

Tadeusz GODULA
Wojciech SKUTECKI
Instytut Geologii Stosowanej
Politechniki Śląskiej

SPOSOBY USTALENIA STOPNIA SPEKANIA SKAŁ NA PODSTAWIE OBSERWACJI PRZEPROWADZONYCH NA RDZENIACH WIERTNICZYCH

Streszczenie. W artykule porównano metody ustalenia stopnia spekania skał na podstawie pomiarów przeprowadzonych na rdzeniach z otworów geologiczno-rozpoznawczych. Podano ocenę ich przydatności dla prognozowania inżyniersko-geologicznych cech masywu skalnego.

ESTABLISHING METHODS OF DRILL CORES CRACK DENSITY BASED ON DRILL CORE EXAMINATION

Summary. The presesnt paper some methods of establishing the drill cores cracking degree in prospecting holes have been compased.

Their application possibiliti in solving some engineering geology problems has been cousidered.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ РАСТРЕСКИВАНИЯ ПОРОД НА ОСНОВАНИИ НАБЛЮДЕНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ НА КЕРНАХ

Резюме. В статье проведено сравнение методов определения степени растрескивания пород на основании измерений, проведенных на кернах, взятых из геолого-разведочных скважин. Дана оценка пригодности этих методов для прогнозирования инженерно-геологических характеристик породного массива.

1. WPROWADZENIE

Podstawową cechą strukturalną każdego masywu skalnego są występujące w nim spękania. Stanowią one powierzchnie nieciągłości o różnym rozprzestrzenieniu, które dzielą go na mniej lub bardziej regularne bloki o różnej wielkości. Powoduje to bardzo znaczny spadek wytrzymałości i wzrost odkształcalności skał w masywie, wpływa na jego przepuszczalność oraz na pogorszenie warunków utrzymania wyrobisk, a także jest przyczyną opadania skał i powstawania obwałowań. Z tych względów jednym z podstawowych zadań inżyniersko-geologicznego rozpoznania masywu skalnego, oprócz określenia właściwości mechanicznych skał, jest zbadanie stopnia jego spękania. W niniejszym artykule przedstawiono trzy sposoby ustalania stopnia spękania skał na podstawie obserwacji przeprowadzanych na rdzeniach wiertniczych: liniowej gęstości spękań, rozkawałkowania rdzenia i wskaźnika RQD (Rock Quality Designation).

2. SPĘKANIA W SKAŁACH KARBONU PRODUKTYWNEGO GZW

Spękania, podobnie jak uskoki, grupują się w masywie skalnym w przecinające się wzajemnie systemy kierunkowe, które pokrywają skały przestrzenną siecią spękań. Sieć ta w obrębie utworów karbonu produktywnego Górnosląskiego Zagłębia Węglowego, jak to wykazują liczne obserwacje i pomiary spękań przeprowadzane na obszarach kopalń oraz na rdzeniach wiertniczych z otworów rozpoznawczych w różnych częściach Zagłębia, wykazuje zgodność orientacji przestrzennej kierunków spękań z głównymi

strukturami tektonicznymi obszarów. Ogólnie składa się ona z systemu podłużnego, poprzecznego i diagonalnego, jednak jak to wykazują przeprowadzone pomiary, nie wszystkie systemy w poszczególnych częściach GZW są równocześnie reprezentowane. Często występuje tylko system podłużny i poprzeczny lub system diagonalny. Zmienia się także gęstość spękań w obrębie poszczególnych systemów, a wszystkie te zmiany wykazują przeważnie związek z głównymi kierunkami strukturalnymi, stopniem zaangażowania tektonicznego obszaru i właściwościami mechanicznymi skał.

Z analizy układu geometrycznego płaszczyzn spękań w skałach karbonu produktywnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wynika, że systemy kierunkowe grupują przeważnie spękania o odmiennym nachyleniu płaszczyzn, które ze względu na ich orientację w stosunku do poziomu można podzielić na:

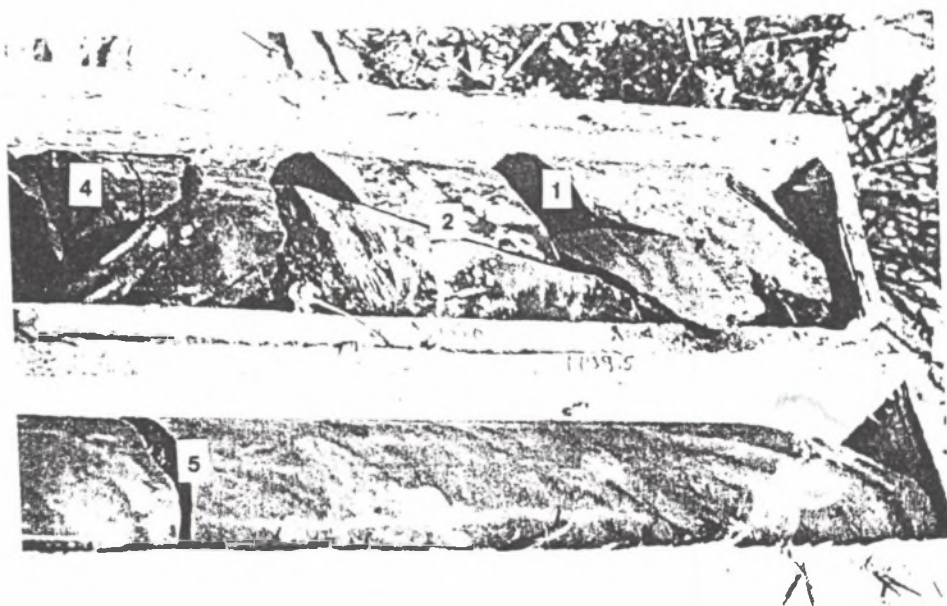
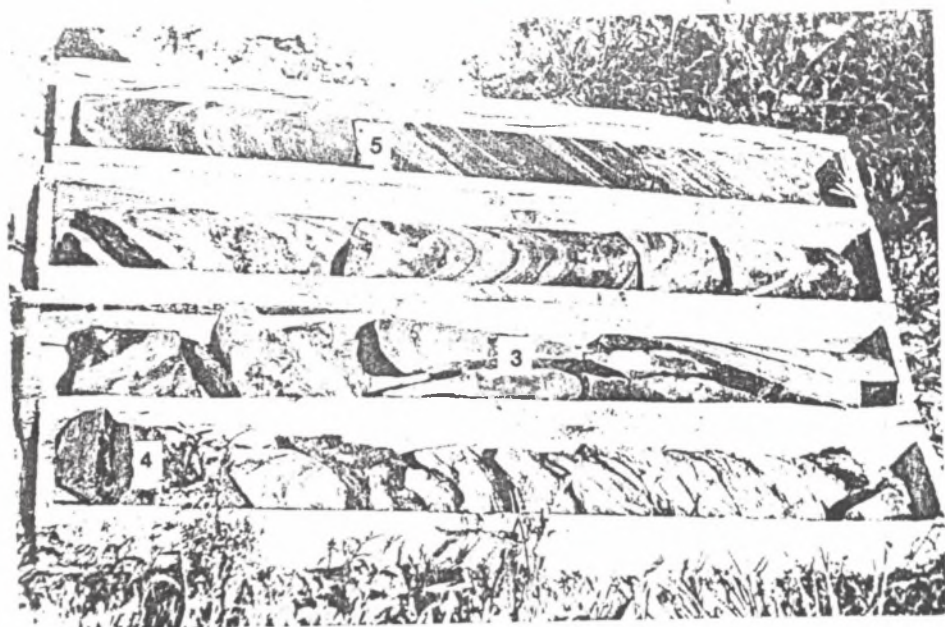
- spękania połogie, o orientacji płaszczyzn zbliżonej do uławicenia serii skalnej,
- spękania o ukośnym w stosunku do poziomu nachyleniu płaszczyzn, najczęściej pod kątem 40° do 70° .
- spękania o układzie płaszczyzn zbliżonym do położenia pionowego (rys.1).

