

Zdzisław ADAMCZYK, Jacek NOWAK, Bartłomiej GRZESIK  
Politechnika Śląska, Gliwice

## **PRZEBARWIENIA NAWIERZCHNI ASFALTOWEJ WYKONANEJ NA BAZIE KRUSZYWA AMFIBOLITOWEGO**

**Streszczenie.** Na jednym z nowo budowanych odcinków dróg, po wykonaniu nawierzchni asfaltowej zaobserwowano pojawienie się rdzawobrunatnych przebarwień występujących w formie drobnych plam o średnicy do kilkunastu milimetrów. Stwierdzono, że w skład kruszywa wchodzi ziarna dwóch odmian amfibolitu oraz ziarna gabra. Badania mineralogiczne ujawniły, że wydzielone odmiany amfibolitów wykazują wyraźnie różny skład mineralny. Na podstawie przeprowadzonych badań petrograficznych i mineralogicznych, a także eksperymentu wykazano, że za procesy powstawania przebarwień odpowiadają ziarna szarego amfibolitu o odcieniu czerwonym. Mechanizm powstawania przebarwień związany jest z wietrzeniem występujących w nim siarczków żelaza oraz z ługowaniem żelaza z silnie przeobrażonych amfiboli i biotyty. Żelazo to wytrąca się na nawierzchni asfaltowej w formie siarczanów oraz wodorotlenków.

## **REASONS OF PIGMENTATION OF ASPHALT PAVEMENT MADE ON THE BASIS OF AMFIBOLITE AGGREGATE**

**Summary.** On the one of new constructed passages of the roads after completing of asphalted pavement there was verified occurrence of rusty-brown pigmentation in form of small spots with diameter of over a dozen millimeters. The asphalted pavement according to the declaration of the contractor was built of asphalt mass based on granulated aggregate produced from amphibolites and gabbro. Mineralogical investigations discovered that allocated forms of amphibolites indicate significantly different mineral composition. Basing on petrographical and mineralogical investigations as well as experiment there was proved that the grains of grey amphibolites with red tone are responsible for the processes of originating of pigmentations. The mechanism of originating of pigmentation is connected with weathering of iron sulphides and leaching of iron from strongly altered amphibolites and biotite. That iron precipitate on the asphalted pavement in form of sulphates and hydroxides.

## 1. Wprowadzenie

Do produkcji bitumicznych mas mineralno-asfaltowych wykorzystuje się kruszywa skalne, a także kruszywa sztuczne (np. żużel wielkopiecowy) oraz kruszywa z recyklingu. Kruszywa te, bez względu na rodzaj, muszą spełniać wymagania określone w normie PN-EN 13043:2004.

W Polsce do produkcji naturalnych kruszyw drogowych często wykorzystywane są skały metamorficzne. O wykorzystaniu tych skał decydują ich właściwości petrograficzne, techniczne, a także dostępność ich złóż w południowo-zachodniej Polsce (Heflik W., Żabiński W. 1970, Maciejewski S. 1957, Kapuściński T., Pozzi M. 1981).

Rdzawobrunatne przebarwienia pojawiające się na powierzchni warstwy ścieralnej, wykonanej z użyciem kruszyw naturalnych, jak dotychczas nie były spotykane. Za główną przyczynę tego typu zjawisk uważany był żużel wielkopiecowy, występujący w kruszywach sztucznych, prawie nigdy kruszywo skalne. Wynikało to z faktu, że zawarte w żużlu związki żelaza mogą łatwo ulegać przemianom chemicznym, co skutkowało tworzeniem się rdzawobrunatnych przebarwień na powierzchni warstwy ścieralnej.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań kruszywa wyprodukowanego na bazie amfibolitu i gabra, które to kruszywo doprowadziło do powstania rdzawobrunatnych przebarwień na nawierzchni asfaltowej. Głównym celem badań było wyjaśnienie przyczyn ich powstawania.

## 2. Metodyka badań

Badaniom poddano próbkę pobraną w formie rdzenia z warstwy ścieralnej SMA (Stone Mastic Asphalt) nawierzchni asfaltowej, na której stwierdzono liczne rdzawobrunatne przebarwienia, a w centralnej części rdzeń zawierał ognisko tych przebarwień (fot. 1 i 2).



Fot. 1. Rdzeń z nawierzchni, widok z góry  
Phot. 1. Core from the asphalt pavement, from the top



Fot. 2. Ognisko brunatnego przebarwienia  
Phot. 2. Centre of brown pigmentation

Z próbki wyizolowano i obmyto w rozpuszczalniku (czterochloroetylen) ziarno stanowiące ognisko przebarwienia. Ziarno to poddano badaniom mikroskopowym (próbka Ogn). Pozostałą część mieszanki mineralno-asfaltowej poddano ekstrakcji w czterochloroetylenie, w wyniku której odzyskano kruszywo o masie 518 g.

Makroskopowo stwierdzono, że pod względem petrograficznym kruszywo nie było jednorodne, zawierało bowiem okruchy gabra, amfibolitu o barwie szarej z odcieniem zielonkawym i amfibolitu o barwie szarej z odcieniem czerwonym. W kruszywie nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń obcych, w tym metalicznych, mogących powodować powstawanie rdzawobrunatnych przebarwień. Obserwacje makroskopowe poszczególnych okruchów kruszywa, a zwłaszcza porównanie ich z wyizolowanym ziarnem, stanowiącym ognisko rdzawobrunatnego przebarwienia, pozwoliły stwierdzić, że procesy prowadzące do powstawania przebarwień na nawierzchni asfaltowej związane są z okruchami amfibolitu, a okruchy gabra nie biorą udziału w tym procesie. Z tego względu, do dalszych badań wytypowano okruchy reprezentujące ziarna amfibolitów.

Zastosowano następującą symbolikę próbek:

- szary amfibolit z odcieniem zielonkawym - próbka A-Zi,
- szary amfibolit z odcieniem czerwonym - próbka A-Cz,
- okruch kruszywa wyseparowany z masy asfaltowej, który stanowił ognisko przebarwienia – Ogn.

