziemnych korytarzy i hal o wysokości od 3 do 10 m i łącznej długości ok. 600 m. W podziemnych wyrobiskach panuje stosunkowo niska temperatura nieprzekraczająca 5 °C i wysoka wilgotność względna powietrza.</p> <p><i>Ogólny kontekst geologiczny</i> Opisywany zespół skalny odsłaniający się na Wzgórzu Wapienna tworzył zapewne pierwotnie kompleks wulkaniczno-osadowy przypuszczalnie wieku neoproterozoicznego i opiera się jedynie o podobieństwa do innych utworów skalnych odsłaniających się w Sudetach. Niestety dla skał odsłaniających się w paśmie kamienieckim nie dysponujemy wiarygodnymi znaleziskami fauny, datowaniami izotopowymi wulkanitów, które często przewarstwiają się z łupkami łuszczkowymi czy też datowaniami izotopowymi cyrkonów detrytycznych występujących w łupkach łuszczkowych.</p> <p><i>Inwentarz struktur deformacyjnych</i> W skałach tych zachowany jest zestaw dwóch generacji struktur planarnych. Najstarsza struktura planarna widoczna jest jako foliacja S₁. Charakteryzuje ją stroma,</p>

niemal pionowa orientacja, którą z łatwością dostrzec możemy w omawianym punkcie, ale też w większości odsłoneń na obszarze pasma Kamienieckiego. Poszczególne laminy zorientowane równolegle do wspomnianej foliacji wykazują zmienną barwę, która jest uzależniona od składu mineralnego. Obserwacje te dowodzą, że opisywana foliacja jest przypuszczalnie równoległa do warstwowania sedymentacyjnego S_0 . Z tego powodu można uznać, że penetratywna w tym odsłonięciu foliacja jest strukturą złożoną $S_0=S_1$. Strome ustawienie pierwotnie sedymentacyjnego warstwowania S_0 jest interpretowane jako efekt fałdowania (Fig. 3 i 4). W konsekwencji należy uznać, że powierzchnia S_0 jest ujęta w fałdy F_2 . Ponadto w kilku miejscach kamieniołomu dostrzec możemy, że stromą foliację $S_0=S_1$ przecina połogo zalegający, niemal poziomy kłiważ S_2 . Jest to struktura niepenetratywna, a zatem pojawiająca się tylko lokalnie w kilku miejscach (Fig. 5 i 6). Wspomniane fałdy F_2 są strukturami o rozmiarach regionalnych, czyli przekraczających wielkość pojedynczego odsłonięcia. Jednak na podstawie geometrii drobnych struktur deformacyjnych oraz ich przestrzennego ułożenia można opisać geometrię fałdów F_2 . Geometria drobnych fałdów widocznych w kamieniołomie, które deformują foliację $S_0=S_1$ oraz relacja starszej foliacji $S_0=S_1$ do kłiważu S_2 wskazują, że opisywane odsłonięcie znajduje się na stromym, odwróconym skrzydle fałdu F_2 (Fig. 7; Mazur and Józefiak, 1999).

Zapis metamorfizmu i deformacji (modele ewolucji tektonometamorficznej)

Skały odsłaniające się na obszarze pasma kamienieckiego noszą zapis wielofazowego metamorfizmu. Studia nad strukturami deformacyjnymi na tym obszarze prowadzili ((Dziedzicowa, 1987); (Cymerman, 1991); (Cymerman and Piasecki, 1994); (Achramowicz et al., 1997); (Nowak, 1998); (Mazur and Józefiak, 1999); (Józefiak, 2000)).

