

## **Przekroje geologiczne**

Przekrój geologiczny jest to dwuwymiarowy model odwzorowujący budowę wnętrza w płaszczyźnie pionowej, skonstruowany na podstawie interpretacji wyników wierceń, badań geofizycznych (geofizyki wiertniczej, interpretacji sejmiki, badań magnetotellurycznych itp.) i czasami powierzchniowych badań geologicznych.

Istnieje wiele typów przekrojów geologicznych. Ich "zawartość", dokładność i zastosowanie są uzależnione przede wszystkim od posiadanych danych wejściowych i przeznaczenia przekroju.

Przekroje można klasyfikować w różnorodny sposób, ze względu na:

- skalę (= dokładność),
- treść geologiczną (= zawartość)
- orientację linii przekroju względem struktur geologicznych

### **Typy przekrojów**

Ze względu na skale można wydzielić:

- przekroje pogładowe (w małych skalach)
- przekroje dokumentacyjne (wielkoskalowe)

Ze względu na **zawartość** można wydzielić:

- przekroje strukturalne i geofizyczno - strukturalne
- przekroje stratygraficzne

### ***Przekroje geofizyczno - strukturalne***

Najdokładniejszą odmianą PS są przekroje geofizyczno-strukturalne - PGS. Na ogół powstają one na podstawie interpretacji sejmiki 2D lub 3D w domenie głębokościowej. PSG wykazują najwyższą wiarygodność rekonstrukcji geometrii (budowy strukturalno- tektonicznej). Aby stworzyć wiarygodny geologicznie PS na podstawie interpretacji profilu sejsmicznego, niezbędne jest poprawne skorelowanie horyzontu refleksyjnego z odpowiadającą mu granicą geologiczną w profilu wiercenia.

Odmianą PGS są przekroje powstałe w wyniku interpretacji sejmiki refleksyjnej w domenie czasowej. Przekroje te mają skalę głębokościową wyskalowaną w sekundach bądź milisekundach, nie odzwierciedlają więc prawdziwych kątów nachylenia warstw czy ich miąższości. Główne ich zastosowanie geologiczne to interpretacja sekwencji genetycznych czy też tzw. sejsmostratygrafia.

### ***Przekroje stratygraficzne***

Przekroje stratygraficzne odzwierciedlają w uproszczony sposób budowę wglębna. Na ogół zafałszowują one stosunki geometryczne – kąty nachylenia i miąższości warstw, oraz tektonikę. Nacisk kładziony jest na symboliczne wyeksponowanie wybranych typów jednostek stratygraficznych ( bio-, lito- lub chronostratygraficznych). Głównym zadaniem stawianym przed PST jest możliwość wykonania korelacji międzyotworowej na podstawie krzywych geofizycznych

Ze względu na **orientację linii przekrojowej względem struktur** wydzielamy przekroje:

- prostopadłe do osi struktur
- równoległe do osi struktur
- skośne do osi struktur

a także:

- przekroje wytyczone wzdłuż linii prostej lub łamanej

### **Dane wejściowe do przekrojów obejmują:**

- dane otworowe (wydzielenia chronostratygraficzne, litostratygraficzne i biostratygraficzne),
- wyniki interpretacji geofizyki wiertniczej (np. korelacje pikow na krzywych PG czy PS),
- interpretacje sejsmiki refleksyjnej w domenie głębokościowej, rzadziej interpretacje sondowań magneto tellurycznych,
- w stosunkowo rzadszych przypadkach (np. w niecce miechowskiej, Karpatach, Sudetach) dane z odsłoneń terenowych (miąższości warstw, kąty nachylenia warstw),
- mapy topograficzne i mapy wglębne (głównie strukturalne),

*Do opracowania płytkich przekrojów wglębnych można używać danych pozyskiwanych innymi metodami powierzchniowymi, np. profilowań geoelektrycznych.*

### **Przygotowanie danych wejściowych**

Dane używane do opracowania przekrojów geologicznych muszą podlegać

wszechstronnej weryfikacji obejmującej m.in.:

- a) weryfikację współrzędnych wierceń (i/lub profili terenowych)
- b) ujednolicenie stratygrafii
- c) w przypadku otworów kierunkowych (lub silnie skrzywionych) oraz w strefach

silnie sfałdowanych i zuskokowanych przeliczenie miąższości i głębokości występowania granic stratygraficznych do miąższości rzeczywistych (lub wprowadzenie poprawek na krzywiznę otworu).

d) interpretację krzywych geofizycznych w profilach wierceń.

e) dowiązanie obrazu falowego sejsmiki refleksyjnej do profilu wiercenia.