Dla realizacji postawionego celu – wyjaśnienia przyczyn powstawania rdzawobrunatnych przebarwień nawierzchni asfaltowej – próbki zostały poddane badaniom: mikroskopowym w świetle przechodzącym i odbitym, analizie chemicznej, analizie rentgenostrukturalnej oraz badaniom eksperymentalnym. Badania mikroskopowe wykonano na mikroskopach polaryzacyjnych Axioskop i AxioPLAN firmy ZEISS. Skład chemiczny oznaczono przy użyciu spektrometru rentgenofluorescencyjnego ZSX PRIMUS RIGAKU, a identyfikacja faz metodą dyfrakcji rentgenowskiej wykonana została z użyciem dyfraktometru HZG-4, z lampą miedziową z filtrem niklowym, przy napięciu 30 kV, natężeniu 20 mA.

Badania eksperymentalne zostały przeprowadzone w celu potwierdzenia, która z odmian amfibolitów wchodzących w skład kruszywa odpowiada za powstawanie rdzawobrunatnych przebarwień na powierzchni asfaltu. Polegały one na umieszczeniu na szalkach Petriego czterech ziaren szarego amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz) oraz czterech ziaren szarego amfibolitu o odcieniu zielonkawym (próbka A-Zi). Masy ziaren obu próbek amfibolitu umieszczone na szalkach były identyczne. Szalki zalano wodą destylowaną w ten sposób, że ziarna kruszywa miały zwilżoną powierzchnię i w około 1/2 wysokości znajdowały się pod wodą. Szalki z okruskami kruszywa pozostawiono w temperaturze pokojowej do czasu odparowania wody. Procedurę powtarzano trzykrotnie. Produkty powstałe w wyniku oddziaływania wody na okruski kruszywa, z uwagi na bardzo małe ilości, były identyfikowane jedynie metodą dyfrakcji rentgenowskiej wg procedury i na aparaturze przytoczonej wyżej.

### **3. Wyniki badań i ich omówienie**

#### **3.1. Skład fazowy amfibolitów**

Obserwacje mikroskopowe w świetle przechodzącym (fot. 3-6) wszystkich trzech próbek wykazały typowy dla amfibolitów skład mineralny. Stwierdzono w nich obecność amfiboli, plagioklazów, kwarcu, minerałów nieprzeźroczystych i biotyту, jak również niewielkie ilości cyrkonu i ilmenitu. Badania te ujawniły zróżnicowanie ilościowe poszczególnych składników mineralnych w badanych próbkach (tabela 1).

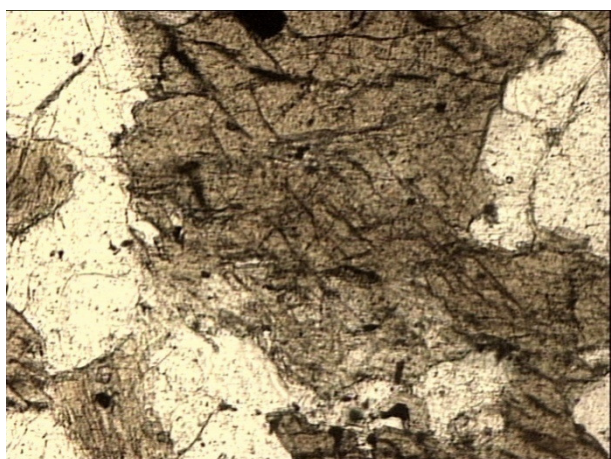
Na uwagę zasługuje amfibol, który w próbce A-Zi występuje w największych ilościach - 56% obj., w tym jedynie 4% obj. stanowi amfibol przeobrażony (tabela 1). W próbkach A-Cz i Ogn amfibol obecny jest w znacznie mniejszych ilościach (odpowiednio 27 i 24% obj.), przy czym wszystkie ziarna tego minerału są silnie przeobrażone, praktycznie są to pseudomorfozy

po amfibolach. Produkty przeobrażeń amfiboli w tych dwóch próbkach barwią ten składnik na czerwono lub brunatno (fot. 4-6), co wskazuje, iż produktami są składniki zawierające żelazo. W przeobrażonych ziarnach amfiboli często obecne są jeszcze inne produkty – zielonkawe chloryty oraz pręciki nieprzeźroczystego ilmenitu.

Tabela 1  
Wyniki analizy planimetrycznej badanych próbek kruszywa (w % obj.)

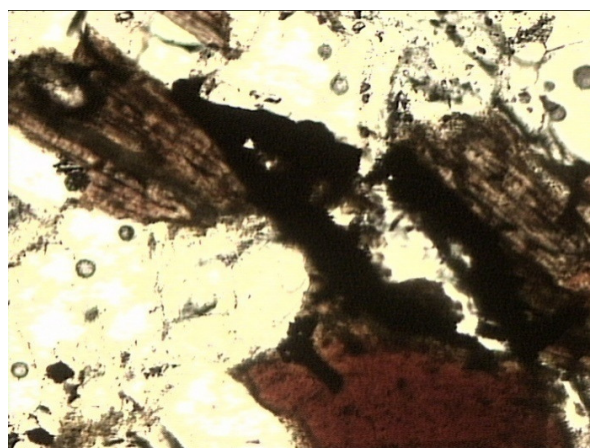
Składnik mineralny \ Próbka	A-Zi	A-Cz	Ogn
Amfibol	56	27	24
w tym przeobrażony	(4)	(27)	(24)
Plagioklasy	17	45	36
Kwarc	20	14	21
Biotyt	śl.	8	13
Minerały nieprzeźroczyste	7	6	6
Cyrkon	śl.	śl.	śl.
Ilmenit	śl.	śl.	śl.
SUMA	100	100	100