Najnowszy model opisujący ewolucję tektonometamorficzną tego obszaru zakłada, że skały pasma kamienieckiego są ujęte w trzy jednostki tektoniczne stanowiące przypuszczalnie fragmenty płaszczowin tektonicznych. Zostały one uformowane a następnie ze sobą zestawione w trakcie warszawskiej kolizji terranów, która doprowadziła do powstania tej części orogenu warwicyjskiego. Możemy uznać, że w tym sektorze pasma warwicyjskiego opisywana kolizja rozgrywała się pomiędzy strukturami Sudetów Środkowych i Wschodnich. Bezpośrednim następstwem wspomnianej kolizji było nie tylko uformowanie i zestawienie płaszczowin tektonicznych, ale także późniejsze przełażdowanie tak powstałego stosu płaszczowin. W konsekwencji powstały fałdy F_2 , których rozmiary przekraczają wielkość pojedynczego odsłonięcia. W tym czasie rozwinęła się foliacja S_2 , która jest kłiważem osiowym fałdów F_2 . Ponieważ Skałki Stołeczkie znajdują się na stromym, odwróconym skrzydle fałdu F_2 to powstały w trakcie jego formowania kłiważ S_2 ma poziomą orientację.

Wspomniane trzy jednostki tektoniczne, które odsłaniają się na obszarze pasma kamienieckiego mogą być zidentyfikowane dzięki odmiennemu zapisowi metamorfizmu. Idąc od dołu ku górze opisywanej sekwencji są to następujące jednostki: Bycznia, Kamieńca oraz Chałupek. Ostatnie dwie spośród wymienionych jednostek zawierają soczewki eklogitów i granulitów, czyli skał wysokociśnieniowych ((Achramowicz et al., 1995); (Achramowicz et al., 1997)). Oznacza to, że stopień metamorfizmu wzrasta w obrębie opisanego kompleksu skalnego wschodowi, czyli od dołu sekwencji skalnej ku jego stropowi. Maksymalne temperatury metamorfizmu w jednostce Bycznia wynosiły 590 °C przy 10,5 kbar (Józefiak, 2000) lub 579 °C przy 7.4 kbar. Natomiast w jednostce Chałupek 750-790 °C (Achramowicz et al., 1995). Cała sekwencja od spągu jest ograniczona przez nasunięcie Paczkowa. Ta nieciągłość tektoniczna oddziela skały pasma kamienieckiego od niżej leżącego masywu amfibolitowego Niedźwiedzia (Mazur and Józefiak, 1999). Uważa się, że wspomniane nasunięcie może stanowić przedłużenie nasunięcia Nyznerovskiego, które jest interpretowane jako granica pomiędzy strukturami Sudetów Środkowych i Wschodnich (Skacel, 1989).

