

Litologia i petrogeneza skał węglanowych z okolic wsi Stolec w metamorfiku Niemczy–Kamieńca

Wojciech Andrzejewski*

Skały węglanowe z okolic miejscowości Stolec występują w formie warstw, o miąższości 1,5–4,5 m oraz wkładek wśród skał krzemianowych — łupków łyszczykowych, łupków i gnejsów skaleniuowo-kwarcowych. Na podstawie badań petrograficznych wydzielono następujące odmiany skał węglanowych: bezładne marmury kalcytowe, smużyste marmury kalcytowo-dolomitowe, łuseczkowe lub laminowane marmury kalcytowo-dolomitowe z krzemianami, marmury z grafitem. Pozycja skał węglanowych wśród asocjacji metawulkanicznej, cechy petrograficzne, relikty zachowane przypuszczalnie struktury organiczne i sedymentacyjne wskazują na płytkowodne środowisko sedymentacji osadów węglanowych. Paragenezę mineralną wskazują na metamorfizm w zakresie facji amfibolitowej oraz późniejszą retrogresję związaną z procesami mylonityzacji w facji zieleńcowej ze zwrotem transportu tektonicznego „strop ku SSW”.

Słowa kluczowe: skały węglanowe, marmury, mylonity, petrologia skał metamorficznych, blok przedsudecki, metamorfik Niemczy–Kamieńca

Wojciech Andrzejewski — **Lithology and petrogenesis of carbonate rocks from the neighbourhood of Stolec village (Niemcza–Kamieniec Zone — SW Poland).** Prz. Geol., 48: 182-186.

S u m m a r y. Carbonate rocks from the neighbourhood of Stolec occur in a 1,5–4,5 m thick layer amongst mica schists and feldspar-quartz schists or gneisses. They occur: disordered calcite marble, flaser calcite-dolomite marble, laminated or scaly calcite-dolomite marbles with silicate structures, marbles with graphite. Position of carbonated rocks in a metavolcanic association, petrographic features, relicts of supposed organic and sedimentary structures indicate a shallow-marine environment. Mineral parageneses point to metamorphism under the amphibolite facies conditions and later retrogression related to mylonitization under the greenschist facies conditions with top-to-the SSW kinematics.

Key words: Carbonate rocks, marbles, mylonites, metamorphic petrology, Fore-Sudetic Block, Niemcza–Kamieniec Zone

Metamorfik Niemczy–Kamieńca jest jednostką geologiczną wydzieloną we wschodniej części bloku przedsudeckiego. Ze względu na podobieństwo litologiczne jednostka ta została uznana, za ekwiwalent litostratygraficzny serii stroskiej, metamorfiku Śnieżnika (Meister & Fischer, 1935).

Metamorfik Niemczy–Kamieńca jest zbudowany głównie z drobnoblastycznych łupków łyszczykowych, w których występują wkładki amfibolitów, łupków skaleniuowo-kwarcowych i kwarcowo-grafitowych oraz gruboblastycznych łupków łyszczykowych z granatami, wśród których występują wkładki eklogitów i skał węglanowo-krzemianowych (Achromowicz i in., 1995; Dziedzicowa, 1973, 1975a, b; Badura, 1979, 1981) oraz skał węglanowych (Andrzejewski, 1997; Dziedzicowa, 1975a).

Skały węglanowe z metamorfiku Niemczy–Kamieńca nie były dotychczas przedmiotem szczegółowych badań. Badania skał węglanowych i otaczających obejmowały prace kartograficzne i analizę petrograficzną.

Rozprzestrzenienie skał węglanowych w metamorfiku Niemczy–Kamieńca

Skały węglanowe i węglanowo-krzemianowe na obszarze metamorfiku Niemczy–Kamieńca zostały zlokalizowane (ryc. 1) w okolicy wsi Stolec (w kamieniołomie na Górze Wapiennej) oraz w okolicy Kamieńca Ząbkowickiego. Skały te tworzą niewielkie warstwy lub soczewy, o miąższości do 7 m i długości do kilkuset metrów, wśród skał krzemianowych.

Na zachód od miejscowości Stolec w kamieniołomie na Górze Wapiennej (ryc. 2) skały węglanowe tworzą ciągłą na przestrzeni kilkuset metrów warstwę o miąższości 1,5–4 m oraz niewielkie wkładki (miąższość 0,3–0,6 m)

wśród przewarstwiających się łupków łyszczykowych i skał skaleniuowo-kwarcowych. Granice skał węglanowych i krzemianowych są nieostre. Tylko niekiedy niewielkie wkładki marmurów ostro kontaktują z łupkami. W spągu i stropie ciągłej warstwy węglanowej występują łupki węglanowo-krzemianowe, zmiennej miąższości (0,5–2,0 m), z obecnymi w nich strefami mylonityzacji.