Objaśnienia: śl. – śladowy udział



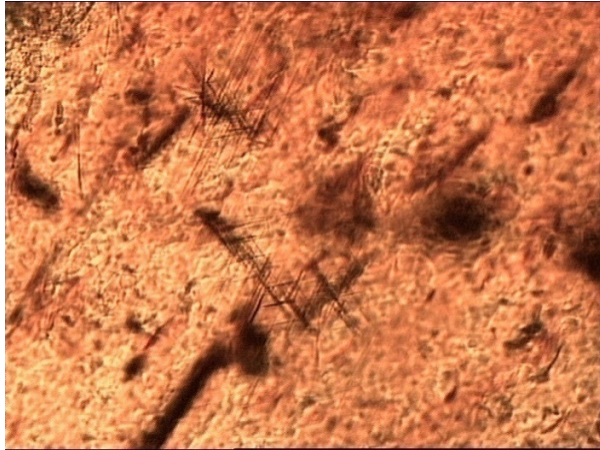
Fot. 3. Próbka A-Zi, w centrum zielonkawego kryształu amfibolu, jeden nikol, powiększenie 100x

Phot. 3. Sample A-Zi, in the centre green crystal of amphibole, 1 polar, magn. 100x

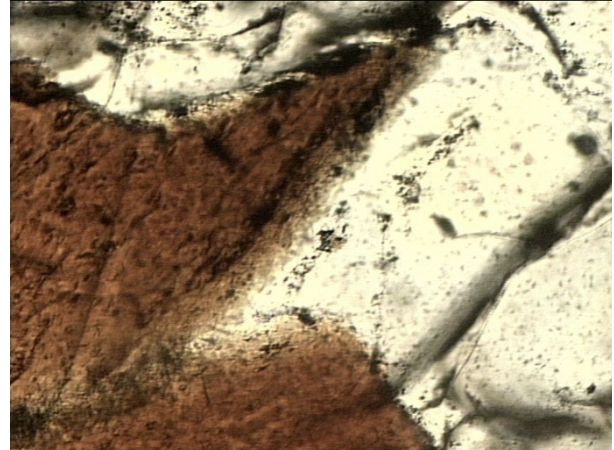


Fot. 4. Próbka Ogn, w centrum pseudomorfoza tlenków żelaza po amfibolu, jeden nikol, powiększenie 100x

Phot. 4. Sample Ogn, in the centre pseudomorphosis of iron oxides after amphibole, 1 polar, magn. 100x

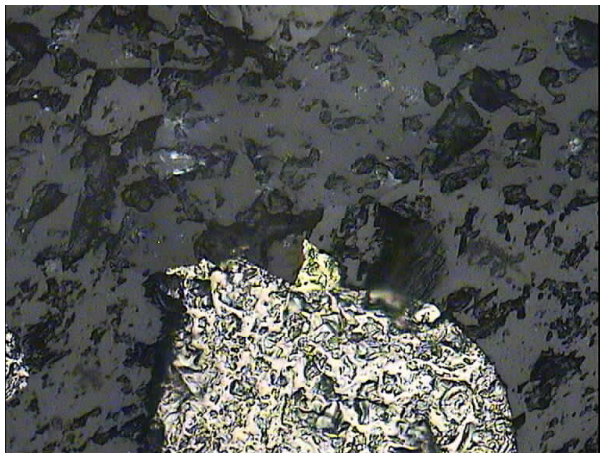


Fot. 5. Próbkka Ogn, przeobrażony amfibol (pole brunatne) z czarnymi igielkami ilmenitu, jeden nikol, powiększenie 400x  
 Phot. 5. Sample Ogn, altered amphibole (brown field) with black needles of ilmenite, 1 polar, magn. 400x

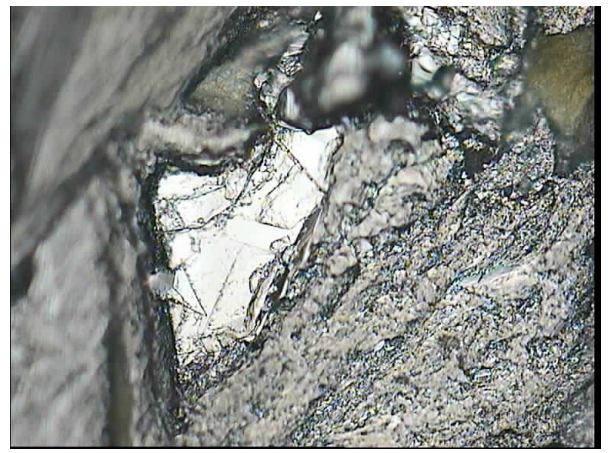


Fot. 6. Próbkka Ogn, przeobrażony amfibol (pole brunatne), nieostra granica ziarna, jeden nikol, powiększenie 400x  
 Phot. 6. Sample Ogn, altered amphibole (brown field), fuzzy border of the grain, 1 polar, magn. 400x

Planimetryczna analiza ujawniła duże zróżnicowanie (w badanych próbkach) zawartości biotytu i plagioklazów (tabela 1). W próbce A-Zi biotyt obecny jest sporadycznie, natomiast w próbkach A-Cz i Ogn występuje odpowiednio w ilościach 8 i 13% obj. Plagioklasy zaś w próbce A-Zi występują w ilości 17% obj., podczas gdy w próbkach A-Cz i Ogn w znacznie większych ilościach, odpowiednio 45 i 36% obj.