	<p><i>Ramy czasowe procesów tektonometamorficznych</i></p> <p>Ustalenie ram czasowych dla opisywanych wydarzeń w opisywanym terenie jest problematyczne ze względu na ubóstwo danych. Obecnie dysponujemy jedynie datowaniami izotopowymi wykonanymi metodą Ar-Ar na hornblendzie pochodzącej z eklogitów odsłaniających się w pasmie Kamienieckim w okolicy Kamieńca Żąbkowickiego. Wspomniane datowania dostarczyły wieku ok. 376 Ma (Steltenpohl et al., 1993), które są najprawdopodobniej zapisem metamorfizmu wysokociśnieniowego na tym obszarze. A zatem jest to prawdopodobnie maksymalny wiek metamorfizmu w pasmie kamienieckim. Natomiast minimalny wiek metamorfizmu na tym obszarze wyznacza przypuszczalnie wiek intruzji granitoidowych przecinających skały metamorficzne pasma kamienieckiego i sąsiadujących z nimi skał strefy mylonitycznej Niemczy. Ich wiek, oznaczony metodami U-Pb na cyrkonach, wynosi ok. 342-335 Ma ((Oliver et al., 1993); (Pietranik et al., 2013)).</p> <p>Konsekwentnie należy przyjąć, że metamorfizm i deformacja na obszarze pasma kamienieckiego rozgrywały się w okresie od ok. 376 do ok. 335 Ma, czyli od późnego dewonu po wczesny karbon.</p>
<p>Opis geologiczny (popularno-naukowy)</p>	<p>Dominującą skałą w tym odsłonięciu są szare łupki łuszczkowe w obrębie których występuje soczewka marmurów i wkładki jasnokremowych łupków kwarcowo-skaleniovych. Ten inwentarz skalny wskazuje, że opisywany fragment pasma kamienieckiego tworzy sukcesja wulkaniczno-osadowa, która była utworzona z osadów ilastych przeławiconych z wkładkami wapieni oraz intrudowanych przez kwaśne skały wulkaniczne reprezentowane zapewne ryolity.</p> <p>Wiek opisywanej sukcesji wulkaniczno-osadowej pozostaje nieznany ponieważ nie dysponujemy wiarygodnymi znaleziskami fauny, datowaniami izotopowymi wulkanitów, które często przewarstwiają się z łupkami łuszczkowymi czy też datowaniami izotopowymi cyrkonów detrytycznych występujących w łupkach łuszczkowych. Dlatego jedynie na podstawie podobieństwa do innych skał odsłaniających się w Sudetach przypuszczamy, że cała sukcesja wulkaniczno-osadowa budująca pasmo kamienieckie może być wieku neoproterozoicznego.</p> <p>W skałach tych zachowany jest zestaw dwóch generacji struktur planarnych. Najstarsza struktura planarna widoczna jest jako foliacja S_1. Charakteryzuje ją stroma, niemal pionowa orientacja, którą z łatwością dostrzec możemy w omawianym punkcie, ale też w większości odsłonień na obszarze pasma Kamienieckiego. Poszczególne laminy zorientowane równoległe do wspomnianej foliacji wykazują zmienną barwę, która jest uzależniona od składu mineralnego. Obserwacje te dowodzą, że opisywana foliacja jest przypuszczalnie równoległa do warstwowania sedymentacyjnego S_0. Z tego powodu można uznać, że penetratywna w tym odsłonięciu foliacja jest strukturą złożoną $S_0=S_1$. Strome ustawienie pierwotnie sedymentacyjnego warstwowania S_0 jest interpretowane jako efekt fałdowania. W konsekwencji należy uznać, że powierzchnia S_0 jest ujęta w fałdy F_2. Ponadto w kilku miejscach kamieniołomu dostrzec możemy, że stromą foliację $S_0=S_1$ przecina połogo zalegający, niemal poziomy kliważ S_2. Jest to struktura niepenetratywna, a zatem pojawiająca się tylko lokalnie w kilku miejscach.</p> <p>Wspomniane fałdy F_2 są strukturami o rozmiarach regionalnych, czyli przekraczających wielkość pojedynczego odsłonięcia. Jednak na podstawie geometrii drobnych struktur deformacyjnych oraz ich przestrzennego ułożenia można opisać geometrię fałdów F_2. Geometria drobnych fałdów widocznych w kamieniołomie, które deformują foliację $S_0=S_1$ oraz relacja starszej foliacji $S_0=S_1$ do kliważu S_2 wskazują, że opisywane odsłonięcie znajduje się na stromym, odwróconym skrzydle fałdu F_2 (Mazur and Józefiak, 1999).</p> <p>Metamorfizm jaki został zapisany przez te skały przebiegał w warunkach facji amfibolitowej przy temperaturze ok. 580-590 °C przy ciśnieniu rzędu 7.5 – 10.5 kbar. Przytoczone ciśnienia wskazują, że kompleks skalny odsłaniający się na Górze Wapiennej w trakcie metamorfizmu był pogrążony na głębokościach rzędu 30-40 km.</p>