Skały w rejonie Stolca są silnie sfałdowane. Dominują asymetryczne fałdy, których dłuższe skrzydła zapadają pod niewielkimi kątami ku W–NW, zaś krótsze ku SE lub NW. Osie fałdów zanurzają się pod niewielkimi kątami (<20°) ku NNE lub SSW.

Charakterystyka petrograficzna skał węglanowych i otaczających

Skały krzemianowe. W rejonie wsi Stolec największe rozprzestrzenienie mają drobnoblastyczne i gruboblastyczne łupki dwułszczykowe.

Skały skaleniuowo-kwarcowe tworzą wydłużone formy w obrębie łupków łyszczykowych. Pod względem strukturalnym są one zróżnicowane na: gnejsy (skały masywne, drobnolaminowane, o barwie szarokremowej) oraz beżowe, szare bądź szarozielonawe łupki, o strukturach łuseczkowo-smużystych, drobnolupkowych, mylonitycznych. Skały skaleniuowo-kwarcowe są zbudowane z drobnodziarnistej mozaiki skaleniuowo-kwarcowej, w obrębie której występują soczewkowate domeny o większych ziarnach. Tworzą je porfiroblasty plagioklazów (o składzie oligoklaz), kwarcu oraz podrzędnie skaleni alkalicznych. Laminacja w gnejsach wyrażona jest płasko-równoległym ułożeniem blastów biotyty.

W łupkach skaleniuowo-kwarcowych foliację tworzą muskowit i biotyt, a w odmianach szarozielonych chloryt i biotyt. Zaobserwowano w nich zastępowanie biotyty przez zielony chloryt.

*Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ATR, ul. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Tab. 1. Skład mineralny skał z okolic wsi Stolec

Nazwa	Szacunkowa zawartość minerałów w %							
	Cal ¹	Dol	Qtz	Pl.	Kfs	Mt	Bt	inne
łupki łyszczykowe drobnoblastyczne			20-35	30-20	3	20-30	7-25	Tyt+; ² min rudne
Gnejsy skaleniowo-kwarcowe			80	15	+		5	
Łupki skaleniowo-kwarcowe			62-90	5-30		0-15	1-3	Chl - 3
Dwułyszczkowe łupki węglanowo-krzemianowe	40	+	20	7		2	30	Czo+; min rudne
Mylonity węglanowo-krzemianowe	15	30	0			10		Chl(?) -30
Marmury kalcytowe (C)	90	+	5-7	+		3		
marmury kalcytowo-dolomitowe (CD)	30-40	50-65	2	1		2-5		Tr+; Chl(?)+
Marmury kalcytowo-dolomitowe z krzemianami (SCD)	15-30	45-50	3-7	1-20		5-30		Chl(?) -15; Bt+
Marmury z grafitem (G)	75	+	5-8	3		17		Bt+;

¹ Oznaczenia minerałów wg Kretz (1983); ² — obecność akcesoryczna

Skały węglanowo-krzemianowe. Na kontakcie skał węglanowych i krzemianowych powszechnie występują skały węglanowo-krzemianowe. Wśród nich wyróżnić

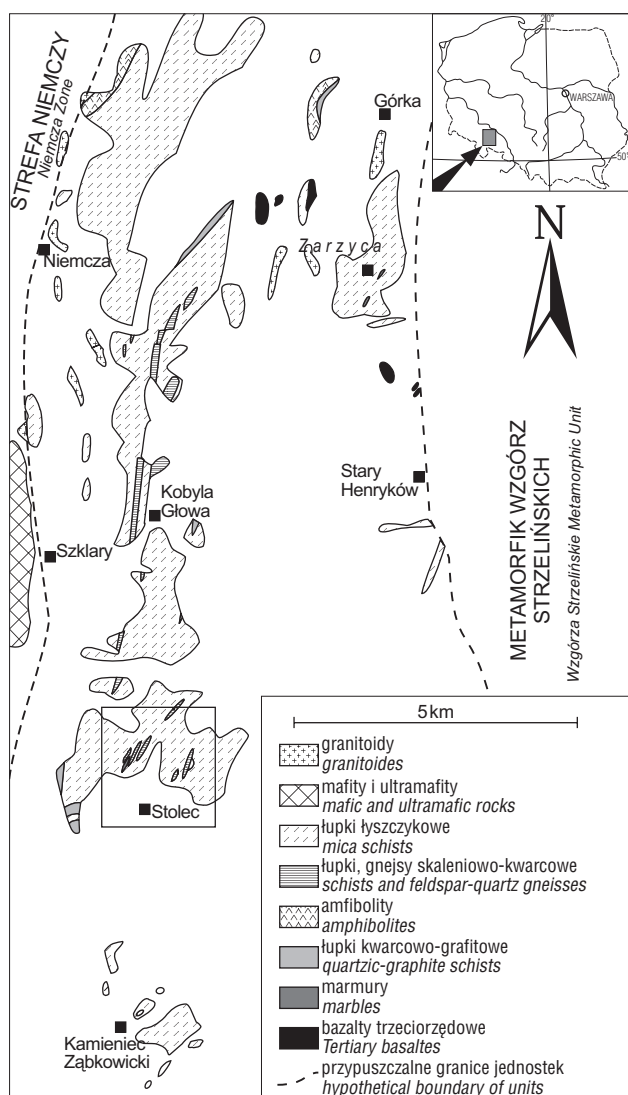
można dwułyszczkowe łupki węglanowo-krzemianowe, szare z fioletowym odcieniem o strukturach porfiroblastycznych. Łupki szare są zbudowane z soczewkowatych domen skaleniowo-kwarcowych i kalcytowych oraz pakietów łyszczykowych (biotyt+muskowit). W domenach kalcytowych występuje kwarc w postaci pojedynczych okrągłych ziaren lub wrostków w kalcytynie. Granice pomiędzy domenami są nieostre. W pakietach łyszczykowych obecne są nieznaczne ilości turmalinu i klinozoizytu (?).

