

PRZEWODNIK DO ĆWICZEŃ Z GEOLOGII STRUKTURALNEJ

Podstawowym przeznaczeniem niniejszego opracowania jest pośredniczenie między praktyką terenową i podręcznikiem. Powinno też spełniać funkcję dydaktyczną – stąd potoczny język i znaczne uproszczenia, mające na celu zwiększenie przyswajalności materiału podręcznikowego. Prezentowana wersja jest niepełna, ma charakter roboczy i będzie podlegała rozszerzaniu i uzupełnianiu, szczególnie o materiał ilustracyjny. Jestem zainteresowana komentarzami i wskazówkami, które pozwolą doskonalić to opracowanie, jak również proszę o kontakt wszystkich tych, którzy są w posiadaniu dobrych zdjęć i mieliby ochotę prezentować je na łamach tych stron. Liczę na konstruktywną korespondencję i wierzę, że wniesie ona więcej niż samodzielne cyzelowanie prowadzone przez lata w zaciszu własnej pracowni.

Dr Edyta Jurewicz
edytaj@geo.uw.edu.pl

WSTĘP

DEFORMACJE CIĄGŁE

- Wprowadzenie
- Klasyfikacje fałdów
- Mechanizmy fałdowania
- Mieszane mechanizmy fałdowania
- Fałdy powstałe w wyniku fałdowania skał o zróżnicowanej podatności
- Lineacje i foliacje

DEFORMACJE NIECIĄGŁE

- Wprowadzenie
- Spękania
- Kliważ
- Drobne struktury spękania
- Spękania Riedla
- Stylolity i slikolity
- Uskoki
- Struktury towarzyszące uskokom

OPERACJE NA SIATKACH STEREOGRAFICZNYCH

- Wprowadzenie

- Formy zapisu położenia prostej i płaszczyzny
- Znajdywanie położenia płaszczyzny
- Bieguny płaszczyzn
- Znajdywanie kąta między dwoma prostymi
- Znajdywanie kąta między płaszczyznami
- Znajdywanie położenia płaszczyzny na podstawie upadów pozornych
- Znajdywanie upadu pozornego wzdłuż dowolnego przekroju
- Znajdywanie krawędzi przecięcia dwóch płaszczyzn
- Orientacja prostej na płaszczyźnie
- Kłady
- Rotacje wokół osi poziomej
- Rotacje wokół osi nachylonej

METODY STATYSTYCZNE

- Wprowadzenie
- Diagramy promieniste i rozetowe
- Diagram punktowy
- Diagram konturowy
- Interpretacja diagramów konturowych
- Opracowanie struktur ślizgowych

[DO GÓRY] [NASTĘPNA]

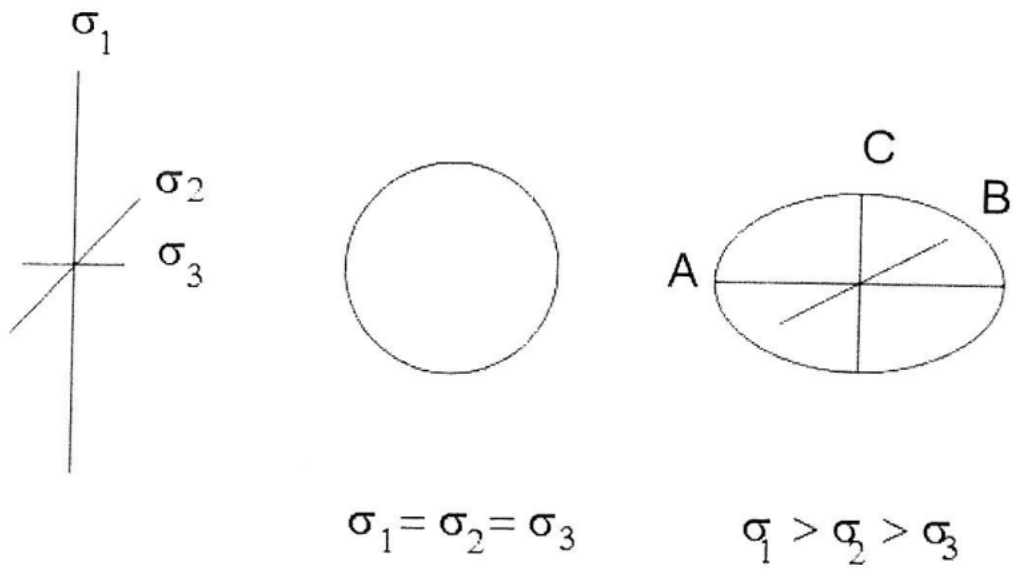
Informacje o uzupełnieniach oraz sprostowania i uwagi proszę kierować do webmastera
Data ostatniej zmiany: 25.01.2001
Polskie znaki kodowane są zgodnie z normą ISO-8859-2