Spękania połogie charakteryzują się często płaszczyznami przesuwu przebiegającymi wzdłuż powierzchni sedymentacyjnych skał, które najczęściej stanowią nagromadzenia szczątków roślinnych lub blaszek miki na płaszczyznach warstwowania, czy też związane są ze zmianą charakteru osadu.

Duża część tych powierzchni jest zlustrowana i pokryta tektoglifymi o kierunku równoległym do upadu warstw, co świadczy, że są to płaszczyzny ścięć o przebiegu przeważnie zgodnym z płaszczyznami anizotropii skał. Takie płaszczyzny występują bardzo licznie w ilowcach, łupkach węglowych i niektórych mułowcach oraz mniej licznie w piaskowcach. Ten typ spękań z uwagi na prawie poziome ułożenie płaszczyzn, rzadko zaznacza się w sposób wyraźny na ociosach wyrobisk górniczych i z tych względów bywa przeważnie pomijany w pomiarach dołowych.

Z kolei spękania ukośne stanowią płaszczyzny przesuwu, powstałe w wyniku ścięcia skał w polu naprężeń ściskających o ułożeniu osi σ_1 w położeniu zbliżonym do pionu, a osi σ_3 - do poziomu. W skład tej grupy wchodzi często dwa zespoły spękań o komplementarnym układzie płaszczyzn. Są to spękania paraklazowe towarzyszące przeważnie tektonice dysjunktywnej charakteryzujące się dużą zmianą rozkładu gęstości.

Natomiast spękania o pionowym układzie płaszczyzn stanowią populację, w skład której wchodzi liczne spękania o nierównych i zadzierzystych powierzchniach rozłamu powstałe w polu naprężeń rozciągających, oraz mniej liczne spękania powstałe w wyniku ruchu przesuwczego pod wpływem działania pary sił, o gładkich i zlustrowanych płaszczyznach pokrytych strukturami ślizgowymi. Spękania tej grupy występują licznie w systemach poprzecznym i podłużnym, w którym często przyjmują położenie katetalne w stosunku do ułożenia warstw.



Rys. 1. Formy spękań obserwowane na rdzeniach wiertniczych: 1 - spękania połogie, 2 - spękania nachylone, 3 - spękania pionowe, 4 - spękania o nieokreślonym układzie płaszczyzn, 5 - płaszczyzny rozłomu rdzenia

Fig.1. The crack types observed in drill cores: 1 - horizontal cracks, 2 - tilted cracks, 3 - vertical cracks, 4 - undefined crackd orientation, 5 - drill core break surfaces

Oprócz wymienionych grup na rdzeniach wiertniczych często stwierdza się odcinki o nieokreślonym układzie płaszczyzn spękań składające się z ostrokrawędzistych okruców o złustrowanych płaszczyznach lub z silnie rozdrobnionej skały, którą stanowią druzgoty i brekcje tektoniczne. Z obserwacji przeprowadzonych w wyrobiskach górniczych można wnioskować, że odcinki te odpowiadają strefom krzyżowania się kilku zespołów spękań o odmiennej orientacji przestrzennej płaszczyzn oraz uskokom. Ich rozmieszczenie w masywie skalnym jest przeważnie nierównomierne.

3. SPOSOBY OKREŚLANIA STOPNIA SPĘKANIA RDZENI WIERTNICZYCH Z OTWORÓW GEOLOGICZNO-ROZPOZNAWCZYCH

Obserwacje tektoniczne przeprowadzone na rdzeniach z otworów geologiczno-rozpoznawczych, pomimo małej średnicy rdzeni, wynoszącej najczęściej 10,1 cm lub 8,5 cm pozwalają na punktowe rozpoznanie zarówno układu geometrycznego płaszczyzn spękań, jak również rozkładu ich gęstości. Wyniki tych obserwacji ujmuje się przeważnie w różne wskaźniki liczbowe, które stanowią podstawę do prognozowania inżyniersko-geologicznych cech serii geomechanicznych lub masywu skalnego.

Stopień spękania rdzenia wiertniczego najczęściej przedstawia się w formie:

a) liniowej gęstości spękań (G_L) - czyli liczby spękań dowolnych zespołów przypadającej na jednostkę długości rdzenia.

Wyznacza się ją z wzoru:

$$G_L = \frac{N}{L} \quad [m^{-1}]$$

gdzie:

N - liczba spękań,

L - długość odcinka pomiarowego w metrach.

b) rozkawałkowania rdzenia - czyli średniej długości jego odcinków (l_{sr}), którą określa się z wzoru:

$$l_{sr} = \frac{\sum l_i}{n} \quad [cm]$$

gdzie:

l_i - długości poszczególnych odcinków rdzenia w cm ograniczone płaszczyznami rozłamu,

n - liczba odcinków,

c) wskaźnik RQD (Rock Quality Designation), który oblicza się z wzoru:

$$RQD = \frac{\sum \text{odcinków rdzenia} > 10 \text{ cm}}{\text{długość marszu wiertniczego}} \times 100\%$$

Wskaźnik gęstości liniowej wyznaczony na podstawie pomiarów spękań wykonanych na rdzeniach wiertniczych uwzględnia wyłącznie płaszczyzny spękań tektonicznych. Stanowi on sumę gęstości pozornych wszystkich reprezentowanych w masywie grup kątowych spękań, a więc spękań połączonych, nachylonych i pionowych. Nie uwzględnia jednak, ze względu na brak możliwości wydzielania płaszczyzn spękań i wykonywania ich pomiarów, stref o nieokreślonym układzie płaszczyzn spękań odpowiadających druzgotom i brekcji tektonicznej. Wskaźnik ten znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach budownictwa, zwłaszcza hydrotechnicznego i w górnictwie jako orientacyjna miara wzrostu przepuszczalności i strukturalnego osłabienia masywu skalnego. Natomiast rozkawałkowanie rdzenia wyznaczone na podstawie pomiarów długości poszczególnych jego odcinków uwzględnia wszystkie płaszczyzny rozłamu rdzenia, bez rozpatrywania ich genezy. Uproszczenie to odróżnia go od wskaźnika gęstości liniowej.

W ścisłym związku z rozkawałkowaniem rdzenia, a przede wszystkim z występowaniem stref druzgotów i brekcji tektonicznej pozostaje wskaźnik RQD. Jego wartość stanowi rodzaj zmodyfikowanego uzysku rdzenia, pomniejszonego o odcinki mniejsze od 10 cm. Wskaźnik ten, z uwagi na prosty sposób jego określania, znajduje szerokie zastosowanie przy ocenie inżynierskich cech masywu [4, 5], a także przy konstruowaniu map rejonizacji i opracowywaniu prognoz geologiczno-inżynierskich [2]. Jednak sposób określania wskaźnika RQD uwarunkowany jest stałym reżimem i technologią wykonywania wierceń (jednakowe koronki, liczba obrotów, stały nacisk, parametry płuczki, długości marszu wiertniczego itp.), co przy wykonywaniu otworów głębokich prowadzonych w celu rozpoznawania złóż jest praktycznie nieosiągalne [1].

Stopień rozkawałkowania rdzeni wiertniczych z otworów geologiczno-rozpoznawczych zwykle nie odpowiada naturalnej podzielności spękania skał w masywie. Jest on przeważnie większy, ponieważ obejmuje także płaszczyzny rozłamu rdzenia powstałe w wyniku procesu wiercenia i wydobywania rdzenia z rury rdzeniowej oraz w trakcie jego transportu i składowania. Z tych względów pomiary spękań wykonywane na rdzeniach z głębokich otworów rozpoznawczych, jeżeli nie zostały poprzedzone makroskopową oceną każdej płaszczyzny rozłamu rdzenia i ich selekcją polegającą na eliminowaniu spękań wtórnych, obarczone są różnej wielkości błędem, który przenoszony jest na wyznaczane wskaźniki. Aby określić wielkość tego błędu, jak również porównać wyniki stosowanych metod określania stopnia spękania rdzenia wiertniczego i ich przydatności dla celów inżyniersko-geologicznych wykonano równoległe na rdzeniach z kilku otworów rozpoznawczych pomiary z selekcją płaszczyzn spękań i wydzieleniem odcinków druzgotu i brekcji tektonicznej oraz pomiary bez takiej selekcji, którymi objęto wszystkie płaszczyzny rozłamu rdzenia.