### **Przekroje przewyższone**

- krótkie przekroje strukturalne, rozpoznające płytką budowę geologiczną

w obszarach o stosunkowo zrównoważonych miąższościach

przedstawianych warstw – **mogą być NIEPRZEWYŻSZONE**

- regionalne przekroje strukturalne rozpoznające głęboko położone

warstwy – **powinny być PRZEWYŻSZONE**

- korelacje międzyotworowe [przekroje stratygraficzne] – **na ogół muszą być PRZEWYŻSZONE**

### **ZALETY**

- możliwość wprowadzenia szczegółowego podziału stratygraficznego (większa precyzja interpretacji)

- zwiększenie czytelności krzywych geofizyki wiertniczej (większa precyzja interpretacji)

- lepsza czytelność skomplikowanej budowy geologicznej

### **WADY**

W wyniku wprowadzenia przewyższenia przekroju następuje zaburzenie stosunków geometrycznych przedstawianego obszaru:

- kątów upadu warstw

- kątów zapadania dyslokacji

- miąższości przedstawianych warstw i odległości pomiędzy elementami strukturalnymi

### **Przekroje przewyższone**

W trakcie interpretacji przewyższonych przekrojów geologicznych należy brać pod uwagę wymienione czynniki wprowadzając korektę

Przeliczenie kątów upadu w przypadku przewyższenia przekroju

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \delta_a / V$$

$\delta$  = rzeczywisty kąt upadu

V - współczynnik przewyższenia

$\delta_a$  = pozorny kąt upadu

Odchylenie linii przekrojowej od kierunku upadu warstw (powoduje wydłużenie i „spłaszczenie” struktury). Uważa się, że zafałszowania te można uznać za nieistotne jeśli kąt pomiędzy linią przekroju, a kierunkiem upadu warstw jest mniejszy niż  $5^\circ$ .

Wyznaczenie przekroju przebiegającego przez wiercenia, wzdłuż linii łamanej powoduje zwiększenie rozmiaru (długości) struktury, poważne zniekształcenie stosunków katów, a także powstawanie nieistniejących struktur niższego rzędu.

## MAPY ILOŚCIOWE

Mapa ilościowa pozwala przedstawić zmienność kartowanego parametru w postaci izolinii - linii równej wartości

- Mapy ilościowe umożliwiają interpretacje ilościowe: np. policzenie objętości pułapki złożowej, określenie średniej miąższości, obliczenie amplitudy struktury, określenie wartości kartowanego parametru w dowolnym punkcie mapy itp
- Mapa ilościowa to - opisowo mówiąc - każda mapa, którą można automatycznie „policzyć” na podstawie danych zapisanych w formacie XYZ i wykreślić w postaci konturowej z wykorzystaniem komputera.

### Dane wejściowe do konstruowania MI

Dane wejściowe do konstruowania map ilościowych to różnego rodzaju dane geologiczne, geofizyczne, petrofizyczne, geochemiczne, statystyczne, klimatologiczne, hydrogeologiczne, hydrochemiczne i hydrochemiczne itp. Dane te mogą wykazywać różne formy przestrzennego rozkładu wpływającego na sposób konstruowania MI. Biorąc pod uwagę przestrzenną dystrybucję danych możemy wyróżnić:

#### Dane punktowe:

- Pomiary wykonywane na powierzchni terenu
- Uzyskane z profili wierceń dane wgłębne (rzędne granic, miąższości, skład mediów złożowych, pomiary porowatości, przepuszczalności, temperatury, wielkości przyływów, itp.)
- Dane uzyskane na podstawie interpretacji profilowań geofizyki wiertniczej (np. sumowania lub uśredniania krzywych w zadanych interwałach głębokościowych; przykładowo średnie

prędkości , prędkości interwałowe, średnie nasycenia gazem, średnie porowatości, średnie zapiaszczenie/zailenie), itp.

- Pomiary grawimetryczne
- Sondowania geochemii powierzchniowej (np. koncentracje metanu/azotu w strefie przypowierzchniowej) .

#### **Dane ułożone wzdłuż trawersów:**

- Interpretacje sejsmiki 2D
- Pomiary geochemii powierzchniowej
- Profilowania geoelektryczne

#### **Dane o regularnej dystrybucji przestrzennej:**

- Sejsmika 3D (są to dane o tak dużej liczebności, że praktycznie nie mogą być efektywnie interpretowane „ręcznie”)
- wiercenia wykonane w regularnej siatce (np. rozpoznanie pól kopalnianych) .
- Regularne model numeryczne (grid) stosowane w operacjach arytmetycznych (np. konwersja czasowo-głębokościowa) czy do liczenia map trendu na podstawie modeli szczegółowych.
  - Analogowe mapy konturowe ( wykorzystywane jako dane wejściowe do liczenia regularnych modeli numerycznych (grid) bądź w technikach kreślenia klasycznego do superpozycji dodatniej bądź ujemnej.

#### **Interpolacja i ekstrapolacja**

- Interpolacja jest to ocena zmienności kartowanego parametru pomiędzy dwoma znanymi punktami. Interpolacja najczęściej ma charakter liniowy i równomierny. Mapy powstałe z zastosowaniem konturowana mechanicznego bądź równoległego na ogół powstają z zastosowaniem interpolacji. Wykorzystanie interpolacji oznacza że:

#### **Min, Max MAPA = Min, Max DANE**

- Mapy konstruowane wyłącznie z wykorzystaniem interpolacji (np. metodą trójkątów) z reguły wykazują pełną przestrzenną zgodność położenia lokalnych minimów i maksimów, z rozkładem danych wejściowych. Jest to oczywiste uproszczenie modelu wgłębnego, dające poprawne rezultaty, gdy rozpoznanie obszaru badań danymi jest bardzo dobre.
- **Ekstrapolacja** to próba przeniesienia znanych gradientów zmienności kartowanego parametru na obszary nie kontrolowane danymi. Najprostszym przykładem zastosowania ekstrapolacji jest konturowanie równoodległościowe.