Drobnozłupkowe, szare mylonity węglanowo-krzemianowe zawierają makroskopowo widoczne (dł. do 10 cm) sigmoidalne klasy marmurów (ryc. 3).

Beżowe odmiany skały węglanowo-krzemianowej, o strukturach łusczkowych, mylonitycznych często występują pomiędzy gnejsami skaleniowo-kwarcowymi i skałami węglanowymi. Zbudowane są z nieregularnych stref izometrycznego kalcytu i wydłużonych domen węglanowo-krzemianowych. W tych ostatnich występują hipoauforniczne drobne ziarna dolomitu, drobnego kalcytu oraz muskowitu, słabo zabarwionego chlorytu, kwarcu i klinozoizytu(?).

Skały węglanowe. Skały węglanowe ze Stolca są drobnoblastyczne, o barwie szarej z niebieskim odcieniem. Są zbudowane głównie z węglanów (kalcyt + dolomit) oraz z kwarcu, muskowitu, zserycytowanych porfiroblastów plagioklazów, słabo zabarwionego chlorytu i akcesorycznie tremolitu oraz minerałów rudnych (piryt). Dolomit występuje w postaci drobnych, często automorficznych wydłużonych ziaren o długości ok. 0,2 mm, kalcyt zaś w postaci ksenomorficznych, izometrycznych ziaren o średnicy 0,3–0,5 mm. Na podstawie zróżnicowania składu mineralogicznego wśród skał węglanowych ze Stolca wyróżniono wiele odmian (ryc. 4).

Marmury kalcytowe są jasnoszare drobnoblastyczne o beżadnej strukturze, zbudowane z izometrycznych ziaren kalcytowych, wśród których występują pojedyncze ziarna