Fot. 7. Próbkka A-Zi, piryt z chalkopirytem, światło odbite, jeden nikol, powiększenie 200x  
 Phot. 7. Sample A-Zi, pyrite and chalcopyrite, parallel polars, magn. 200x



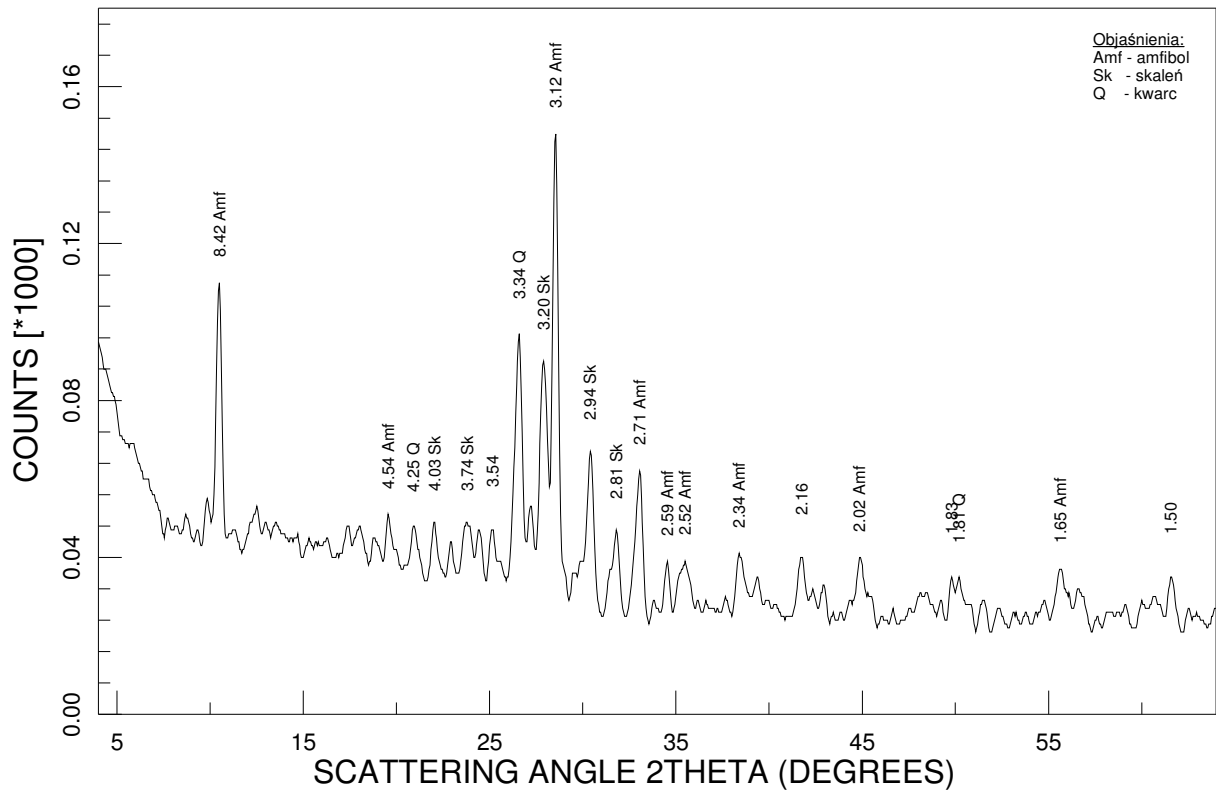
Fot. 8. Próbkka A-Zi, chalkozyn, światło odbite, jeden nikol, powiększenie 200x  
 Phot. 8. Sample A-Zi, chalcocite, parallel polars, magn. 200x

Obserwacje mikroskopowe w świetle odbitym umożliwiły identyfikację minerałów nieprzeźroczystych. We wszystkich trzech próbkach stwierdzono obecność: pirytu, chalkozynu i chalkopirytu (fot. 7 i 8), prawdopodobnie również pentlandytu. Są to minerały żelaza i miedzi oraz niklu. Dodatkowo, w próbkach A-Cz i Ogn obserwowano maghemit i sporadycznie w próbce A-Cz kowelin z bornitem. Obecność minerałów żelaza ma duże znaczenie dla wyjaśnienia genezy powstawania przebarwień na powierzchni asfaltu.

Na podstawie wykonanych badań mikroskopowych stwierdzono, że skład mineralny próbki Ogn, która stanowiła jądro przebarwienia, odpowiada próbce A-Cz – amfibolitu szarego o odcieniu czerwonym.

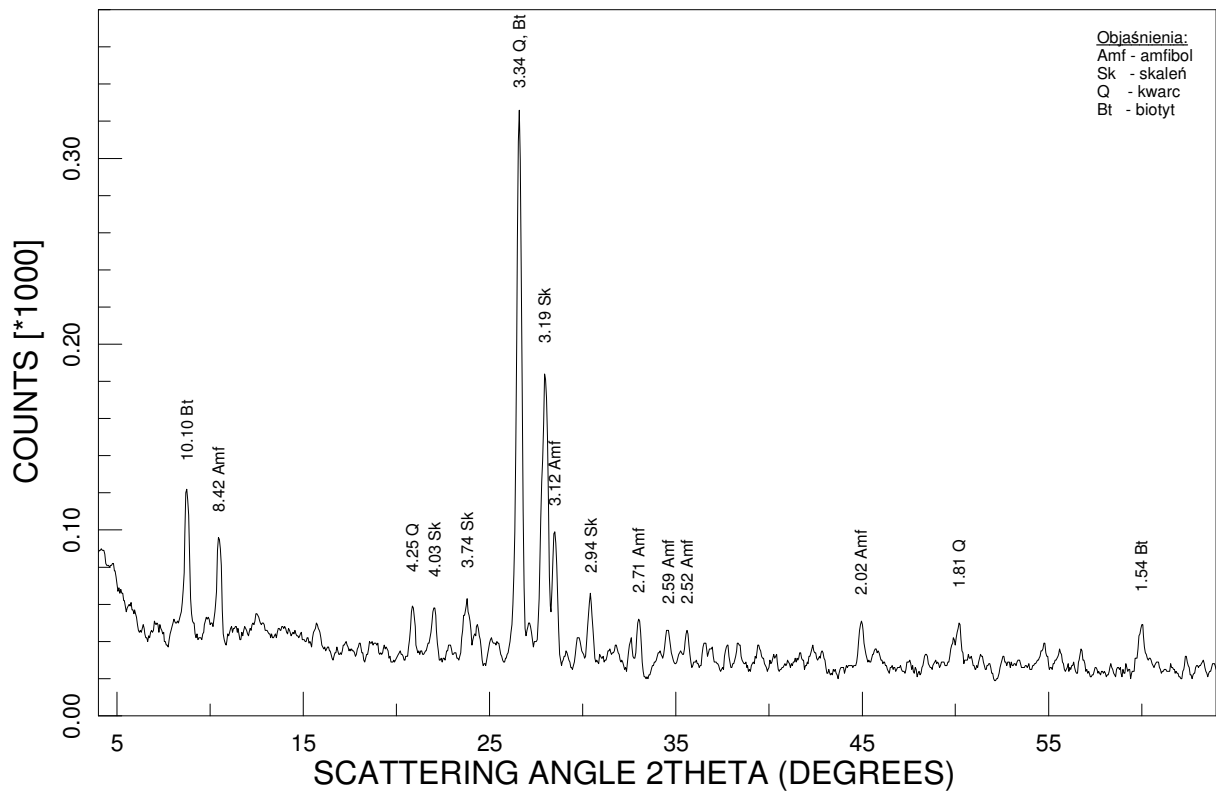
Dyfraktogramy próbek amfibolitów z badanych ziaren kruszywa potwierdzają obserwowane mikroskopowo zróżnicowanie składu mineralnego amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz, rys. 1) i amfibolitu o odcieniu zielonkawym (próbka A-Zi, rys. 2). Na dyfraktogramie szarego amfibolitu o odcieniu zielonkawym stwierdzono obecność refleksów, charakterystycznych dla amfibolu oraz skaleni i kwarcu. Z kolei dyfraktogram próbki szarego amfibolitu o odcieniu czerwonym wykazuje bardziej złożony skład mineralny, bowiem poza refleksami, charakterystycznymi dla amfibolu oraz skaleni i kwarcu (podobnie jak w próbce A-Zi) wykazuje również obecność refleksów pochodzących od biotyty. Wydaje się, że ilość kwarcu jest wyższa w próbce A-Cz, z uwagi na większą intensywność jego refleksów w porównaniu do próbki A-Zi.