	Opisywane wydarzenia metamorfizmu i związanej z nim deformacji zachodziły w trakcie formowania się wschodniej części orogenu wartyjskiego podczas kolizji struktur Sudetów Środkowych i Wschodnich.
Historia badań naukowych	Prowadzone na tym obszarze prace badawcze skupiały się głównie wokół zagadnień dotyczących deformacji oraz metamorfizmu łupków łuszczkowych. Do najważniejszych prac traktujących o tych skałach należą (Dziedzicowa, 1987); (Mazur and Józefiak, 1999); (Achramowicz, 1994); (Mazur and Józefiak, 1999); (Józefiak, 2000).
Bibliografia (format Lithos)	<p>Achramowicz, S., 1994. Rekonstrukcja paleonaprężeń związanych z intruzją hercyńskich granitoidów masywu Strzelina na podstawie analizy struktur dylatacyjnego odkształcenia odśrodkowego. <i>Ann. Soc. Geol. Pol.</i> 63, 265–332.</p> <p>Achramowicz, S., Muszyński, A., Schliestedt, M., 1995. Wskaźniki wysokotemperaturowej deformacji gnejsów z Doboszowic. <i>Pol. Towar. Mineral. Pr. Spec.</i> 6, 18–20.</p> <p>Achramowicz, S., Muszyński, A., Schliestedt, M., 1997. The northeasternmost eclogite occurrence in the Saxothuringian Zone, West Sudetes (Poland). <i>Chem. ERDE-Geochem.</i> 57, 51–61.</p> <p>Cymerman, Z., 1991. Czy w Sudetach są terrany? <i>Przegląd Geol.</i> 39, 450–457.</p> <p>Cymerman, Z., Piasecki, M., 1994. The terrane concept in the Sudetes, Bohemian Massif. <i>Kwart. Geol.</i> 38, 191–210.</p> <p>Dziedzicowa, H., 1987. Rozwój strukturalny i metamorfizm we wschodnim obrzeżeniu gnejsów Gór Sowich. <i>Acta Univ Wratislaviensis Pr. Geol.-Min</i> 10, 221–247.</p> <p>Józefiak, D., 2000. Geothermobarometry in staurolite-grade mica schists from the southern part of the Niemcza-Kamieniec Metamorphic Complex (Fore-Sudetic Block, SW Poland). <i>Neues Jahrb. Für Mineral. - Abh.</i> 175, 223–248.</p> <p>Mazur, S., Józefiak, D., 1999. Structural record of Variscan thrusting and subsequent extensional collapse in the mica schists from vicinities of Kamieniec Żąbkowicki, Sudetic foreland, SW Poland. <i>Ann. Soc. Geol. Pol.</i> 69, 1–26.</p> <p>Nowak, I., 1998. Polyphase exhumation of eclogite-bearing high-pressure mica schists from the Fore-Sudetic Block, SW Poland. <i>Geol. Sudet.</i> 31, 3–31.</p> <p>Oliver, G., Corfu, F., Krogh, T., 1993. U-Pb ages from SW Poland - evidence for a Caledonian suture zone between Baltica and Gondwana. <i>J. Geol. Soc.</i> 150, 355–369.</p> <p>Pietranik, A., Storey, C., Kierczak, J., 2013. The Niemcza diorites and monodiorites (Sudetes, SW Poland): a record of changing geotectonic setting at ca. 340 Ma. <i>Geol. Q.</i> 57. doi:10.7306/gq.1084</p> <p>Skacel, J., 1989. Crossing of the Lugian boundary fault with Nyznerov dislocation belt between Vapenna and Javornik in Silesia. <i>Acta Univ. Palacki. Olomuc.</i> 95, 31–45.</p> <p>Steltenpohl, M.G., Cymerman, Z., Krogh, E.J., Kunk, M.J., 1993. Exhumation of eclogitized continental basement during Variscan lithospheric delamination and gravitational collapse, Sudety Mountains, Poland. <i>Geology</i> 21, 1111–1114.</p>
Uwagi	<p>Na obszarze kamieniołomu został utworzony Rezerwat Faunistyczny „Skałki Stoleckie”. Zajmuje on powierzchnię 2,03 ha i jego głównym celem była ochrona naturalnych zbiorowisk roślinnych oraz ochrona rzadkich gatunków owadów: obrostki murówki oraz trzech gatunków błonkówek. Były to jedyne w Polsce stanowiska tej pszczoły. Dziś Skałki Stoleckie są rezerwatem tylko z nazwy, ponieważ ostatnie osobniki zaobserwowano tutaj w 1983 roku.</p> <p>Na terenie rezerwatu Skałki Stoleckie znajduje się sztolnia powstała jako podziemne wyrobisko po wydobyciu wapienia w XVIII i XIXw. Część z pomieszczeń zalanych jest stale wodą tworzącą podziemne jeziora. Zróżnicowane warunki mikroklimatyczne oraz stała roczna temperatura panująca w sztolniach i komorach podziemnych dawnej kopalni zapewniają wielu gatunkom nietoperzy optymalne warunki</p>