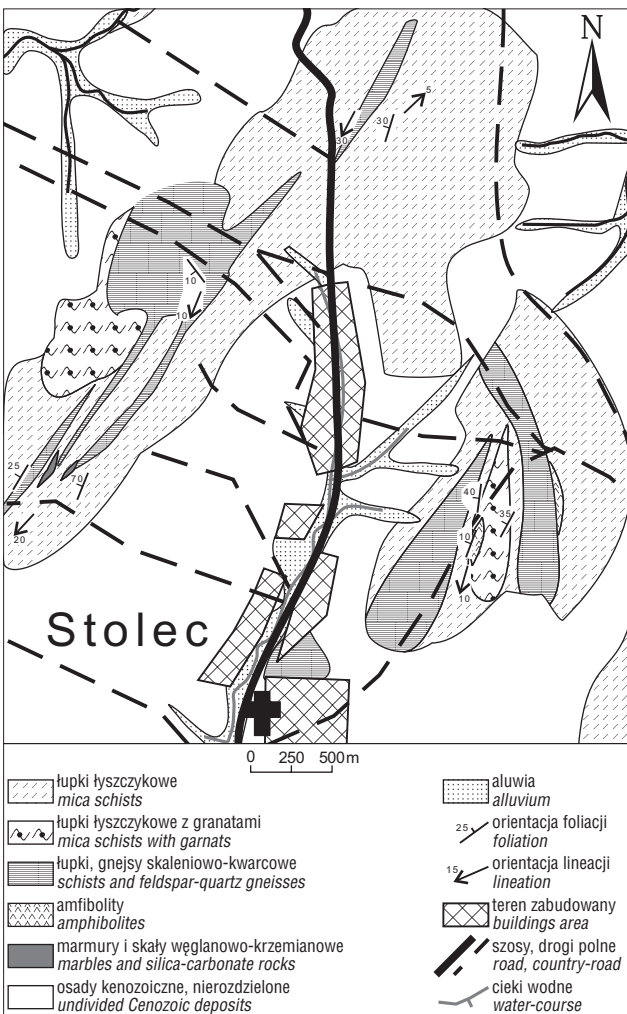


Ryc. 1. Szkic geologiczny metamorfiku Niemczy–Kamieniec na podstawie map Badury (1979, 1981), Dziedzicowej (1987), zmienione

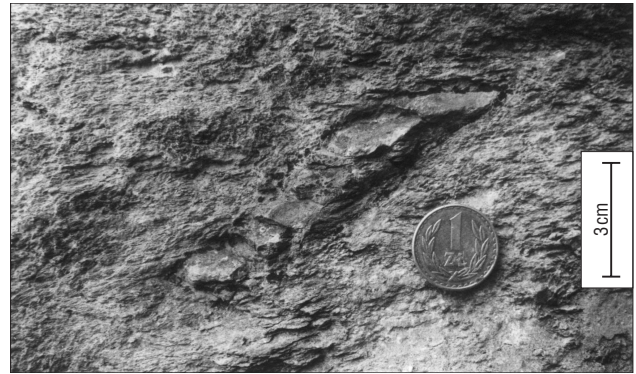
Fig. 1. Geological sketch of Niemcza–Kamieniec Zone, based on modified maps by Badura (1979, 1981), Dziedzicowa (1987)

dolomitu, muskowitu, kwarcu, plagioklazów i minerałów rudnych (piryt). Ksenomorficzne ziarna kalcytu mają często powyginane lamelki zbliżniaczeń oraz nieregularne, zatokowe granice. Kwarc tworzy okrągłe ziarna lub wrostki w kalcytce. Nie zaobserwowano śladów reakcji pomiędzy kalcytem i kwarcem (ryc. 5). Wydłużone hipoaformiczne porfiroblasty plagioklazów są często zsercytyzowane. Pojedyncze, niewielkie blaszki muskowitu są ułożone bezładnie wzdłuż granic blastów kalcytu.

Marmury kalcytowo-dolomitowe są szare, o strukturach smużystych, określonych przez obecność jaśniejszych wydłużonych stref-smug. W skałach tych występują „robaczkowate”, wydłużone struktury o owalnym przekroju (średnica 3 mm), zbudowane z jasnego grubokrystalicznego kalcytu (ryc. 6). Tworzą one „guzki” na powierzchniach zwietrzałych i przypominają struktury organiczne. Marmury kalcytowo-dolomitowe są zbudowane z soczewek, rzadziej lamin kalcytowych, tkwiących w drobnoziarnistej mozaice dolomitowej (ryc. 7). Granice między nimi są nieostre. Domeny kalcytowe tworzy izometryczna mozaika kalcytu, z automorficznymi pojedynczymi ziarnami dolomitu oraz kwarcu i zmienionych plagioklazów. W domenach tych znalezione zostały porfiroblasty kalcytowe o owalnych (średnica 3 mm) lub łukowatych (długość 3 mm) zarysach, przypominające zdaniem autora struktury organiczne — szkieletowe. Badania

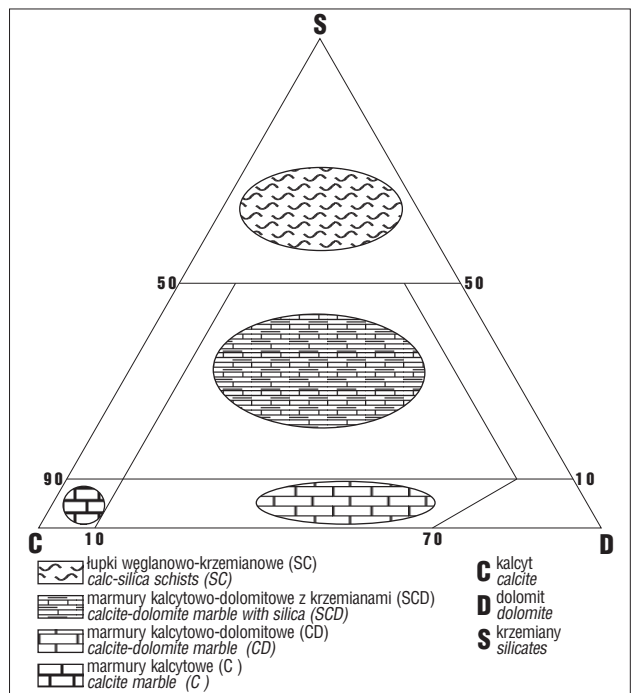


Ryc. 2. Szkic geologiczny okolic miejscowości Stolec, na podstawie Badury (1979), zmienione
 Fig. 2. Geological sketch of the neighborhood of Stolec village, based on modified map Badura (1979)