Identyfikację faz metodą dyfrakcji rentgenowskiej przeprowadzono także dla czerwonej substancji wypreparowanej z jednego z ziaren amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz). Ujawniła ona, obok refleksów pochodzących od skaleni i kwarcu, które znalazły się w tej wypreparowanej substancji jako zanieczyszczenie, główne refleksy pochodzące od maghemitu, hematytu, gipsu oraz illitu (rys. 3).



Rys. 1. Dyfraktogram próbki szarego amfibolitu o odcieniu zielonkawym (A-Zi)

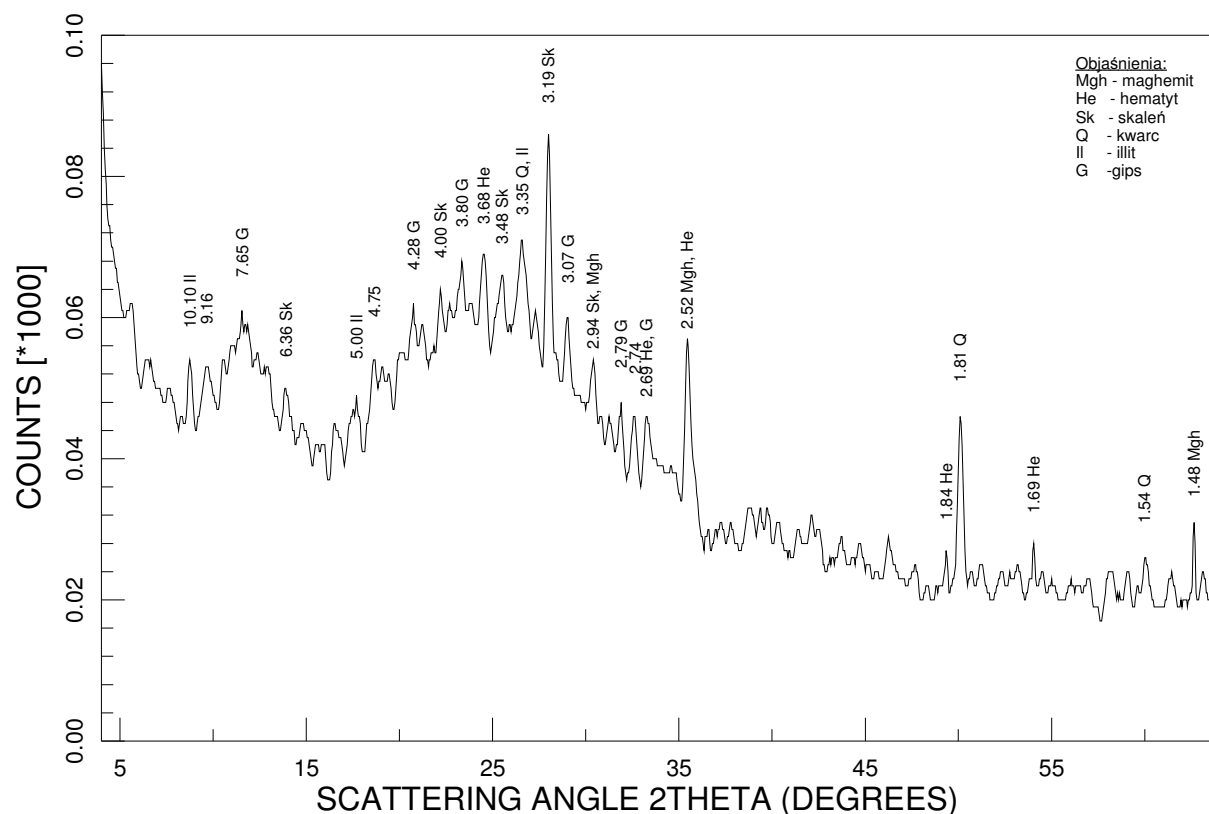
Fig. 1. X-ray diffraction pattern of sample of grey amphibolites with green tone (A-Zi)



Rys. 2. Dyfraktogram próbki amfibolitu szarego o odcieniu czerwonym (A-Cz)

Fig. 2. X-ray diffraction pattern of sample of grey amphibolites with red tone (A-Cz)





Rys. 3. Dyfraktogram próbki czerwonej substancji wypreparowanej z amfibolitów A-Cz

Fig. 3. X-ray diffraction pattern of sample of red substance prepared from amphibolites A-Cz

Zarówno maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), jak i hematyt ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) – mogą powstawać w wyniku przeobrażeń innych minerałów zawierających żelazo, m.in. mogą być produktami przeobrażenia amfiboli. Wysokie tło w zakresie kąta  $2\theta$  15 – 32° może wskazywać na obecność substancji amorficznej, powstałej podczas przeobrażeń amfiboli, a gips i illit są już składnikami przeobrażeń wtórnych.