	hibernacji. Jest to jedno z najcenniejszych miejsc zimowania nietoperzy na Dolnym Śląsku.
Streszczenie językiem nietechnicznym (do zamieszczenia na stronie internetowej i telefonie komórkowym -ok. 1200 znaków)	<p>Kamieniołom położony na Górze Wapiennej budują głównie łupki łuszczkowe w wkładkami marmurów i łupków kwarcowo-skalieniowych. Ten inwentarz skalny wskazuje, że opisywany fragment pasma kamienieckiego tworzy sukcesja wulkaniczno-osadowa, która była utworzona z osadów ilastych przeławionych z wkładkami wapieni oraz intrudowanych przez kwaśne skały wulkaniczne reprezentowane zapewne ryolity.</p> <p>Wiek opisywanej sukcesji wulkaniczno-osadowej pozostaje nieznanym. Jedynie na podstawie podobieństwa do innych skał odsłaniających się w Sudetach przypuszczamy, że cała sukcesja wulkaniczno-osadowa budująca pasmo kamienieckie może być wieku neoproterozoicznego.</p> <p>W skałach tych zachowany jest bogaty zestaw struktur deformacyjnych dokumentujący złożoną historię deformacji tych skał. Wspomniana historia wiąże się z rozwojem orogenu waryscyjskiego, którego częścią są Sudety.</p> <p>Metamorfizm jaki został zapisany przez te skały przebiegał w warunkach facji amfibolitowej przy temperaturze ok. 580-590 °C przy ciśnieniu rzędu 7.5 – 10.5 kbar. Przytoczone ciśnienia wskazują, że kompleks skalny odsłaniający się na Górze Wapiennej w trakcie metamorfizmu był pograżony na głębokościach rzędu 30-40 km. Opisywane wydarzenia metamorfizmu i związanej z nim deformacji zachodziły w trakcie formowania się wschodniej części orogenu waryscyjskiego podczas kolizji struktur Sudetów Środkowych i Wschodnich.</p>

Wykorzystanie obiektu

Wykorzystanie obiektu do celów edukacyjnych (czego można nauczyć w geostanowisku, m.in. proces, zjawisko, minerały, skały również zagadnienia z ekologii)	<p>W geostanowisku można zaprezentować następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) geometria fałdów, 2) różne generacje struktur planarnych - foliacji, 3) odtwarzanie geometrii większych struktury deformacyjnych na podstawie cech drobnych fałdków, 4) metamorfizm regionalny.
Zagrożenia dla bezpieczeństwa osób odwiedzających geostanowisko	Brak.
Infrastruktura turystyczna w okolicy geostanowiska	Na obszarze dawnego kamieniołomu znajduje się miejsce wypoczynku. Do odsłonięcia prowadzi żółty szlak turystyczny.
Wykorzystanie i zastosowanie skały oraz związane z nią aspekty kulturowe i historyczne	Brak.