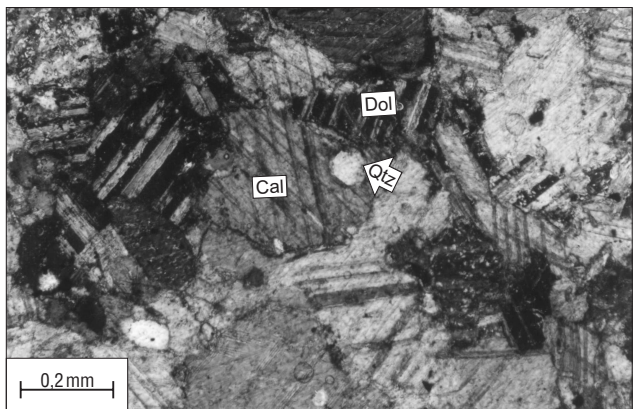
Ryc. 3. Klast marmuru w mylonicie węglanowo-krzemianowym, Kamieniołom na Górze Wapiennej
 Fig. 3. The clast of marble in a silica-carbonate mylonite, quarry on Góra Wapienna

Fig. 3. The clast of marble in a silica-carbonate mylonite, quarry on Góra Wapienna



Ryc. 4. Skały węglanowe i węglanowo-krzemianowe z okolic miejscowości Stolec w trójkącie klasyfikacyjnym wg Koszela (1997)
 Fig. 4. Carbonate and silica-carbonate rocks from the neighborhood of Stolec vilage, based on Koszela (1997)

Fig. 4. Carbonate and silica-carbonate rocks from the neighborhood of Stolec vilage, based on Koszela (1997)



Ryc. 5. Kwarc (Qtz), kalcyt (Cal) i dolomit (Dol) w marmurze kalcytowym
 Fig. 5. Quartz (Qtz), Calcite (Cal), Dolomite (Dol) in calcite marble

Fig. 5. Quartz (Qtz), Calcite (Cal), Dolomite (Dol) in calcite marble

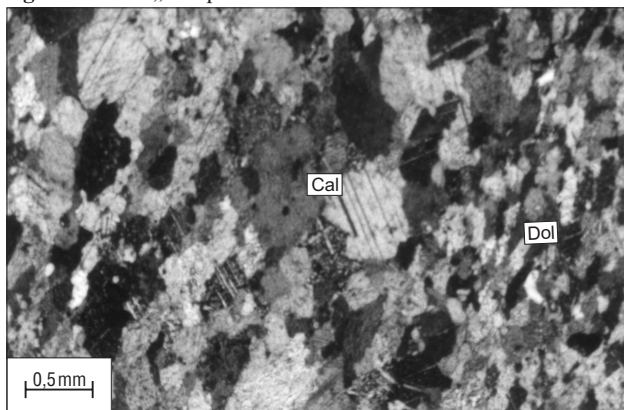
w katodoluminescencji nie wykazały odmiennego ich składu chemicznego. Kwarc jest obecny w formie wrostków w kalcytce lub pojedynczych okrągłych ziaren. W mozaice dolomitowej podrzędnie występuje muskowit. Pojedyncze plagioklasy są zmętniałe, zserycytzowane. W domenach dolomitowych, w sąsiedztwie blastów kalcytu, występuje bezbarwny amfibol (tremolit?).

Marmury kalcytowo-dolomitowe z krzemianami są szare o strukturach kierunkowych: warstewkowych, laminowanych lub łusczkowych. Warstwowanie wyrażone jest obecnością grubych (1–2 cm) warstewek węglanowych oraz cieńszych 0,2–1 cm węglanowo-krzemianowych. Foliację definiują: laminacja węglanowa i/lub płasko-równoległe ułożenie muskowitu i Mg-chlorytu(?) oraz uprzywilejowana orientacja blastów dolomitu. W pojedynczych próbkach znaleziono skośne pod kątem ~20°, względem tak określonej foliacji, nie penetratywne w skali próby, wydłużone, cienkie strefy zbudowane głównie z Mg-chlorytu(?). Ich obecność jest podkreślona przez bezpostaciowe, brunatne wodorotlenki żelaza. W skałach tych występują izolowane mikrofałdki o rozwartych przegubach, zbudowane z biotyty (flogopit?). W marmurach tych jest wyraźna segregacja na grubsze (0,5–1 mm) domeny (soczewki, smugi, laminy) kalcytowe oraz cieńsze (0,3 mm) dolomitowo-krzemianowe. Domeny kalcytowe są analogiczne jak w marmurach kalcytowo-dolomitowych. Domeny dolomitowo-krzemianowe oprócz hipoautomorficznych blastów dolomitu tworzy muskowit oraz podrzędnie silnie zserycytzowane i zdeformowane plagioklasy, bezbarwny chloryt. W tych skałach są obecne



