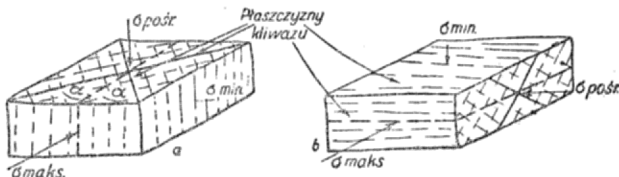


ORIENTACJA PŁASZCZYZN CIOSU PRZY ZMIANIE NACHYLENIA WARSTW

WYSTĘPOWANIE W SKAŁACH płaszczyzn ciosu nieraz bardzo gęsto powtarzających się w określonych kierunkach jest powszechnym zjawiskiem. Zwykle wydziela się wśród nich pary płaszczyzn, zawierające między sobą kąt prosty lub zbliżony do prostego (od 80 do 110°). Mniej częste są płaszczyzny przecinające się pod kątem wyraźnie ostrym nieraz nawet około 50°. Mówiąc o tych kątach ma się na uwadze oczywiście kąty leżące w płaszczyźnie prostopadłej do krawędzi obserwowanych płaszczyzn ciosu, nie zaś kąty powstające wskutek intersekcji tych płaszczyzn z płaszczyzną uwarstwienia.

Omawiane płaszczyzny ciosu przypisuje się naprężeniom ścinającym, wytworzonym przez nacisk skierowany prostopadłe do ich krawędzi i leżący w płaszczyźnie połowiącej kąt krawędziowy. Jeśli ma się do czynienia z ciśnieniem wszechstronnym, to krawędź w ten sposób powstałych płaszczyzn ciosowych odpowiada kierunkowi nacisku pośredniego co do wielkości, a kierunki ciśnień — maksymalnego i minimalnego powinny leżeć w kątach między płaszczyznami ciosu (ryc. 1).



Ryc. 1

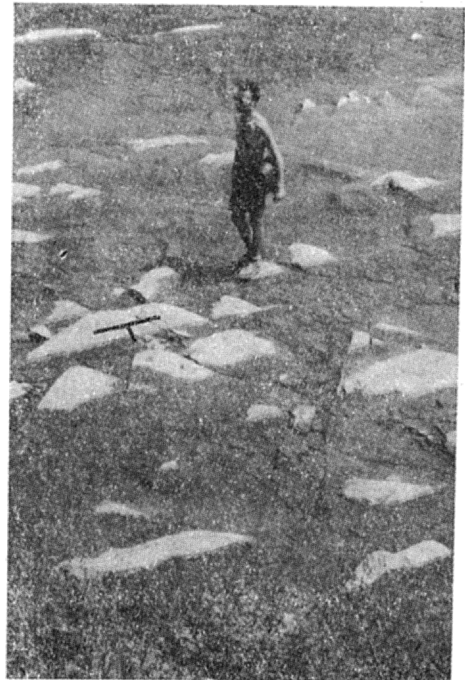
W skałach osadowych płaszczyzny ciosowe są w większości przypadków prostopadłe do uwarstwienia (ryc. 1a), nawet wówczas, gdy warstwy uległy sfaldowaniu. Można więc uważać, że cios powstał wcześniej, niż ukształtowały się fałdy, a z drugiej strony wskazywałoby to, że ciśnienie pośrednie reprezentowane było przez ciśnienie nadkładu.

W wielu fałdach zjawisko to występuje bardzo wyraźnie, a znając kierunek nacisku fałdującego (w płaszczyźnie upadku warstw) można istotnie często stwierdzić, że on jako maksymalny połowi kąt między płaszczyznami ciosu (ryc. 2). Zjawiska te pragnie się rejestrować prowadząc obserwacje nad ułożeniem płaszczyzn ciosowych, zestawiając je następnie w różne spekały itp. oraz wiążąc jako sprężone ze sobą płaszczyzny, których biegi różnią się między sobą o 90°.

Zapomina się przy tym, że wzajemny stosunek biegu płaszczyzn ciosu, wytworzonych na warstwach o pewnym nachyleniu zmienia się bardzo znacznie w trakcie fałdowania. Tak np. przez pionowe ustawienie warstwy pierwotnie poziomo leżące, która miała cios pionowy i biegi jego płaszczyzn różniące się o 90°, można przy zachowaniu wzajemnej prostopadłości płaszczyzn ciosu uzyskać identyczne ich biegi, a różnice tylko w kierunkach i kątach ich nachyleń. Te same płaszczyzny ciosowe mogą zatem wskutek samego zróżnicowania w nachyleniu warstw, wywołanego przy fałdowaniu, wykazywać nader rozmaite biegi i upady.