Waloryzacja geostanowiska

Ekspozycja	Dobrze wyeksponowany	x	Wymagający przygotowania	
Ocena Atrakcyjności Turystycznej [0-10]	Dostępność [0-4]		4	
	Stopień zachowania [0-4]		4	
	Wartości poza geologiczne [0-2]		2	
Ocena Atrakcyjności Dydaktycznej [0-10]	10			
Ocena Atrakcyjności Naukowej [0-10]	8			

Dokumentacja graficzna

Fig. 1. Łupki łuszczkowe odsłaniające się w kamieniołomie widziane pod mikroskopem.

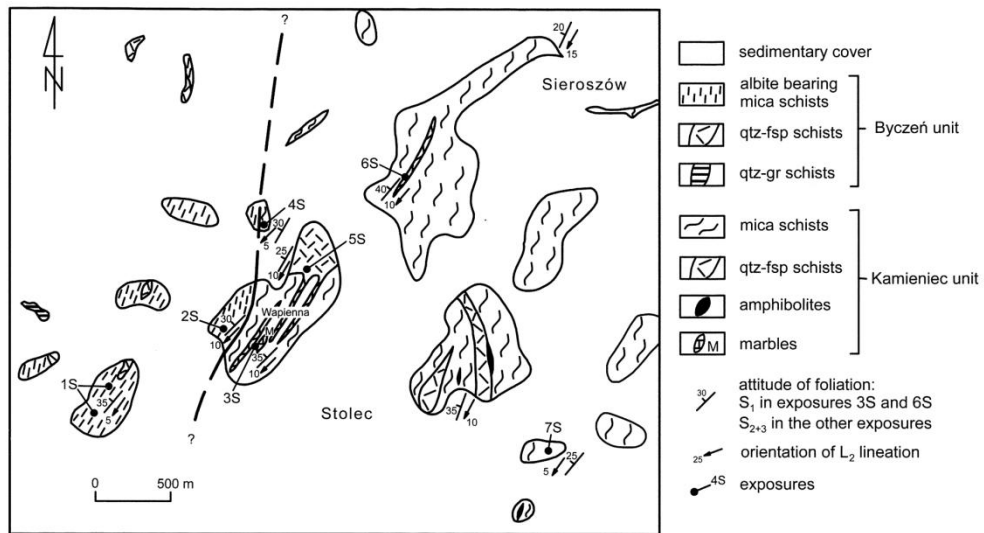


Fig. 2. Schematyczna mapa geologiczna okolic Stolca wg Mazura i Józefiaka (1991).



Fig. 3. Fałdy deformujące powierzchnię foliacji widoczną w łupkach łuszczkowych.