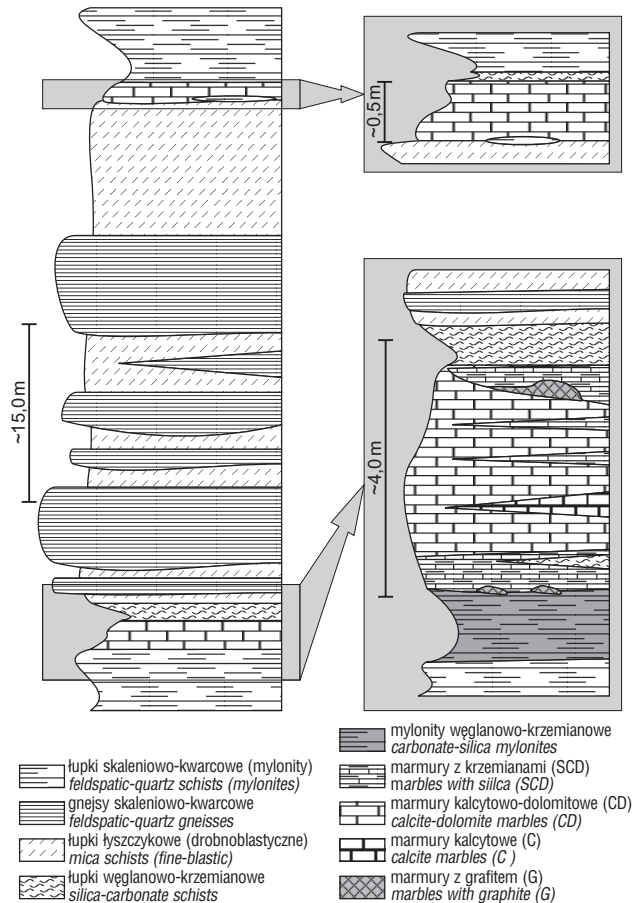
Ryc. 6. „Guzki” kalcytowe w marmurze kalcytowo-dolomitowym, smużystym

Fig. 6. Calcite „bumps” in the calcite-dolomite marble



Ryc. 7. Domeny kalcytowe (Cal) i dolomitowe (Dol) w marmurze kalcytowo-dolomitowym, smużystym

Fig. 7. Calcite (Cal) and dolomite (Dol) domains in flaser, calcite-dolomite marble



Ryc. 8. Zbiorczy profil skał węglanowych z kamieniołomu na Górze Wapiennej

Fig. 8. The summary profile of carbonate and silica-carbonate rocks from the quarry on Góra Wapienna

wydłużone, drobnodziarniste agregaty kalcytowo-kwarcowo-muskowitowe.

Marmury z grafitem są skałami czarnoszarymi o strukturze brekcjowej. Są zbudowane z owalnych agregatów grubokrystalicznego kalcytu (2–5 mm), z rozproszonym pigmentem grafitowym. Granice tych ziaren są podkreślone przez obwódki grafitowe. Pomiedzy tymi agregatami występują nieregularne domeny zbudowane z „czystego” kalcytu, lub domeny węglanowo-krzemianowe, z kwarcem, muskowitem, plagioklazami, kalcytem oraz biotytem (flogopit?).

W kamieniołomie na Górze Wapiennej wśród skał węglanowych dominują odmiany kalcytowo-dolomitowe. W ich obrębie występują liczne przewarstwienia marmurów kalcytowo-dolomitowych z krzemianami oraz łupków węglanowo-krzemianowych (ryc. 8). Odmiany kalcytowe tworzą nieregularne wkładki (do 20 cm) w odmianach kalcytowo-dolomitowych lub lokalnie budiny (długość 0,5 m; grubość 0,2 m) wśród łupków węglanowo-krzemianowych. Granice między marmurami kalcytowymi i kalcytowo-dolomitowymi są podkreślone cienkimi (0,5 mm) strefami o większym nagromadzeniu łuszczyków. Marmury z grafitem budują wydłużone, sigmoidalne formy (dług. 0,5 m; grubość 0,1 m) wśród marmurów z krzemianami, w pobliżu granic skał węglanowych.