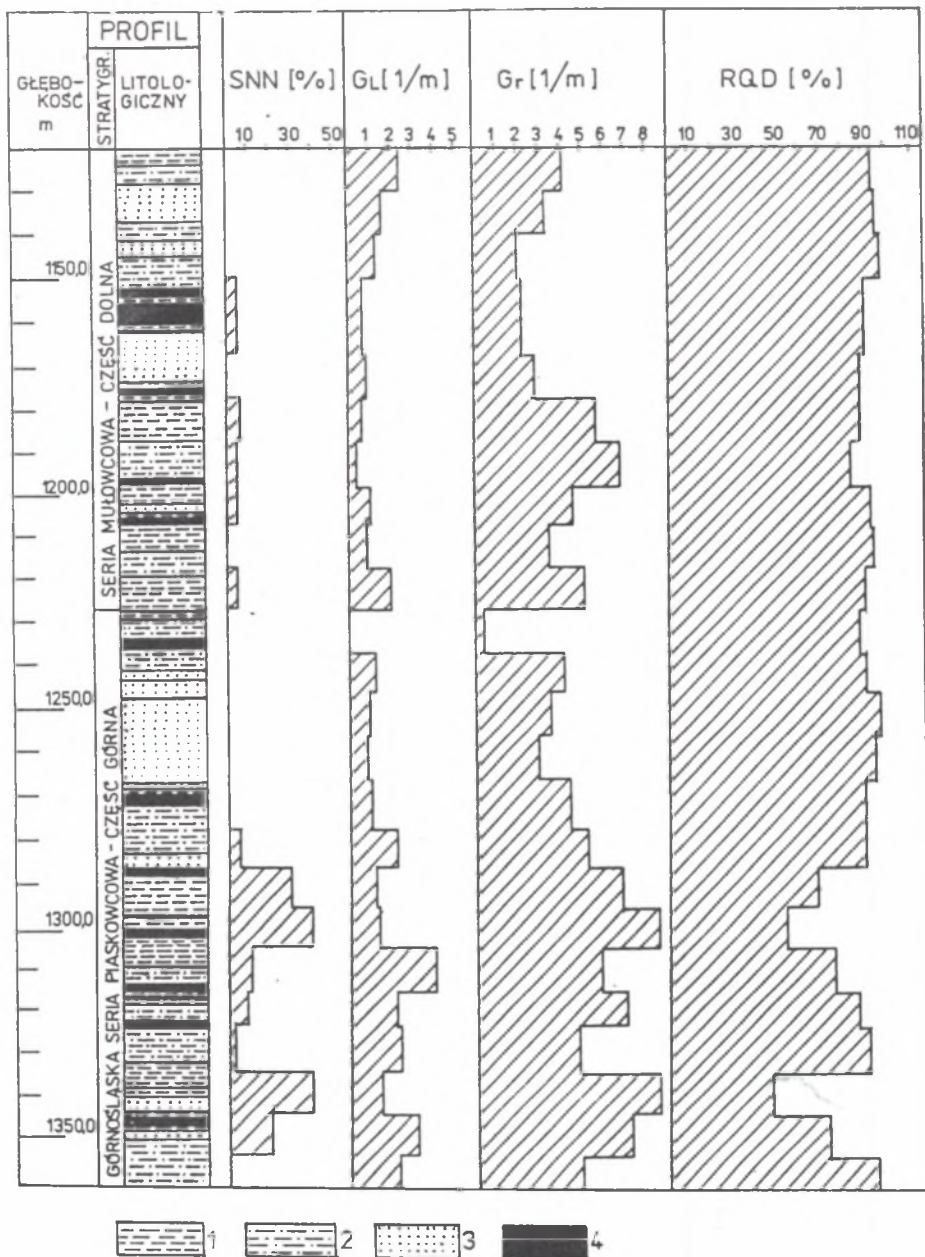
4. ANALIZA PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW SPĘKAŃ I JEJ WYNIKI

W niniejszej analizie wykorzystano część przeprowadzonych na rdzeniach wiertniczych pomiarów spękań. Dotyczą one skał karbonu produktywnego, a w szczególności odcinka profilu o długości 240 m, który obejmował część dolną serii mułowcowej oraz górną część górnosłaskiej serii piaskowcowej. Profil ten przedstawiono na rysunku 2.

W analizowanym profilu serii mułowcowej o miąższości 110 m, piaskowce stanowią 26,1%, mułowce 8,9%, ilowce 52,9%, a węgle i łupki węglowe 12,1%. Natomiast w profilu górnosłaskiej serii piaskowcowej o miąższości 130 m, udział piaskowców wynosił 28,0%, mułowców 33,0%, ilowców 27,9%, a łupki węglowe i węgla 11,1%. Dla porównania wyników przeprowadzonych pomiarów zbadano ich rozkłady. W tym celu sporządzono histogramy i krzywe kumulacyjne rozkawałkowania i podzielności spękania rdzenia wiertniczego, oddzielenie dla każdej serii litostratygraficznej. Histogram oraz krzywa kumulacyjna rozkawałkowania rdzenia wiertniczego z serii mułowcowej przedstawia rozkład zbioru składającego się z 332 pomierzonych odcinków rdzenia (rys.3). Jest to rozkład skośny dodatnio o wartości modalnej 12,0 cm, w którym odcinki mniejsze od 10 cm, mające wpływ na wielkość wskaźnika RQD, obejmują 72 obserwacje, co stanowi 21,7% ich ogólnej ilości.

Z kolei histogram oraz krzywa kumulacyjna podzielności spękania rdzenia wiertniczego tej samej serii charakteryzują zbiór składający się z 92 pomierzonych odcinków rdzenia wiertniczego, oddzielonych płaszczyznami spękań tektonicznych (rys.4). Histogram ten przedstawia również rozkład o skośności dodatniej, jednak o znacznie większym współczynniku skośności i większej wartości modalnej wynoszącej 35,0 cm. W zbiorze tym liczba odcinków mniejszych od 10 cm jest znacznie mniejsza i wynosi 7, co stanowi tylko 7,6% ogólnej liczby obserwacji. Charakterystykę pomiarów spękania rdzenia z serii mułowcowej przedstawiono w tabeli 1.

W podobny sposób przeanalizowano wyniki pomiarów przeprowadzonych na rdzeniach pochodzących z górnej części górnosłaskiej serii piaskowcowej. Histogram oraz krzywa kumulacyjna rozkawałkowania rdzenia z tej serii przedstawiają rozkład zbioru składającego się z 610 pomierzonych odcinków (rys.5). Jest to zbiór o skośności dodatniej o mniejszej w porównaniu do odpowiadającego mu zbioru serii mułowcowej wartości modalnej, wynoszącej 9,0 cm oraz znacznie większym udziale odcinków mniejszych od 10 cm. Ich liczba wynosi 268, co stanowi 43,9% ogółu obserwacji.



Rys.2. Profil geologiczny z wykresami intensywności spekan: 1 - ilowce, 2 - mułowce, 3 - piaskowce, 4 - węgle, SNN - spekania o nieokreślonym układzie płaszczyzn (druzgoty i brekcje tektoniczne), G_L - liniowa gęstość spekań, G_r - gęstość rozkawałkowania rdzenia, RQD - wskaźnik jakości rdzenia - Rock Quality Designation

Fig.2. Geological profile with the diagram of cracks intensity: 1 - claystones, 2 - mudstones, 3 - sandstones, 4 - coals, SNN - undefined cracks orientation (crush breccia), G_L - linear cracks density, G_r - disaggregation density, RQD - Rock Quality Designation.