Przy rejestracji płaszczyzn ciosowych obserwacje takie będą więc traktowane jako należące do odmiennych płaszczyzn, chociaż po sprowadzeniu wychylnych warstw do poziomu można by się przekonać, że chodzi tu w gruncie rzeczy o te same płaszczyzny cio-

su. Przy prawidłowej analizie ciosu w skałach osadowych należy zatem wiązać układ płaszczyzn ciosowych z nachyleniem warstw oraz badać wzajemne stosunki płaszczyzn ciosowych po sprowadzeniu warstw do poziomego położenia.



Ryc. 2

To ostatnie zagadnienie sprowadza się do pytania — jakie będą nachylenia płaszczyzn ciosowych i ich azymuty po obróceniu całego układu wokół osi odpowiadającej rozciągłości warstw o kąt nachylenia tych warstw? Odpowiedź uzyskuje się na drodze rachunkowej lub graficznej. Przeliczenia rachunkowe w przypadkach ogólnych są stosunkowo skomplikowane. Przy użyciu siatki Wulfa, jeśli ma się ją pod ręką, sprawa jest prosta. Najlepiej jednak zagadnienie oświetla niżej przedstawione postępowanie, oparte o zasady geometrii wykreślnej, podane mi przez docenta Ferenza Téglássy z Akademii Hutniczej w Miskolc (Węgry).

Przyjmijmy (ryc. 3), że:

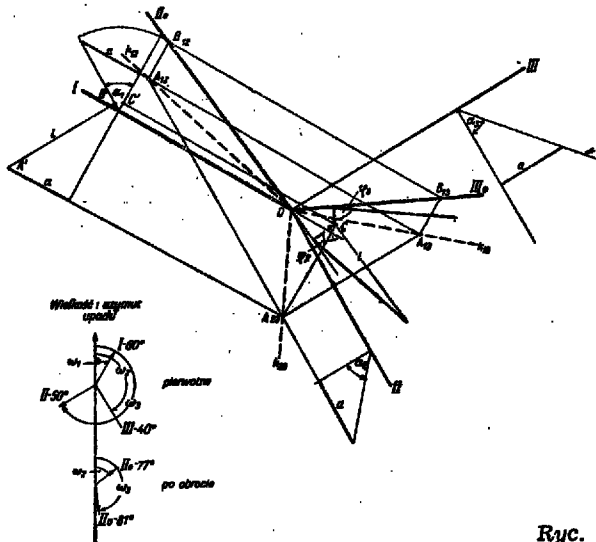
- I — płaszczyzna uwarstwienia ma
nachylenie $\alpha_1 = 60^\circ$ i azymut upadku $\omega_1 = 30^\circ$
- II — płaszczyzna ciosu ma
nachylenie $\alpha_2 = 50^\circ$ i azymut upadku $\omega_2 = 240^\circ$
- III — płaszczyzna ciosu ma
nachylenie $\alpha_3 = 40^\circ$ i azymut upadku $\omega_3 = 150^\circ$.

Biegi płaszczyzn ciosowych zawierają między sobą kąt 90° i płaszczyzny te na oko uważać można za parę sprzężoną ze sobą. Biegi wszystkich trzech płaszczyzn zaznaczono na ryc. 3 jako ślady I, II, III wychodzące ze wspólnego punktu O. Nachylenie płaszczyzn wyznaczono przy nich pokazując w kładzie — kąty $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$.

Dla dalszych rozważań potrzebna jest też znajomość przebiegu krawędzi, w jakich te płaszczyzny się przecinają ze sobą. Krawędzie te przechodzą oczywiście

przez wspólny punkt O oraz przez punkty A_{12} , A_{13} , A_{23} , przecięcia się śladów odpowiednich płaszczyzn ciosowych, które to ślady wyznaczono na płaszczyźnie poziomej odległości o dowolną wielkość a od poziomu, w jakim był punkt O. Krawędzie oznaczono na rysunku jako proste kreskowane K_{12} , K_{13} , K_{23} .

Po obroceniu płaszczyzny uwarstwienia wokół jej śladu I o kąt α_1 , a zatem do położenia poziomego, punkty A_{12} i A_{13} jako leżące w płaszczyźnie I (jak to wynika z obrotu pokazanego w kładzie) znajdą się w położeniu B_{12} i B_{13} . Proste OB_{12} (II_0) i OB_{13} (III_0) będą więc odpowiadać krawędziom K_{12} i K_{13} po obrocie. Jako leżące teraz w poziomie reprezentują one rozciągłość płaszczyzn ciosowych II i III po wykonaniu obrotu. Rzuca się w oczy znaczna zmiana kierunków biegu płaszczyzn II_0 i III_0 zamiast II i III oraz wielkości kąta zawartego między tymi kierunkami 60 (lub 120°) zamiast 90°.