WSTĘP

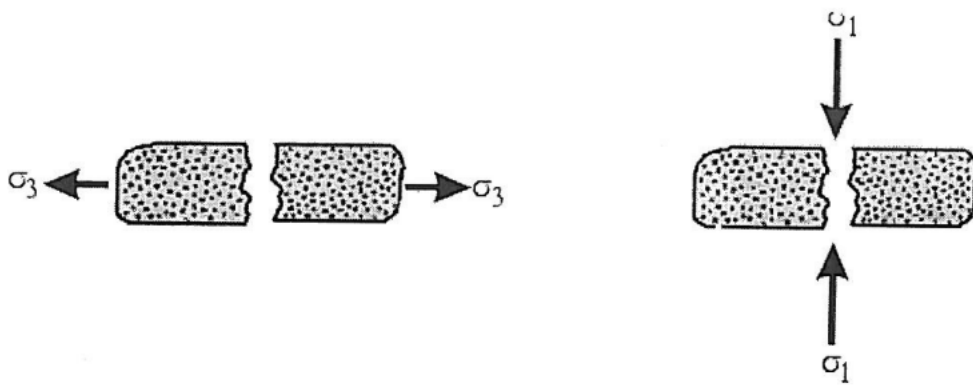
Tektonika - to dział geologii zajmujący się budową skorupy ziemskiej, procesami prowadzącymi do ich deformacji oraz ich przyczynami i skutkami. Zadaniem **geologii strukturalnej** jest rozpoznawanie, opis i klasyfikacja struktur tektonicznych, jak również określenie mechanizmu i przyczyn ich powstania. Głównym przedmiotem rozważań w naszym przewodniku będą drobne struktury tektoniczne - czyli takie, które dadzą się obserwować gołym okiem bezpośrednio w odsłonięciu. Nazywane są inaczej **mezostrukturami** w odróżnieniu od makrostruktur - czytelnych w skali mapy - oraz mikrostruktur - rozpoznawalnych pod mikroskopem, a zaliczanych do petrotektoniki.

Praca tektonika, w której najistotniejszy jest fachowy opis najdrobniejszych struktur występujących w terenie, najbardziej przypomina zadanie detektywa sądowego, polegające na wstępie na zebraniu dowodów na miejscu przestępstwa. Kolejnym etapem pracy w obu przypadkach jest powiązanie ze sobą wszystkich faktów i przedstawienie najbardziej prawdopodobnego scenariusza, prowadzącego do powstania - odpowiednio - danej struktury geologicznej lub przestępstwa. W pierwszej części rozdziału dotyczącego mezostruktur zajmiemy się geometrią i warunkami odkształcenia, następnie rozpoznawaniem drobnych struktur ciągłych i nieciągłych oraz odtwarzaniem procesów prowadzących do ich powstania.