Tabela 1

Charakterystyka zbiorów przeprowadzonych pomiarów na rdzeniach z serii mułowcowej

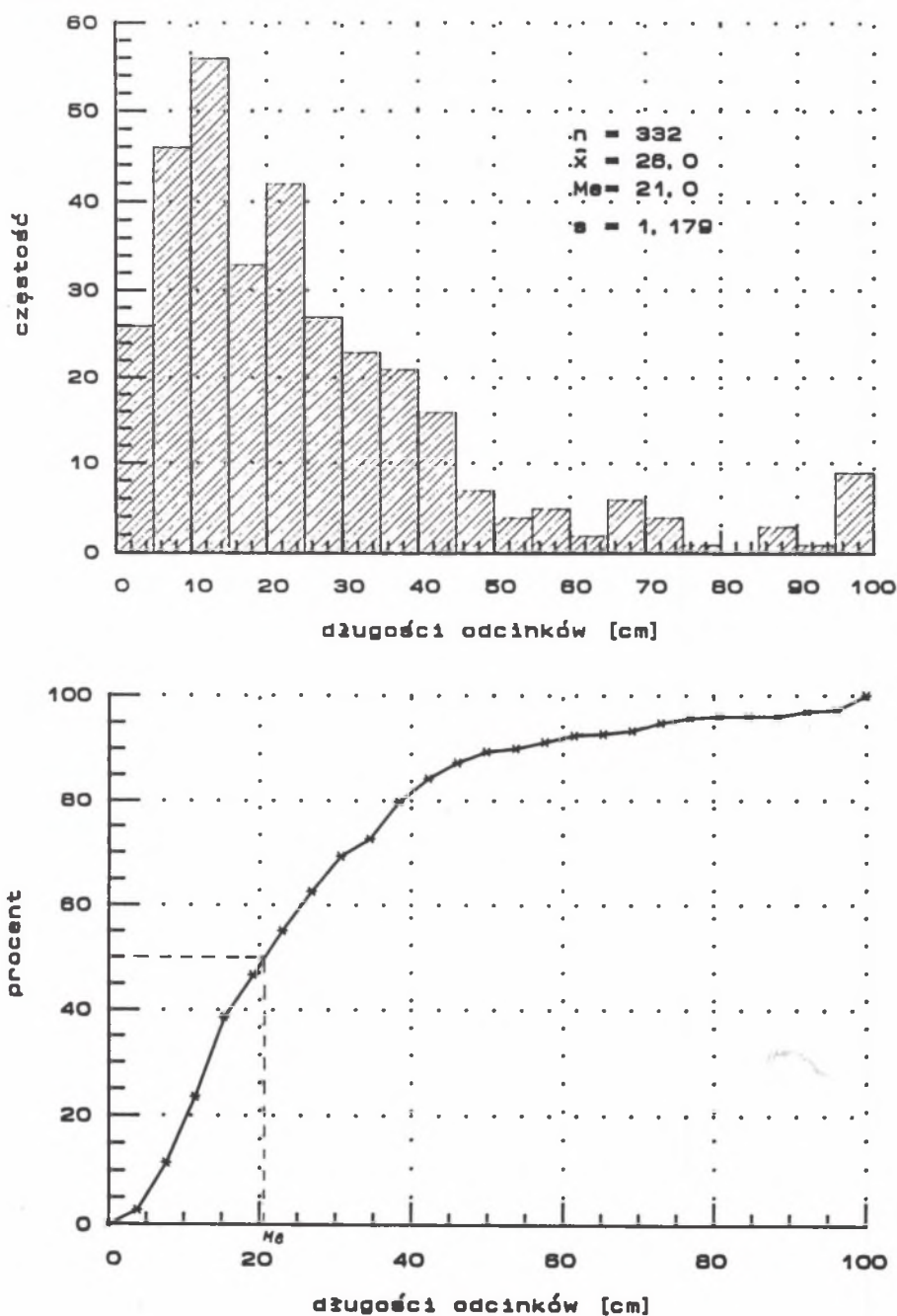
Parametry zbioru		Zbiór pomiarów	
		rozwałkowania rdzenia [cm]	podzielności spękaniaowej [cm]
Liczba obserwacji	n	332	92
Średnia arytmetyczna	x	26,6	92,2
Mediana	Me	21,0	51,5
Wartość modalna	Mo	12,0	35,0
Odchylenie standardowe	s	21,5	130,5
Współczynnik zmienności	v	80,8%	142,0%

Z kolei histogram i krzywa kumulacyjna podzielności spękaniaowej charakteryzują zbiór składający się ze 199 oddzielonych płaszczyznami spękań odcinków rdzenia (rys.6). Zbiór ten ma podobny współczynnik skośności do odpowiadającego mu zbioru w serii mułowcowej. Zawiera 22 odcinki mniejsze od 10 cm, co stanowi 11,1% ogólnej liczby obserwacji. Charakterystykę pomiarów rdzenia tej serii zawarto w tabeli 2.

Tabela 2

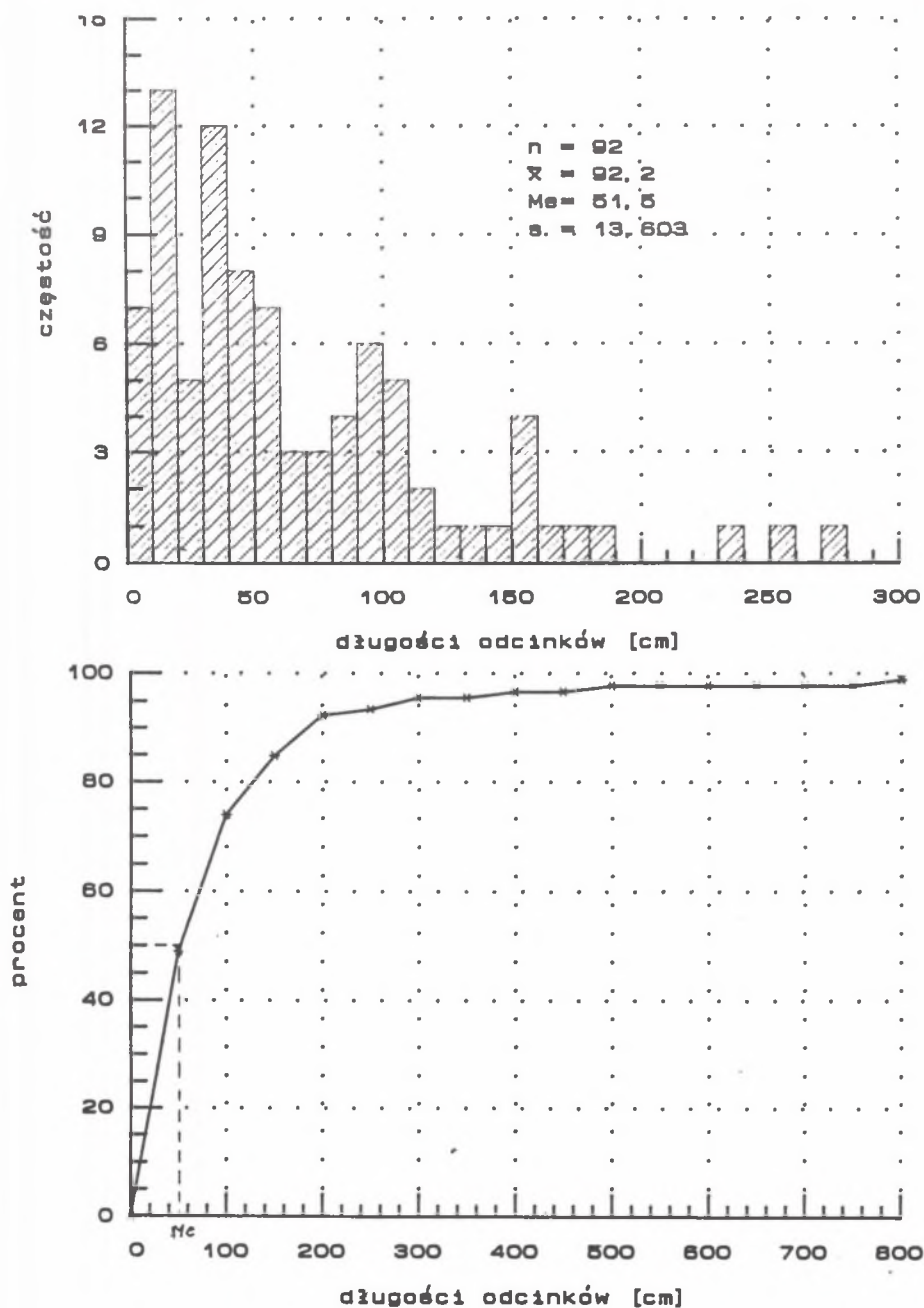
Charakterystyka zbiorów przeprowadzonych pomiarów na rdzeniach z górnej części górnośląskiej serii piaskowcowej