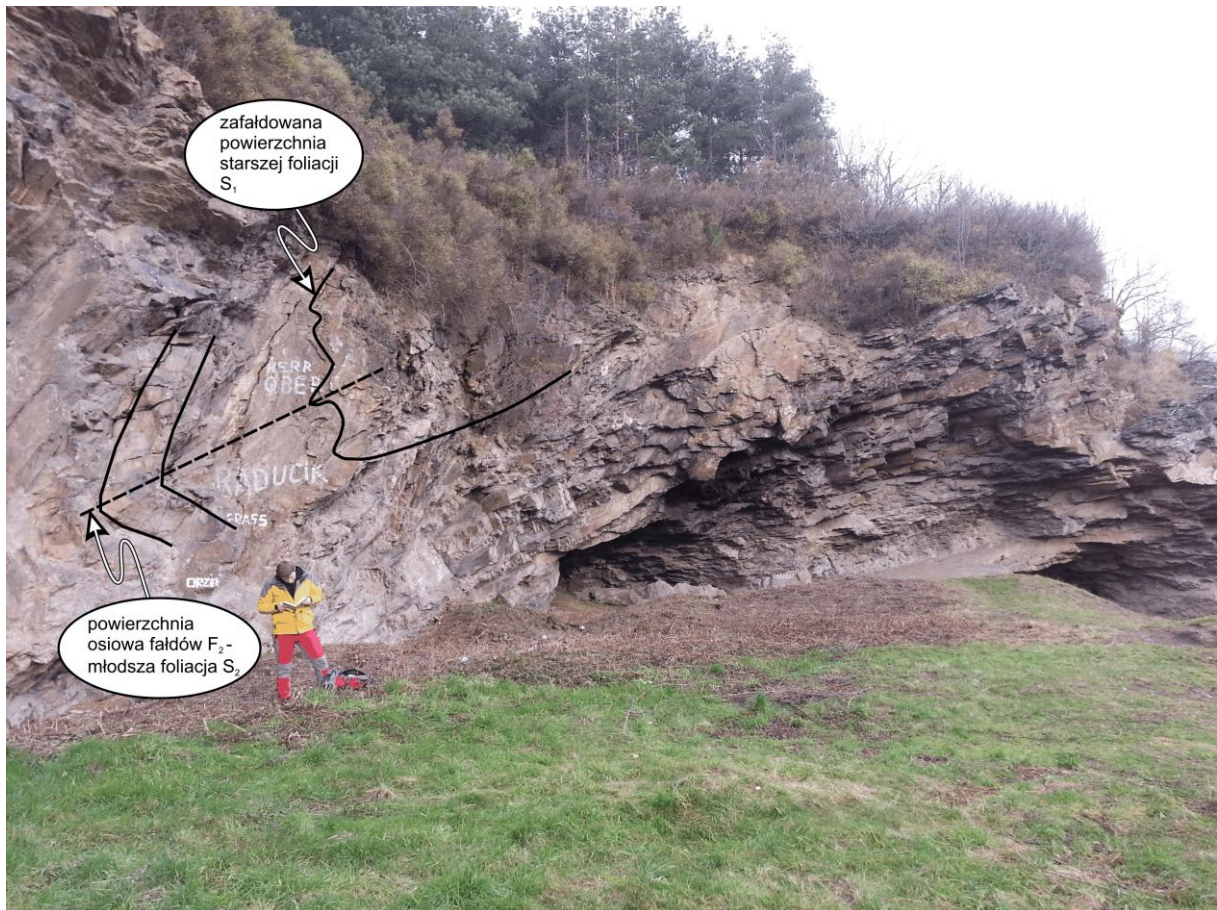


Fig. 4. Schemat objaśniający relacje pomiędzy starszą foliacją S1, fałdami F2 oraz młodszą foliacją S2 w łupkach łuszczkowych.



Fig. 5. Relacje pomiędzy starszą powierzchnią foliacji S_1 wyrażoną przez laminy o zmiennej grubości i barwie, a młodszą powierzchnią foliacji, która ma w tym miejscu charakter spękań S_2 .