### 3.2. Skład chemiczny amfibolitów

Dominującym składnikiem chemicznym w obu analizowanych próbkach amfibolitów jest  $\text{SiO}_2$ , której udział wynosi ok. 48% mas. w próbce A-Zi i ok. 43% wag w próbce A-Cz (tab. 2). Pod względem ilościowym istotnymi składnikami badanych próbek są  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , których udział wynosi kilkanaście % mas. W tym przypadku zwraca uwagę zbliżona zawartość w obu próbkach  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , wynosząca ok. 15% mas., a w przypadku  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  widoczne jest wyraźne zróżnicowanie jego udziału. W próbce A-Cz – amfibolit o barwie szarej z odcieniem czerwonym – jest on wyższy (ok. 15% mas.) w porównaniu do próbki A-Zi – amfibolit o barwie szarej z odcieniem zielonkawym – ok. 10% mas. (tab. 2).

Tabela 2

## Skład chemiczny badanych amfibolitów

Składnik chemiczny	Amfibolit o odcieniu czerwonym, próbka A-Cz	Amfibolit o odcieniu zielonkawym, próbka A-Zi
	Zawartość [% mas.]	
SiO <sub>2</sub>	43,48	48,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,75	15,74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,44	10,53
MgO	6,10	7,78
CaO	8,56	10,70
Na <sub>2</sub> O	3,76	3,02
K <sub>2</sub> O	2,37	0,53
TiO <sub>2</sub>	1,84	0,96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,08
S	0,59	0,41
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,06
MnO	0,35	0,16
Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,01
NiO	0,02	0,02
CuO	0,10	0,14
ZnO	0,03	0,02
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,14
Rb <sub>2</sub> O	0,01	0,00
SrO	0,07	0,02
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,00
ZrO <sub>2</sub>	0,09	0,02
BaO	0,07	0,02
PbO	0,01	0,01
LOI	2,03	1,45
Suma	100,00	100,00

W znaczących ilościach występują MgO i CaO, których udział waha się od ok. 6 do ok. 10% mas. Mniejszy jest udział Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O i TiO<sub>2</sub>, który nie przekracza 4% mas. Pozostałe składniki chemiczne obecne są w śladowych ilościach, choć istotne dla ustalenia składu mineralnego są jeszcze CuO, MnO i S, które wchodzi w skład siarczków miedzi i żelaza.

Straty prażenia są porównywalne w obu próbkach i typowe dla tego typu skał (Floyd P. i in. 1996).

### 3.3. Badania eksperymentalne

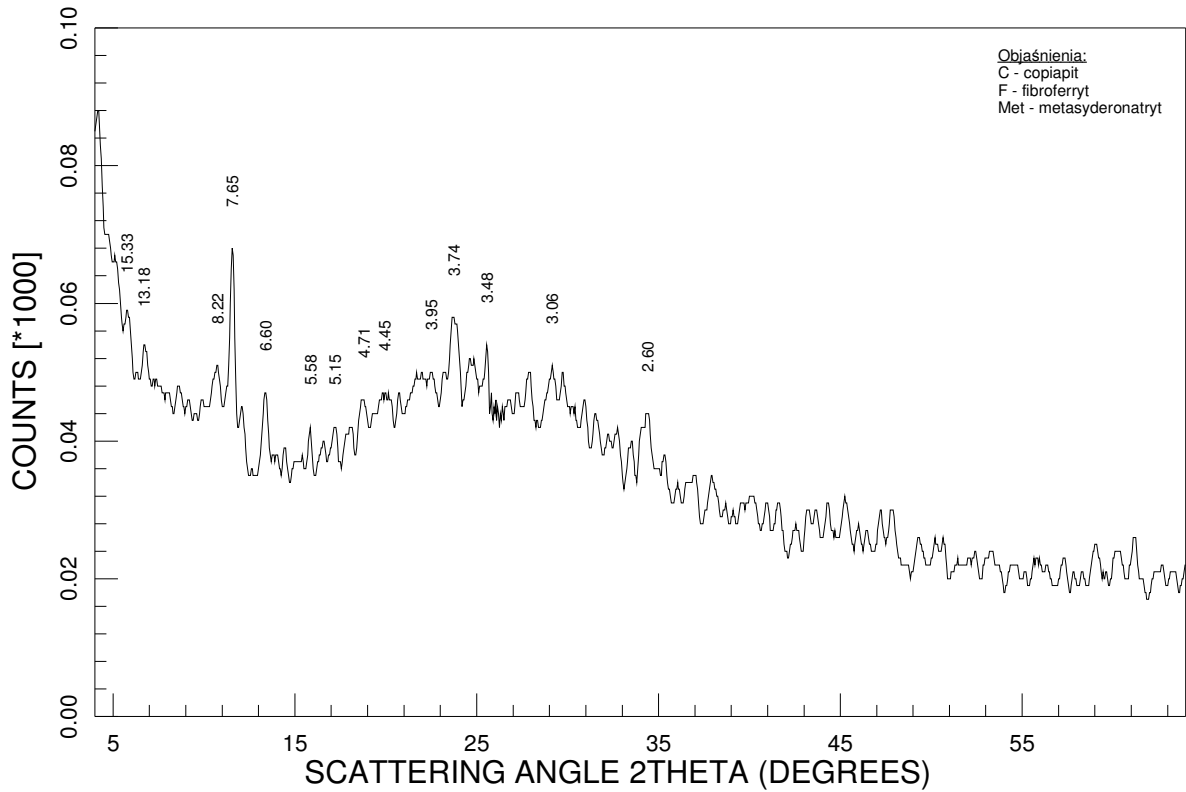
W celu potwierdzenia, która odmiana amfibolitu ulega procesom korozji, przeprowadzone zostały badania eksperymentalne.