Parametry zbioru		Zbiór pomiarów	
		rozwałkowania rdzenia [cm]	podzielności spękaniaowej [cm]
Liczba obserwacji	n	610	199
Średnia arytmetyczna	x	18,5	56,5
Mediana	Me	12,0	33,0
Wartość modalna	Mo	9,0	8,0
Odchylenie standardowe	s	21,7	65,4
Współczynnik zmienności	v	117,3%	115,8%



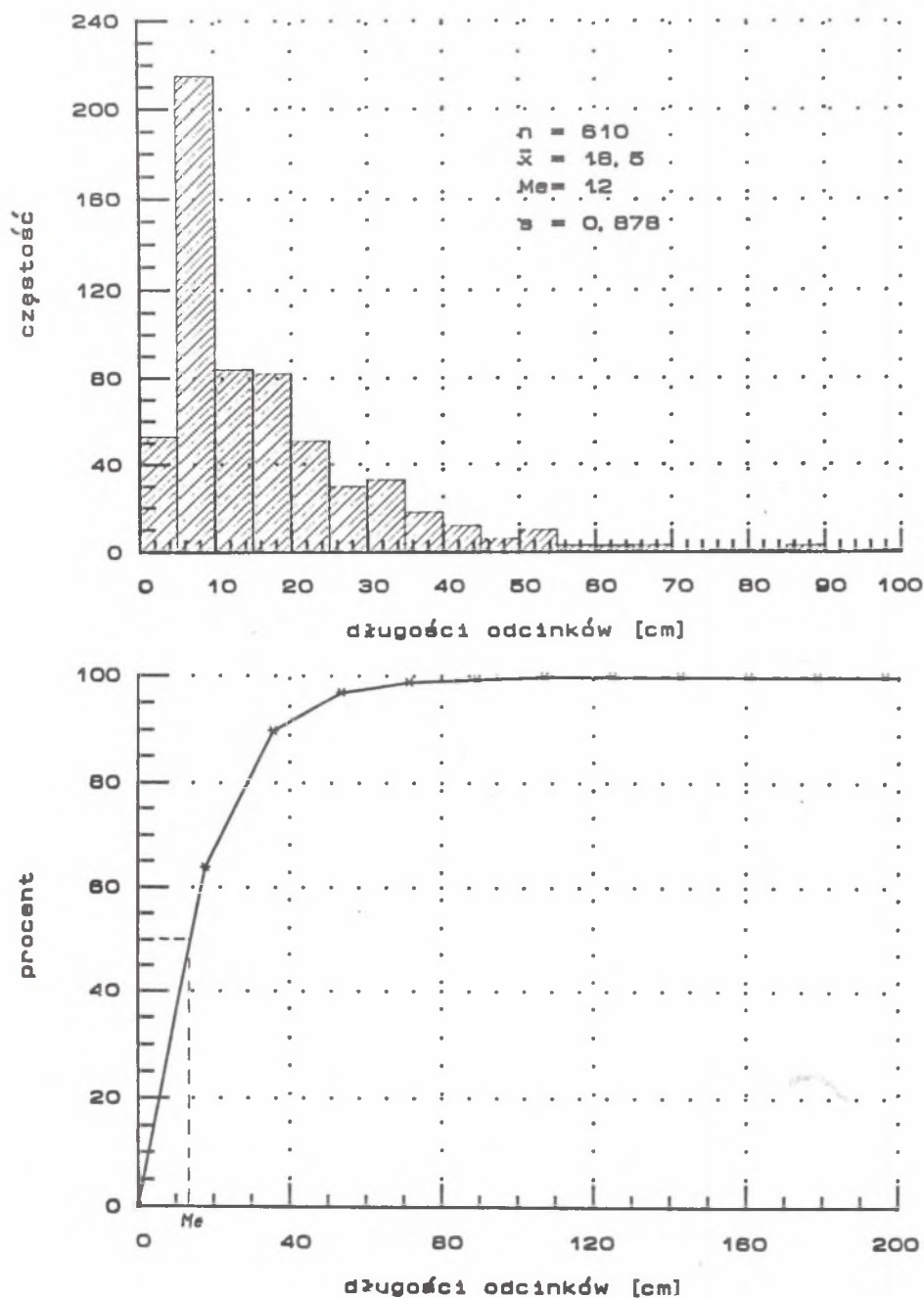
Rys.3. Histogram rozkładu oraz krzywa kumulacyjna rozkawałkowania rdzenia wiertniczego z dolnej części serii mułowcowej

Fig.3. Distribution histogram and cumulative curve of drill core disaggregation in the lower part of mudstone complex.