Relikty struktur depozycyjnych

W obrębie gnejsów skaleniowo-kwarcowych z okolic wsi Stolec występuje segregacja na warstwy o miąższości

0,1–1,5 m. Wykształcenie jej wskazuje na prawdopodobną pozostałość po pierwotnie osadowym warstwowaniu lub uławiceniu. Skały węglanowe są uławiczone. Grubość ławic marmurów wynosi 0,2–1 m.

W skałach węglanowych powszechnie występuje warstwowanie i laminacja węglanowo-krzemianowa oraz zróżnicowanie na domeny, rzadziej laminy kalcytowo-dolomitowe. W skałach osadowych warstwowanie lub laminacja węglanowo-krzemianowa mogą powstawać w wyniku naprzemiennej sedymentacji węglanowej i krzemianowej. Biorąc po uwagę stopień metamorfizmu, liczne fałdy (w różnej skali od mezo do mikro), strefy mylonityzacji itp., większość struktur oprócz granic litologicznych, uławiczenia skał węglanowych i laminacji należy uznać za pochodzenia tektonicznego.

Dyskusja i wnioski

Sedymentacja i diagenaza. Według interpretacji Chowańca i Dziedzicowej (1975), Dziedzicowej (1975b, 1987) skały węglanowe ze Stolca występują wśród zmetamorfizowanych osadów mułowcowych i ilastych (łupki łyszczykowe i łupki łyszczykowe z granatami) oraz zmetamorfizowanych skał wulkanogenicznych (skały skaleniowo-kwarcowe). Ciągłe przejścia od marmurów do laminowanych gnejsów skaleniowo-kwarcowych i drobnoblastycznych łupków łyszczykowych świadczą o prawdopodobnym kontakcie sedymentacyjnym. Obecna w marmurach laminacja węglanowo-krzemianowa oraz przewarstwienia łupków węglanowo-krzemianowych mogą wskazywać na przemienną sedymentację materiału węglanowego i krzemianowego. Występujące w marmurach zróżnicowanie na domeny kalcytowe i dolomitowe może powstać w wyniku selektywnej dolomityzacji pierwotnie laminowanego, niejednorodnego osadu węglanowego, np. Koszela (1997). Marmury z grafitem były pierwotnie osadami węglanowymi zasobnymi w materię organiczną.

Struktury „robaczkowate” znalezione w skałach węglanowych są przypuszczalnie pochodzenia organicznego. Również pojedyncze porfiroblasty kalcytowe przypominają, zdaniem autora, struktury biologiczne, o cechach szkieletowych.

Powyższe spostrzeżenia sugerują, że zjawiska wulkaniczne, mogły być przyczyną sedymentacji węglanowej. Odbывała się ona w środowisku płytkowodnym (podmorskie wyniesienie?), przy zmiennej dostawie materiału krzemianowego (pochodzenia wulkanogenicznego?). Niewielka miąższość i duże rozprzestrzenienie skał węglanowych, stopniowe zakończenie sedymentacji węglanowej zapisane w łupkach węglanowo-krzemianowych oraz kontakty ze skałami wulkanogenicznymi sugerują spokojną płytkowodną sedymentację na stosunkowo płaskim lub słabo nachylnym dnie.

Metamorfizm. Parageneza (kalcyt+dolomit+muskowit+biotyt+chloryt+tremolit+klinozoizyt) obecna w skałach węglanowych i węglanowo-krzemianowych nie pozwala na precyzyjne ustalenie warunków metamorfizmu.

Brak wollastonitu wskazuje na niską zawartość CO₂ we fluidach metamorficznych (Winkler, 1979), obecność tremolitu przy braku diopsydu natomiast wskazuje na metamorfizm ok. 500–650°C (Spear, 1993). Określone warunki metamorfizmu są zgodne z sugestiami Dziedzicowej (1973).

Obecność chlorytu w strefach mylonitycznych potwierdza badania Mazura i Puziewicza (1995) o mylonityzacji skał z metamorfiku Niemczy–Kamieńca w warunkach facji zieleńcowej. Kierunek transportu tektonicznego „strop ku SSW” w skałach węglanowych jest zgodny z kierunkiem zapisanym w skałach krzemianowych.

Podsumowanie

W rejonie miejscowości Stolec skały węglanowe tworzą ciągłą warstwę o miąższości (1,5–4,5 m) oraz mniejsze wkładki wśród przewarstwiających się łupków łyszczykowych i zróżnicowanych petrograficznie skał skaleniowo-kwarcowych. Granice pomiędzy skałami węglanowymi i krzemianowymi są nieostre.