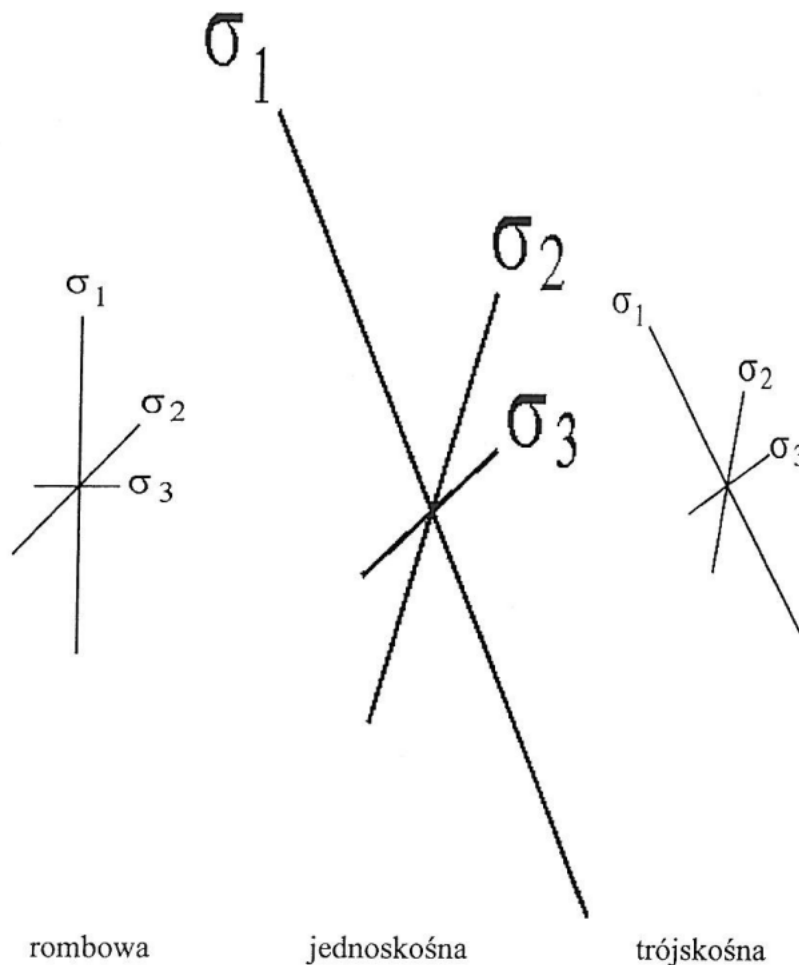
Wszystkie **deformacje**, czyli **odkształcenia**, jakie mają miejsce w skorupie ziemskiej odbywają się w trójosiowym **polu naprężeń**. Przez **naprężenie** rozumiemy siłę działającą na jednostkę powierzchni i mierzymy ją np. w kg/m² lub Pa (paskalach). Osie naprężeń opisujemy zwykle jako $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$. Dla powstałych w nim odkształceń obrazowanych graficznie trójosiową elipsoidą używamy często symboliki A, B i C (gdzie C oznacza najkrótszą oś elipsoidy odkształceń, wzdłuż której miało miejsce największe skrócenie). Ponieważ o naprężeniach wnioskujemy na podstawie odkształceń, w praktyce często utożsamiamy kierunki, wzdłuż których działały naprężenia i kierunki, wzdłuż których miały miejsce odkształcenia ($\sigma_1 \approx C$, $\sigma_2 \approx B$, $\sigma_3 \approx A$). Oś największego naprężenia - σ_1 - nazywana też osią kompresji (kierunek, wzdłuż którego wartość siły działającej na jednostkę powierzchni jest największa). Oś σ_2 jest określana jako oś naprężenia pośredniego, zwanego inaczej neutralnym. Co do naprężenia działającego wzdłuż osi σ_3 możemy powiedzieć, że względem pozostałych jest ono najmniejsze, jednak zwykle nie wiemy, czy jego wartość jest dodatnia, czy ujemna, tzn., czy wzdłuż tego kierunku miało miejsce rozciąganie, czyli **tensja**, czy tylko najmniejsze ściskanie. Nie mogąc odpowiedzieć na pytanie, czy dana struktura powstała na skutek rozciągania, czy też pod wpływem ściskania w płaszczyźnie prostopadłej (efekt końcowy będzie w obu przypadkach zbliżony) - mówimy o **ekstensji**, czyli o rozciąganiu względnym.