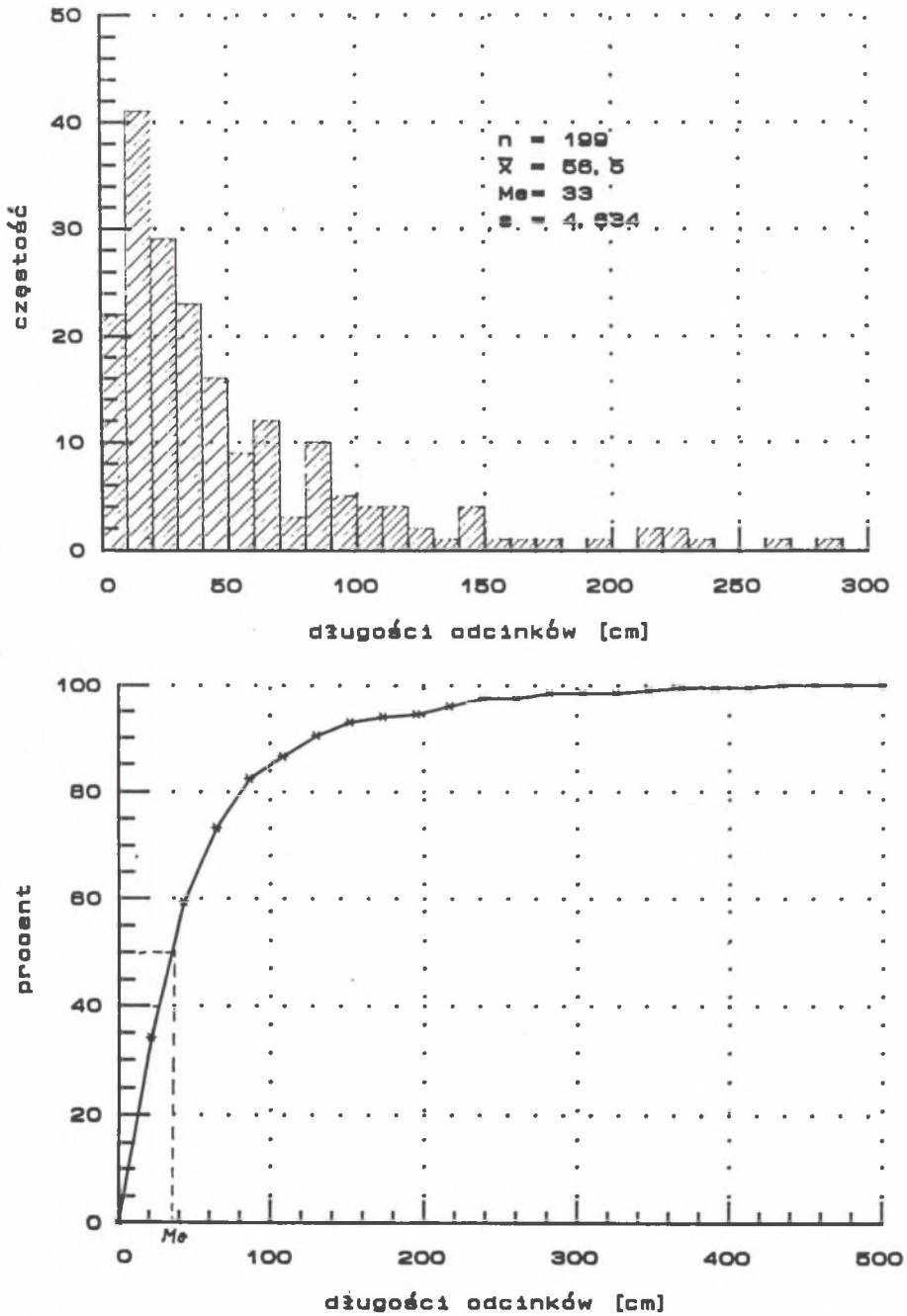


Rys.4. Histogram rozkładu oraz krzywa kumulacyjna podzielności spekania rdzenia wiertniczego z dolnej części serii mułowcowej

Fig.4. Distribution histogram and cumulative curve of drill core crack divisibility in lower part of mudstone complex.



Rys.5. Histogram rozkładu oraz krzywa kumulacyjna rozkawałkowania rdzenia wiertniczego z części górnej górnośląskiej serii piaskowcowej
 Fig.5. Distribution histogram and cumulative curve of drill core disaggregation in upper part of Upper-Silesian sandstone complex



Rys.6. Histogram rozkładu oraz krzywa kumulacyjna podzielności spękania rdzenia wiertniczego z części górnej górnosileskiej serii piaskowcowej

Fig.6. Distribution histogram and cumulative curve of drill core crack divisibility in upper part of Upper-Silesian sandstone complex

Z przeprowadzonej analizy wynika, że ilościowy udział odcinków rdzenia mniejszych od 10 cm, decydujących o wartości wskaźnika RQD, w analizowanych zbiorach jest bardzo zróżnicowany i waha się od 7,6% do 43,9%. Zróżnicowanie to wynika przede wszystkim ze sposobu przeprowadzania pomiarów spękań, ponieważ jak to wykazały obserwacje, rozkawałkowanie rdzenia wiertniczego w obu seriach litostratygraficznych jest znacznie większe od podzielności spękania rdzenia wiertniczego, pomimo że serie te różnią się stopniem zaangażowania tektonicznego i budową litologiczną.

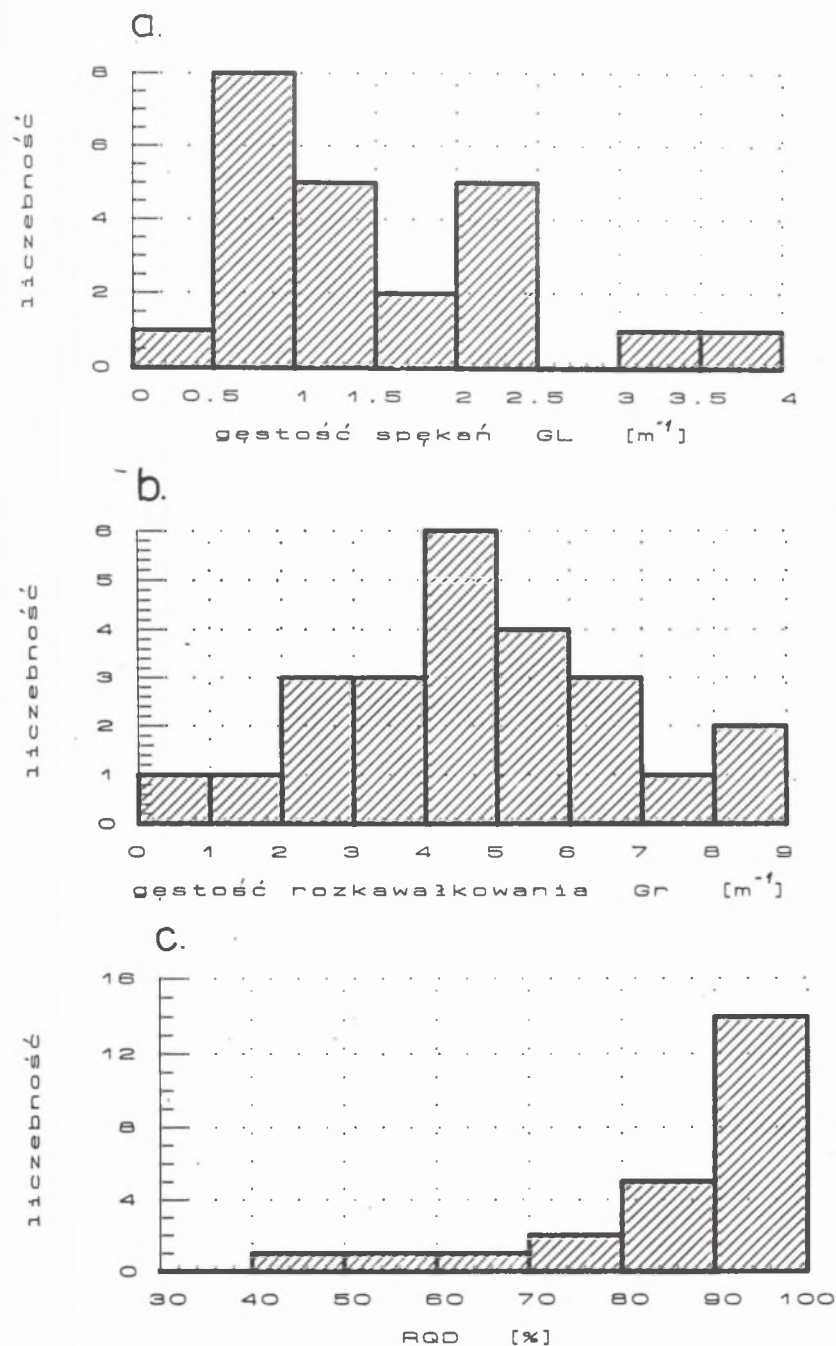
Aby określić średni błąd powodowany liczbą wtórnych płaszczyzn rozłamu rdzenia oraz porównać stosowane wskaźniki, przebadany profil podzielono na 10 m odcinki, dla których obliczono liniową gęstość spękań (G_L), gęstość rozkawałkowania rdzenia (G^r) oraz wskaźnik RQD. Charakterystykę zbiorów tych wartości przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zestawienie parametrów statystycznych zbiorów

Parametry zbioru		Gęstość spękań [1/m]	Gęstość rozkawałkowa- nia [1/m]	Wskaźnik RQD %
Liczba obserwacji	n	24	24	24
Średnia arytmetyczna	x	1,47	4,74	86,2
Mediana	Me	1,2	4,75	91,0
Wartość modalna	Mo	0,8	4,5	93,9
Odchylenie standardowe	s	0,92	2,06	13,4
Współczynnik zmienności	v	62,6%	43,4%	15,5%