Ryc. 3

Aby wyznaczyć nachylenie płaszczyzn II_0 i III_0 (po obrocie) należy obrócić sobie na ich krawędzi K_{23} punkt dowolny, byle poza punktem O. Niech to będzie p. A_{23} leżący o wielkość a poniżej poziomu. Z niego prowadzę prostą do płaszczyzny I i wyznaczam punkt przecięcia, co łatwo wykonać w kładzie (punkt C' w lewej części rysunku). Przy obrocie płaszczyzny I punkt C' przeszedłby w kładzie do pozycji C'' , a w rzeczywistości znalazł się jako punkt odrzucony na prostą wykreśloną z A_{23} do śladu I. Ponieważ po dokonanych obrotach p. A_{23} znalazł się pionowo pod punktem C w odległości $l = A'C'$ (z kładu) można łatwo wyznaczyć uzyskane teraz nachylenie płaszczyzn ciosowych φ_2 i φ_3 . W danym przypadku nachylenia te wyniosą około 80° zamiast pierwotnych 50° i 40°. Zwraca też uwagę zmiana kierunku upadu płaszczyzny II o prawie 180°.

W wybranym przykładzie kierunek upadu (30°—NE) płaszczyzny uwarstwienia (I) dość znacznie różni się od kierunku dwusiecznej kąta $\angle O-II-III$ (16°—NNE). Po dokonanych obrotach sytuacja się polepsza, kierunek dwusiecznej zmienia się : 28°—NE.

W prostym przypadku, kiedy płaszczyzna upadu (ryc. 1a) jest dwusieczną kąta prostego między płaszczyznami ciosowymi prostopadłymi do uwarstwienia, łatwo określić związek między położeniem rozciągłości a kątem nachylenia warstw α . Zgodnie z ryc. 4 kąt β stanowiący odchylenie rozciągłości płaszczyzn ciosowych od płaszczyzny upadu wyznacza związek:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{AB} = \cos \alpha$$

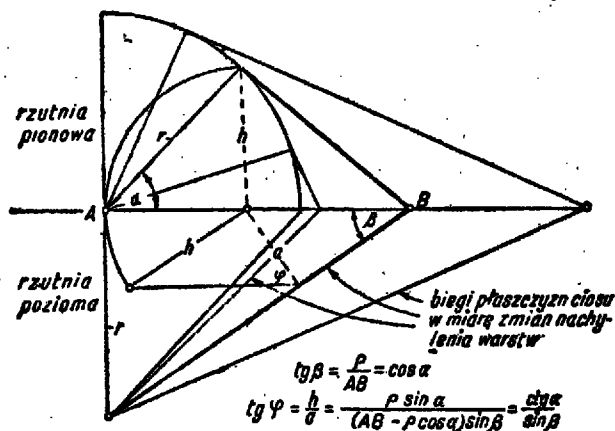
Jednocześnie zmienia się kąt nachylenia φ płaszczyzn ciosowych w granicach od 90° do 45°. Według

wzoru $\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{a} = \frac{\cotg \alpha}{\sin \beta}$ wartości kątów 2β i φ w zależności od nachylenia podano w tabeli:

α	2β	φ
0°	90°	90°
10	89	83
20	86	76
30	82	69
40	75	63
50	65	57
60	53	52
70	38	48
80	20	46
90	0	45

Z tabeli tej wynika, że przy nachyleniu poniżej 15° zmiany w kierunku biegu, a także i w upadzie są na tyle małe, że nie wykraczają wiele poza błędy obserwacji. Można je więc w praktyce geologicznej pomijać. Przy większym upadzie warstw wpływ ich nachylenia powinien być jednak uwzględniany.

Ryc. 4



Jeśli płaszczyzny ciosowe mają bieg zgodny z rozciągłością warstw (ryc. 1b), wydźwignięcie warstw z poziomu wyraża się tylko w zmianie kąta upadu płaszczyzn ciosowych o wielkość równoważną nachyleniu warstw. Sprowadzenie płaszczyzn ciosowych do położenia, jakie miały, gdy warstwy leżały poziomo, nie następuje w tym przypadku żadnych trwałych zmian.