Wśród skał węglanowych wyróżniono kilka odmian: marmury kalcytowe, marmury kalcytowo-dolomitowe, marmury z krzemianami, marmury z grafitem. Wyróżnione odmiany skał węglanowych są podobne do litotypów wydzielonych w metamorfiku Śnieżnika przez Koszela (1997), co potwierdza wcześniejsze (np. Meister & Fischer, 1935) przypuszczenia o pokrewieństwie litostratygraficznym metamorfiku Niemczy–Kamieńca i metamorfiku Śnieżnika.

Skały z okolic wsi Stolec zostały zmetamorfizowane w warunkach facji amfibolitowej. W warunkach facji zieleńcowej nastąpiła mylonityzacja tych skał, związana prawdopodobnie z ruchami przesuwczymi w strefie Niemczy. Na podstawie orientacji struktur kierunkowych (klasty, agregaty skaleniowo-kwarcowe) został odczytany zwrot ścinania podczas mylonityzacji jako „strop ku SSW”, zgodny z dotychczasowymi badaniami Mazura i Puziewicza (1995).

Niniejszy artykuł jest wynikiem badań przeprowadzonych w ramach pracy magisterskiej nt. *Petrografia skał węglanowych z metamorfiku Niemczy–Kamieńca*. Serdecznie dziękuję dr Stanisławowi Koszeli za pełne zaangażowanie prowadzenie pracy oraz wiele cennych uwag merytorycznych i redakcyjnych. Dziękuję również prof. Andrzejowi Żelaźniewiczowi za przeczytanie rękopisu i uwagi redakcyjne.

Literatura

- ACHRAMOWICZ S., MUSZYŃSKI A. & SCHLIESTEDT M. 1995 — Exhumation of eclogites within mica schists of the Fore-Sudetic Block, Saxothuringian Zone, Poland.; Exkurs. f. u. Veröff. GGW. 195, 11–12.
- ANDRZEJEWSKI W. 1997 — Petrografia skał węglanowych z metamorfiku Niemczy–Kamieńca. Maszynopis pracy magisterskiej, Arch. Instytutu Geologii UAM Poznań.
- BADURA J. 1979 — Mapa geologiczna Sudetów 1:25000. Ark. Stolec. Inst. Geol.
- BADURA J. 1981 — Mapa geologiczna Sudetów 1:25000. Ark. Kamieniec Żąbkowicki. Inst. Geol. Warszawa.
- CHOWANIEC B. & DZIEDZICOWA H., 1975 — Okruszcowanie w łupkach krystalicznych na wschód od Niemczy. Kwart. Geol., 19: 25–33.
- DZIEDZICOWA H. 1973 — Mineral parageneses in metamorphic bentonite deposits within the Fore-Sudetic Block. Bull. Acad. Pol. Sci. Sci de la Terre., 21: 99–109.
- DZIEDZICOWA H. 1975a — Rozwój i sekwencja deformacji w strefie łupków kamieniecko-niemczańskich. Przew. 67 Zjazdu Pol. Tow. Geol., Świdnica, 80–88.
- DZIEDZICOWA H. 1975b — Ewolucja tektoniczna wschodniej części bloku przedsudeckiego i przydatność gospodarcza jego skał. Strefa dyslokacyjna Niemczy i metamorfiku Stolca. Przew. 67 Zjazdu Pol. Tow. Geol., Świdnica, 148–159.
- DZIEDZICOWA H. 1975c — O przejawach wietrzenia podmorskiego w tufoidach rejonu Niemczy. Acta Universitatis Wratislaviensis. Pr. Geol.-Miner., 4: 297–284.
- DZIEDZICOWA H. 1987 — Rozwój strukturalny i metamorfizm we wschodnim obrzeżeniu gnejsów Gór Sowich. Acta Universitatis Wratislaviensis. Pr. Geol.-Miner., 10: 221–247.
- KOSZELA S. 1997 — Petrogeneza marmurów z południowo-wschodniej części metamorfiku Śnieżnika. Geol. Sudet., 30: 59–115.
- KREITZ R. 1983 — Symbols for rock-forming minerals. Am. Miner., 68: 277–279.
- MAZUR S. & PUZIEWICZ J. 1995 — Deformacja i metamorfizm serii skalnych na wschód od bloku sowiogórskiego — nowe dane i interpretacje. Prz. Geol., 43: 786–793.
- MEISTER E., FISCHER G. 1935 — Geologische Übersichtskarte 1 : 2 000 000. Blatt Schweidnitz. Preus. Geoll. Landesanst., Berlin.
- SPEAR F. S. 1993 — Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths, Ch. 12, Metamorphism of Siliceous Dolomites (Calc-silicates), Miner. Soc. Amer., Washington, D.C.: 447–467.
- WINKLER H. G. F. 1974 — Petrogenesis of metamorphic rock. Springer, New York: 320.