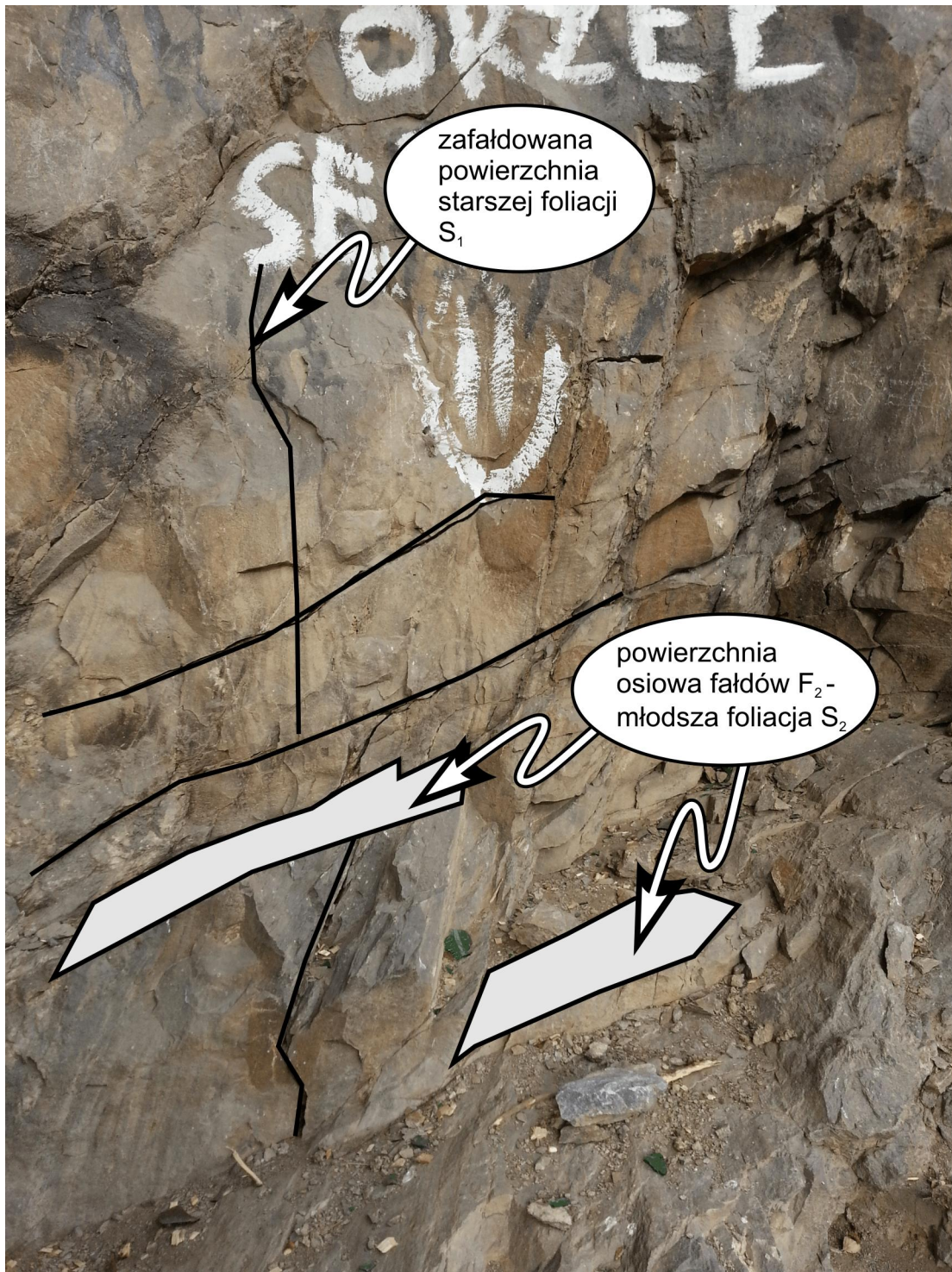


Fig. 6. Relacje pomiędzy starszą powierzchnią foliacji S₁ wyrażoną przez laminy o zmiennej grubości i barwie, a młodszą powierzchnią foliacji, która ma w tym miejscu charakter spękań S₂.

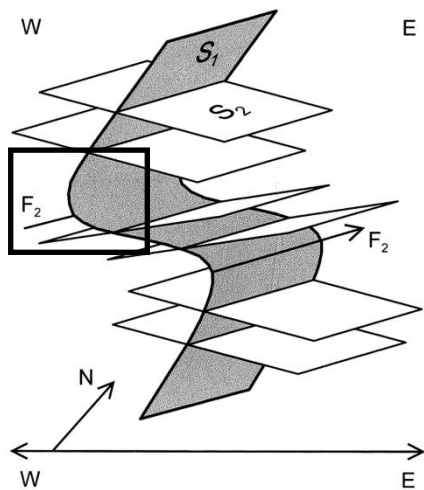


Fig. 5. Położenie kamieniołomu (ramka) w obrębie dużych form fałdowych wg Mazura i Józefiaka (1991).