Już po pierwszym odparowaniu na dnie szalki, na której znajdowały się ziarna amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz) pojawił się wyraźnie widoczny osad barwy rdzawobrunatnej. Prawdopodobnie jest on odpowiednikiem powstałych przebarwień na nawierzchni asfaltowej. Po kolejnych cyklach ilość tego osadu wzrastała. Dodatkowo, w okresie pomiędzy kolejnymi cyklami na powierzchni okruszków pojawiły się białe naloty.

Na dyfraktogramie wytworzonego eksperymentalnie osadu barwy rdzawobrunatnej stwierdzono obecność kilku refleksów (rys. 4), pochodzących najprawdopodobniej od faz, które są produktami przeobrażeń siarczków (głównie pirytu i pirotynu) występujących w amfibolicie. Są to: copiapit -  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ , fibroferyt -  $\text{Fe}[\text{OH}/\text{SO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  oraz metasyderonatryt -  $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{SO}_4]_2(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Dodatkowo pojawiają się refleksy pochodzące od gipsu, a podniesienie tła w zakresie kąta  $2\theta$  15-35° może wskazywać na obecność amorficznej substancji, prawdopodobnie wodorotlenku żelaza typu  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

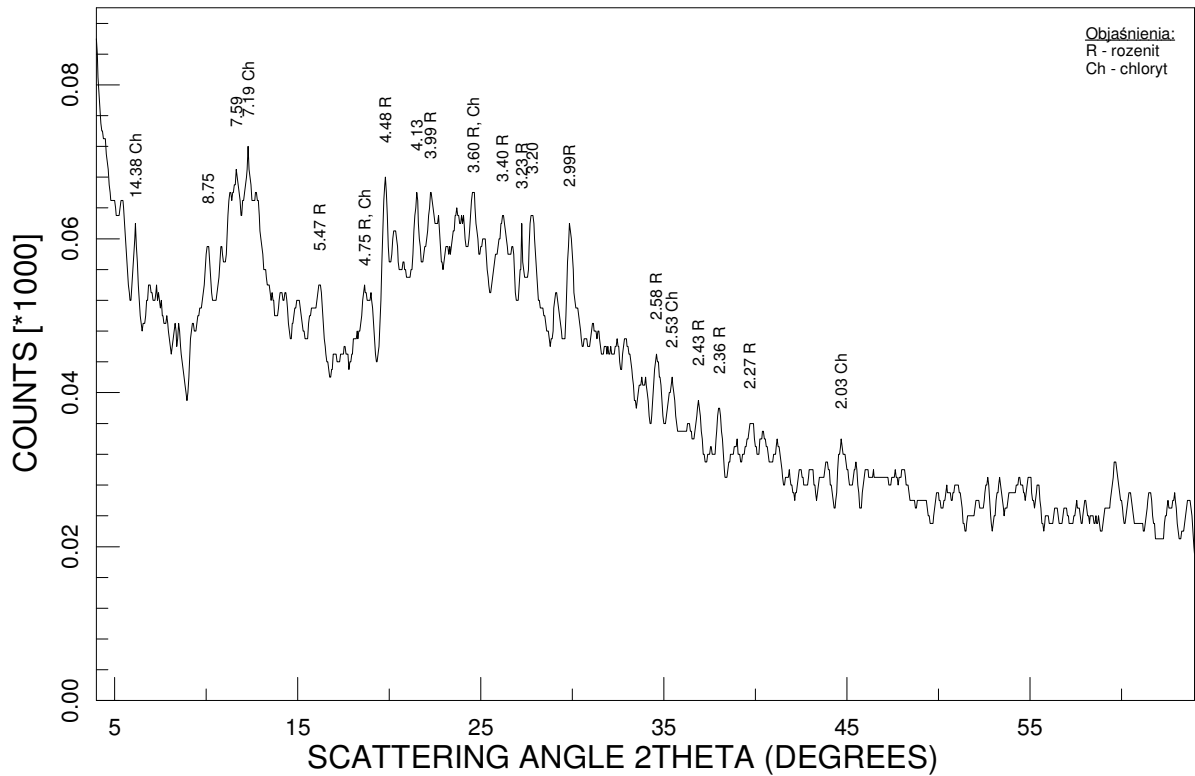
Na dyfraktogramie białych nalotów, towarzyszących rdzawobrunatnemu osadowi, obecne są refleksy pochodzące od rozenitu (siarczan żelaza o wzorze  $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , rys. 5) i chlorytu. Mineral ten jest zwykle produktem utleniania innych minerałów żelaza (np. siarczków). Można wnioskować, że rozenit, najprawdopodobniej na skutek oddziaływania czynników atmosferycznych, jest ługowany i odprowadzany z powierzchni drogi lub też składniki chemiczne tego ługowania wchodzą następnie w składniki mineralne osadu barwy rdzawobrunatnej.

Na szalce Petriego, na której umieszczono próbkę szarego amfibolitu o odcieniu zielonkawym nie zaobserwowano żadnych produktów przeobrażeń mineralnych. Dowodzi to, iż za rdzawobrunatne przebarwienia powstające na powierzchni drogi odpowiedzialny jest szary amfibolit o odcieniu czerwonym.