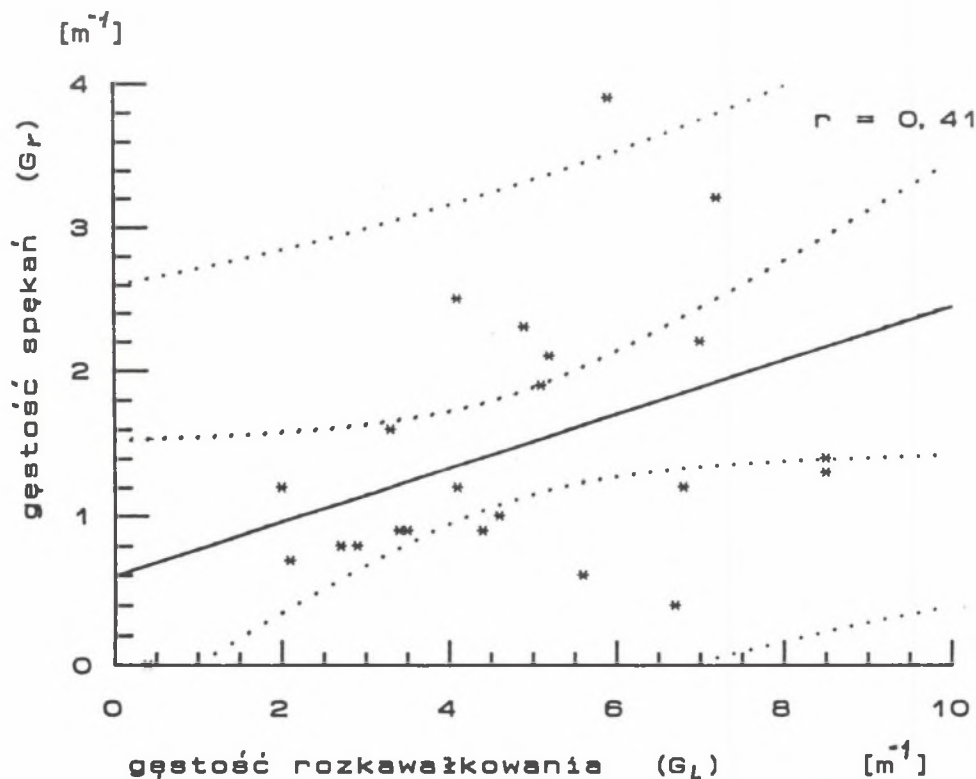
Jak wynika z histogramów przedstawionych na rysunku 7, rozkłady wartości analizowanych wskaźników mają zróżnicowane formy. Rozkład liniowej gęstości spękań jest skośny dodatnio i charakteryzuje się dużym współczynnikiem zmienności. Natomiast rozkład gęstości rozkawałkowania rdzenia jest zbliżony do rozkładu symetrycznego, co świadczy o losowym charakterze płaszczyzn wtórnego rozłamu rdzenia. Z kolei rozkład wskaźnika RQD jest skośny ujemnie i wyróżnia się najmniejszym spośród analizowanych wskaźników współczynnikiem zmienności. Zmiany wartości tych wskaźników wzdłuż przebadanego odcinka profilu przedstawiono na rysunku 2.



Rys.7. Histogramy rozkładu: a - liniowej gęstości spękań, b - gęstości rozkawałkowania rdzenia, c - wskaźnika RQD

Fig.7. Distribution histogram of: a - linear crack density, b - drill core disaggregation, c - RQD

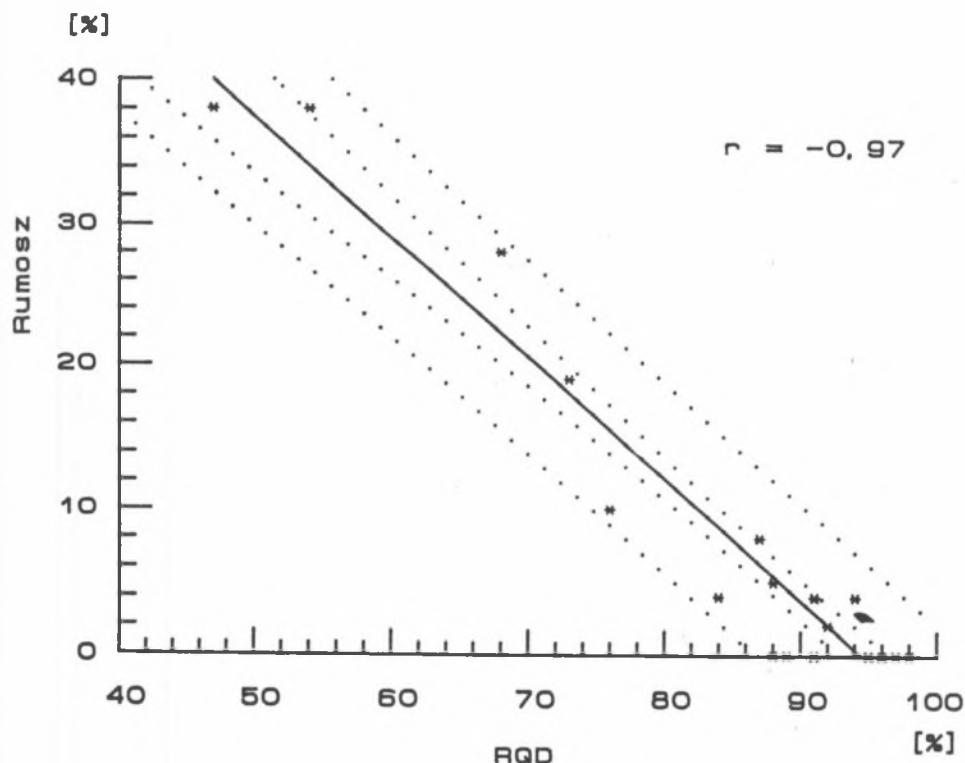
Na podstawie przygotowanych w ten sposób danych stwierdzono, że średni błąd pomiędzy liniową gęstością spękań (G_L) a gęstością rozkawałkowania rdzenia (G_R) na poziomie ufności $\alpha = 0,5$ wynosi $69,2 \pm 16,7\%$. Jego wielkość wynika z liczby płaszczyzn wtórnego rozłamu rdzenia. Z kolei analiza regresji liniowej wykazała, że liczba tych płaszczyzn w bardzo małym stopniu zależy od gęstości spękań, czyli liczby spękań naturalnych, bowiem współczynnik korelacji tej zależności wynosi $r = 0,41$. Jej wykres przedstawiono na rysunku 8.



Rys.8. Wykres zależności pomiędzy gęstością spękań (G_L) a gęstością rozkawałkowania rdzenia (G_R)

Fig.8. The linear cracks density (G_L) dependences of disaggregation density (G_R)