Układ naprężeń i elipsoida odkształceń



Tensja i ekstensja

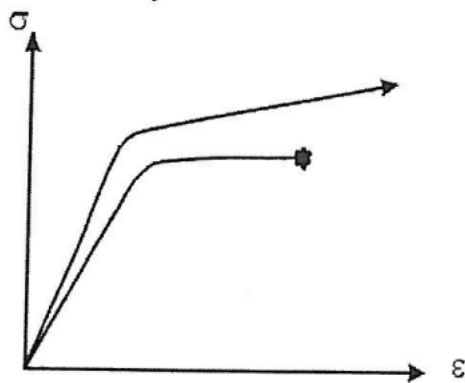


Symetria pola naprężeń

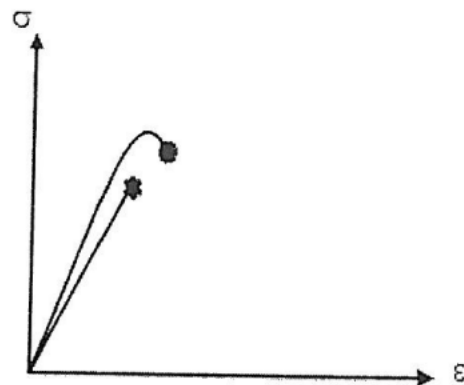
Symetria pola naprężeń Układ naprężeń może być różnie zorientowany względem powierzchni Ziemi: jeżeli jedna z osi jest pionowa a pozostałe dwie poziome, to mówimy o symetrii rombowej, jeżeli jedna oś jest pozioma, a pozostałe odchyłone od pionu i poziome - to mówimy o symetrii jednoskośnej, natomiast jeśli wszystkie osie wykazują odchylenie od pionu i poziome - to taką symetrię określamy jako trójskośną. W praktyce to odchylenie zwykle nie przekracza 10%, a może być np. skutkiem jednostronnego nacisku poziomego typowego dla fałdowań płaszczowinowych, odpowiedzialnego za skręcenie układu do symetrii jednoskośnej, lub obecnością ciała magmowego w podłożu w podłożu wytwarzającego niekiedy dość znaczne anomalie grawimetryczne i nadającego polu naprężeń symetrię trójskośną.

Skały, w których będziemy rozpatrywać naprężenia ogólnie możemy podzielić na **izotropowe**, czyli takie, które wykazują takie same własności mechaniczne wzdłuż trzech prostopadłych do siebie kierunków, oraz **anizotropowe**, których własności są różne w różnych kierunkach. W naturze większość skał osadowych jest anizotropowa, gdyż sedimentacja odbywa się pod wpływem grawitacji, której konsekwencją jest uławicenie, a i pozornie jednorodne ciała magmowe - np. granity - są pocięte spękaniem o różnej gęstości, co czyni je również anizotropowymi. Te same czynniki, które są odpowiedzialne za anizotropowość skał sprawiają, że skała w naturze ma zdecydowanie mniejszą **wytrzymałość** na

zniszczenie niż niewielkich rozmiarów monolityczna próbka laboratoryjna, pozbawiona powierzchni ławicowych, spękań itp. Jeżeli pole naprężeń charakteryzuje się identycznymi wartościami wzdłuż trzech prostopadłych kierunków - to mówimy o hydrostatycznych warunkach odkształcenia. Szczególną wartość w tektonice mają te elementy strukturalne, których orientacja jest zgodna z osią odkształcenia B (i na podstawie której wnioskujemy o położeniu osi naprężenia σ_2), a którą nazywamy **lineacją B** i której przykłady zostaną omówione w dalszej części rozdziału. Mówiąc o odkształceniach nie możemy się ograniczać tylko do geometrii, gdyż równie istotny jest ich charakter, tzn., czy są to deformacje **kruche**, czy **podatne**. Ten charakter odkształceń jest uzależniony od dwóch zmiennych: własności deformowanego ośrodka oraz warunków deformacji. Skały o charakterze podatnym to takie, które mają dużą zdolność do odkształceń ciągłych, a warunki podatne - to te, w których skały wykazują takie własności (np. przy podwyższonym ciśnieniu i temperaturze). Skały kruche i warunki kruche - to takie, w których względnie łatwo następuje zniszczenie. Przykładem skał kruchych i deformacji kruchych mogą być gruboławicowe piaskowce kwarcytoczne odkształcane w warunkach powierzchniowych (normalnych), zaś skał podatnych - słabo zdiagenezowane łupki mułowcowe fałdowane na powierzchni Ziemi lub gnejsy odkształcane w warunkach metamorficznych.



Krzywe zniszczenia dla skał podatnych



Krzywe zniszczenia dla skał kruchych

Charakter deformacji może się również zmieniać w czasie, w miarę ich postępu, tzn., że pod wpływem obciążenia, po wyczerpaniu możliwości dalszego odkształcenia ciągłego - skała (tak, jak próbka laboratoryjna) nabiera cech materiału kruchego i ulega zniszczeniu. Czas jest więc też istotną zmienną wpływającą na charakter odkształcenia: pod wpływem stałego naprężenia (np. obciążenia) skała może ulec najpierw deformacjom ciągłym, a w dalszej kolejności - zniszczeniu. Zjawisko odkształcania się skał zachodzące w czasie przy stałych wartościach naprężeń nazywamy **pełzaniem**.

Do czynników zewnętrznych mających wpływ na własności skał i przebieg procesu zniszczenia, z których dotychczas wymieniliśmy temperaturę, ciśnienie otaczające i czas, należy jeszcze dodać **ciśnienie porowe wody**, ułatwiające zniszczenie. Oznacza to, że skały nasycone wodą będą ulegały łatwiej zniszczeniu niż skały suche, gdyż woda - w przeciwieństwie do gazów wypełniających pory w suchej skale - jest nieściśliwa i nie może rozładowywać naprężeń, lecz jedynie je przenosić.