Rys. 4. Dyfraktogram brunatnego osadu z amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz), powstałego w wyniku badań eksperymentalnych

Fig. 4. Diffraction pattern of brown precipitate of amphibolite with red tone (sample A-Cz) originating during experiment



Rys. 5. Dyfraktogram białych nalotów z amfibolitu o odcieniu czerwonym (próbka A-Cz), powstałych w wyniku badań eksperymentalnych

Fig. 5. Diffraction pattern of white coating of amphibolite with red tone (sample A-Cz) originating during experiment

#### 4. Podsumowanie wyników badań

Przeprowadzone badania ujawniły, że badana próbka kruszywa nie jest jednorodna pod względem petrograficznym, ponieważ w jej skład wchodzi dwa rodzaje szarego amfibolitu (z odcieniem: zielonkawym i czerwonym) oraz gabro.

Wyniki badań wskazują, że ziarnami ulegającymi korozji (wywołującymi pojawienie się rdzawobrunatnych nalotów) są szare amfibolity z odcieniem czerwonym. Wskazuje na to jednoznacznie bardzo zbliżony skład mineralny tego amfibolitu z okruchem ulegającym korozji pobranym z nawierzchni asfaltowej, a w szczególności ilość i kierunek przeobrażeń amfiboli, jednej z głównych grup minerałów wchodzących w skład badanych próbek. Produkty przeobrażeń amfiboli, podobne do opisanych w niniejszym artykule, stwierdzono w porfirach ryodacytowych z rejonu Krzeszowic. Autorzy wiążą je m.in. z procesami metasomatycznymi (Marszałek M., Czerny J. 2009). Można więc przyjąć, że przemiany opisane w amfibolicie szarym z odcieniem czerwonym zachodziły już w złożu amfibolitu. Bogate w żelazo produkty przeobrażeń tych amfiboli, a także obecność siarczków i tlenków żelaza lub żelaza i miedzi z domieszką niklu mogły łatwo ulegać procesom wietrzenia. Żelazo zawarte w minerałach stanowiących produkty tego wietrzenia barwi je na kolor rdzawobrunatny.

Produkcja kruszywa, zwłaszcza mechaniczne kruszenie zwiększające powierzchnię wystawioną na oddziaływanie czynników atmosferycznych, przyspieszyła te procesy. W ich efekcie na ziarnach kruszywa, a także na nawierzchni asfaltowej wykryły się wtórne minerały żelaza.

Dodatkowym argumentem, wskazującym na źródło pojawienia się wykwitów na okruchach szarego amfibolitu z odcieniem czerwonym jest analiza chemiczna, bowiem wskazuje ona na znacznie wyższy udział żelaza w tej odmianie w porównaniu do szarego amfibolitu z odcieniem zielonkawym.

Rozstrzygające, co do przyczyn tworzenia się rdzawobrunatnych przebarwień na nawierzchni asfaltowej okazały się badania eksperymentalne, które jednoznacznie wskazują, iż tworzą się one na okruchach szarego amfibolitu z odcieniem czerwonym. Badania jakościowe tych wykwitów ujawniają, iż produktami przeobrażeń składników mineralnych, obecnych w tych okruchach, są rozenit oraz inne uwodnione siarczany żelaza (copiapit, fibroferryt) lub żelaza i sodu (metasyderonatry), jak również wodorotlenki żelaza. Powstają one w wyniku korozji składników mineralnych amfibolitu pod wpływem czynników atmosferycznych.

## BIBLIOGRAFIA

1. PN-EN 13043 - Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
2. Floyd P., Winchester J., Ciesielczuk J., Lewandowska A., Szczepanski J., Turniak K.: Geochemistry of early Palaeozoic amphibolites from the Orlica-Śnieżnik dome, Bohemian massif: petrogenesis and palaeotectonic aspects. *Geol Rundsch* 85, 1996, p. 225-238.
3. Heflik W., Żaba W.: A study of saussuritized gabbro from: Słupiec (Lower Silesia) *Prace Miner.* 23, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1970, s. 21-50.
4. Kapuściński T., Pozzi M.: Przyczynek do poznania dyferencjacji masywu gabrowo-diabazowego w refonie Słupca. *Kwartalnik Geologiczny* t. 25, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1981, s. 233-242.
5. Maciejewski S.: Masyw gabrowo-diabazowy Nowej Rudy. Przewodnik do XXX Zjazdu PTG Ziemi Kłodzkiej. Wrocław 1957, s. 160-163.
6. Marszałek M., Czerny J.: Przeobrażenia amfiboli w porfirach ryodacytowych z Zalasza koło Krakowa. *Geologia*, t. 35, z. 2/1, 2009, s. 159-166.

**Abstract**

On the one of new constructed passages of the roads after completing of asphalted pavement there was verified occurrence of rusty-brown pigmentation in form of small spots with diameter of over a dozen millimeters. Owing to the fact that the passage of the road has not been used yet, the pigmentation could not be connected with the utilization of the road but their probable origin were in the asphalt mass. The asphalted pavement according to the declaration of the contractor was built of asphalt mass based on granulated aggregate produced from amphibolites and gabbro. Till now similar pigmentations occurred on the pavements which were built with usage of artificial aggregates based on high oven slags. Hence there was a suspicion that during the road construction there was used an artificial aggregate did not prove in the recipe. There were done investigations in order to prove if in the asphalt mass there is an admixture of artificial aggregates and which component of the aggregate is responsible for originating of pigmentation. It was stated that in the composition of aggregate there are grains of two forms of amphibolites (grey amphibolite with red tone and grey amphibolites with green tone) and gabbro grains. Mineralogical investigations discovered that allocated forms of amphibolites indicate significantly different mineral composition. In the aggregate there was not proved any admixture of artificial aggregates within based on high oven slags, which the most often cause originating of pigmentation. Basing on petrographical and mineralogical investigations as well as experiment there was proved that the grains of grey amphibolites with red tone are responsible for the processes of originating of pigmentations. The mechanism of originating of pigmentation is connected with weathering of iron sulphides and leaching of iron from strongly altered amphibolites and biotite. That iron precipitate on the asphalted pavement in form of sulphates and hydroxides.