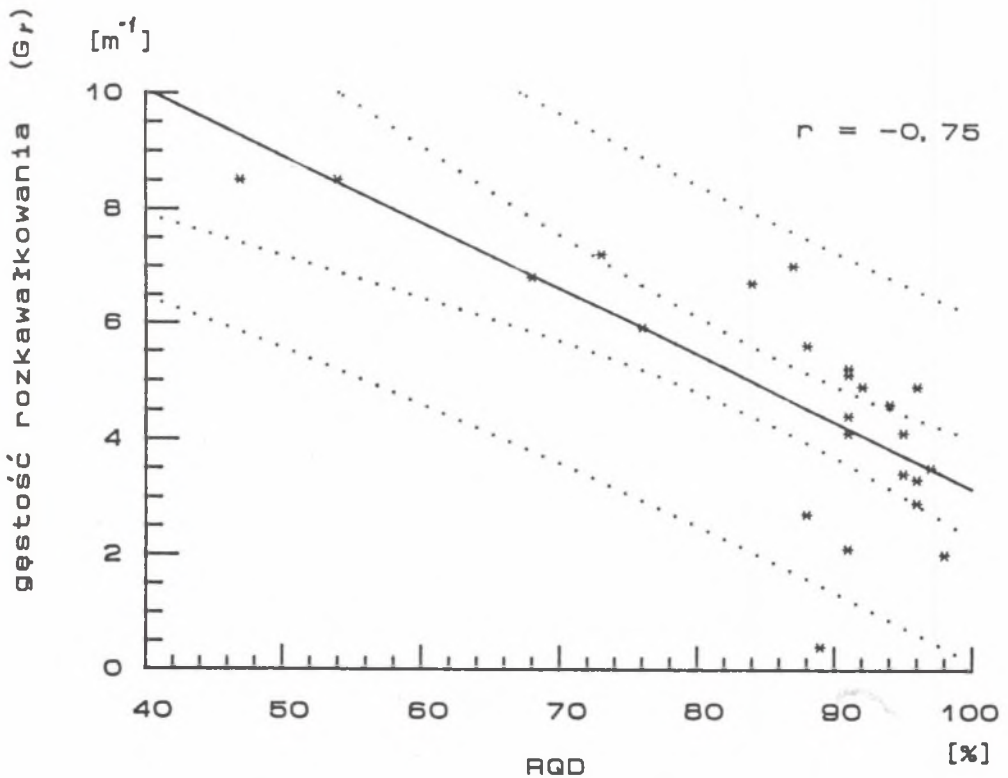
Z przeprowadzonych obliczeń wskaźnika RQD wynika, że o jego wielkości decydują głównie strefy rumoszu i brekcji tektonicznej, których odcinki można na rdzeniu w stosunkowo prosty sposób wydzielić i pomierzyć. Potwierdza to przeprowadzona analiza regresji liniowej, która wykazała bardzo wyraźną zależność korelacyjną pomiędzy procentowym udziałem odcinków rumoszu i brekcji tektonicznej (SNN) a wskaźnikiem RQD (rys.9).



Rys.9. Wykres zależności pomiędzy procentowym udziałem rumoszu i brekcji (SNN) a wskaźnikiem RQD

Fig.9. The crush breccia percentage dependence of RQD

Współczynnik korelacji tej zależności wynosi $r = -0,97$. Także średnia wielkość błędu na poziomie ufności $\alpha = 0,05$ popełnianego w przypadku określania wskaźnika RQD wyłącznie na podstawie procentowego udziału rumoszu i brekcji w porównaniu z jego rzeczywistą wartością jest bardzo mała i wynosi $6,8 \pm 1,6\%$. Dobrą korelację uzyskano również porównując gęstość rozkawałkowania rdzenia (G_r) ze wskaźnikiem RQD, dla której współczynnik korelacji $r = -0,75$. Wykres tej zależności przedstawiono na rysunku 10. Natomiast brak korelacji stwierdzono w przypadku porównania liniowej gęstości spękań (G_L) ze wskaźnikiem RQD. Wynika to z samej metody wykonywania pomiarów liniowej gęstości spękań, która nie uwzględnia liczby spękań w strefach rumoszu i brekcji tektonicznej, lecz wydziela je jako odcinki rdzenia o nieokreślonym układzie płaszczyzn spękań (SNN) (rys.2).



Rys.10. Wykres zależności pomiędzy gęstością rozkawałkowania rdzenia a wskaźnikiem RQD
Fig.10. The drill core disaggregation dependence of RQD

5. PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza uwidoczniła bardzo wyraźne różnice w metodach ustalenia stopnia spękania skał na podstawie rdzeni wiertniczych pochodzących z wierceń geologiczno-rozpoznawczych. Wynikają one głównie ze sposobu przeprowadzania obserwacji i pomiarów spękań. Szczególnie mało przydatna okazała się metoda polegająca na pomiarach długości odcinków rdzenia (rozkawałkowania), ponieważ nie eliminuje ona płaszczyzn wtórnego rozłamu powstałych w procesie wiercenia i wydobywania rdzenia. Duży błąd popełniony przy ocenie spękań na podstawie tej metody oraz bardzo słaba zależność korelacyjna pomiędzy liniową gęstością a rozkawałkowaniem rdzenia świadczą o jej nieprzydatności. Natomiast liniowa gęstość spękań daje dokładną ocenę stopnia spękania masywu skalnego, lecz tylko poza strefami druzgotu i brekcji, których ze względu na brak możliwości wykonywania pomiarów, nie obejmuje. Z kolei wskaźnik RQD charakteryzuje niemal wyłącznie udział stref druzgotu i brekcji w masywie skalnym. Z tych względów wykazuje on bardzo dobrą korelację z procentowym udziałem tych stref. Wskaźnik ten nie wykazuje natomiast korelacji z liniową gęstością spękań, ponieważ nie uwzględnia on innych grup spękań występujących w masywie skalnym. Z wyżej przedstawionych danych wynika, że wskaźnik RQD i liniowa gęstość spękań są niezależnymi metodami ustalenia stopnia spękania skał. Stosowanie tylko jednej z wymienionych metod, jak to w praktyce bywa, nie daje możliwości ustalenia pełnego obrazu spękań w masywie skalnym. Obraz taki można uzyskać jedynie w wyniku przeprowadzenia pomiarów gęstości spękań, stref druzgotu i brekcji oraz ubytku rdzenia wiertniczego. Takiej charakterystyki nie daje jednak żaden ze stosowanych wskaźników. Z tych względów w celu ustalenia dokładnego stopnia spękania skał proponuje się stosowanie metody RQD i liniowej gęstości spękań, gdyż metody te wzajemnie się uzupełniają.

LITERATURA

- [1] Deere D.U.: Technical Description of Rock Cores for Engineering Purposes, Felsmechanik und Ingenieurgeologie 1963, vol.1, nr 1.
- [2] Godula T.: Charakterystyka geologiczno-inżynierska górotworu karbońskiego obszaru górniczego kopalni "Krupiński", Zesz. Nauk. Pol. Śl. z s. Górnictwo, Gliwice 1993.

- [3] Herbich E.: Analiza tektoniczna sieci uskokowej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Rocznik P.T.G. 1981, vol. 51.
- [4] Lunardi P.: Application de la mecanique des roches aux tunnels: cas des tunnels du Gran Sasso et du Frejus, Revue Francaise de Geotechnique, 1980, nr 12.
- [5] Zabuski L., Popiołek S., Matusiewicz A.: Parametry spekań jako dane dla geotechnicznych klasyfikacji masywów skalnych. Pr. Nauk. Inst. Geotechniki Pol. Wr. Wrocław, 1988, nr 56

Recenzent: Prof. dr hab.inż. Józef SZTELAK

Wpłynęło do Redakcji we wrześniu 1993 r.

Abstract

In the paper the authors characterize the cracks in Carboniferous rocks of Silesia Coal District, and present their forms which are to be observed in drill cores. They distinguish horizontal, tilted and vertical cracks, as well as the zones of undefined crack orientation, as they are crush breccia areas.

As a result of measurements carried out using several methods on the same drill cores, there was defined the disaggregation degree of the cores (which correspond to the average length of drill cores cuttings), RQD (Rock Quality Designation), and the percentage of crush breccia and pieces of crush breccia and pieces of crushed drill core.

The correlation of the indicators mentioned above made it possible to determine the relationship between them and the calculation error. It can be the result of the drill core cracks density estimation, basing on disaggregation measurement.

Due to this analysis there was stated:

- quite big discrepancy of measurements of disaggregation and the real drill core cracking,
- substantial correlation between the percentage of crush breccia and RQD coefficient,
- the lack of relationship between linear crack density and RQD.

Summarizing, it was recognized that exact estimation of drill core cracks density is possible if RQD and linear crack density measurement are applied, as they are complementary methods.