## **METODA SUPERPOZYCJI**

### **Zastosowanie metody superpozycji**

W przypadku gdy konstruowane MS odwzorowują powierzchnie słabo rozpoznane wiertniczo i/lub nie stanowią one przewodnich, dobrze śledzonych horyzontów sejsmicznych. Na dokładną, dobrze kontrolowaną wiertniczo i/lub sejsmicznie (horyzont przewodni) powierzchnię nakładamy superpozycyjnie, uogólnioną (trendową) mapę miąższości – pozornych lub rzeczywistych.

Mapę miąższości pozornych (izochor) konstruujemy dla obszarów wykazujących stosunkowo duże i zmienne kąty upadu oraz dla warstw o większych miąższościach. Mapy miąższości rzeczywistych (izopachytowych) są stosowane dla obszarów o upadach nie przekraczających  $5^\circ$  i dla kompleksów o niedużych miąższościach.

### **MAPY MIĄŻSZOŚCI [MM]**

Mapy miąższości są używane zarówno w regionalnych poszukiwaniach naftowych, jak i na etapie rozpoznawania stref złożowych, obliczania zasobów. Ich odmiany są powszechnie wykorzystywane do konwersji czasowo głębokościowej wykorzystującej mapy prędkości interwałowej i mapy interwałów czasowych.

Mapy miąższości najczęściej kreślimy w postaci map:

- Współczesnych miąższości pozornych (przewierconych), tzw. map izochor;
- Współczesnych miąższości rzeczywistych [stratygraficznych] (mierzonych prostopadle do stropu i spągu warstwy), tzw. map izopachytowych;
- trendów efektywnych miąższości wydzielonych pięter strukturalnych lub pokryw tektonicznych, kompleksów stratygraficznych bądź perspektywicznych formacji naftowych; umożliwiają one prognozowanie głębokości zalegania granic jednostek geologicznych na obszarach nie rozpoznanych wiertniczo i geofizycznie oraz służą do projektowania nowych wierceń i prac polowych
- paleomiąższości kompleksów stratygraficznych w celu rekonstruowania ewolucji strukturalnej basenów naftowych, a zwłaszcza modeli subsydencji, tempa sedymentacji, rozmiaru erozji, tj. procesów skalujących rozwój systemów naftowych;
- miąższości efektywnych skał macierzystych dla generowania węglowodorów w celu obliczenia pierwotnego potencjału węglowodorowego;

- miąższości geologicznych efektywnych skał zbiornikowych w aspekcie prognozowania ich pojemności zbiornikowej, a także konturowania potencjalnych pułapek litologicznych i stratygraficznych; mapy te są używane do liczenia zasobów metodą objętościową;

Do konstruowania map rozkładów miąższości mogą być wykorzystane: profile odsłoneń i wierceń, przekroje wgłębne oraz mapy strukturalne. W przypadku konstruowania map miąższości rzeczywistych dane te wymagają przeliczaniu miąższości pozornych w profilach na miąższości geologiczne. Mapy miąższości konstruowane na podstawie map strukturalnych są wykonywane metodą superpozycji lub w rezultacie zastosowania operacji arytmetycznych na siatkach interpolacyjnych.

## **MAPY JAKOŚCIOWE**

### **NIEKTÓRE RODZAJE MAP JAKOŚCIOWYCH**

#### MAPY ODWZOROWUJĄC KSZTAŁT POWIERZCHNI ODNIESIENIA

- **Mapy geomorfologiczne**
- **Mapy tektoniczne**
- **Mapy lineamentów**

#### MAPY ODWZOROWUJĄCE WSPÓŁCZESNĄ BUDOWĘ GEOLOGICZNĄ NA POWIERZCHNI ODNIESIENIA.

- **Mapy używające informacji z odsłoneń powierzchniowych**
- **Mapy geologiczne –zakryte**
- **Mapy geologiczne na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych (fotogeologiczne)**

### **MAPY GEOMORFOLOGICZNE**

Umożliwiają kartograficzną reprezentację cech zmienności uwidaczniających na powierzchni jednostek geomorfologicznych, mogących służyć jako wskaźniki wgłębnej budowy strukturalnej.

### ***Sposób wykorzystania***

Analiza ukształtowania powierzchni terenu prowadzona z zastosowaniem MG obejmuje interpretację istniejących map topograficznych oraz fotointerpretację zdjęć lotniczych. Jako technika wspomagająca kartografię wgłębną, interpretacja MG ma na celu uchwycenie na powierzchni terenu cech mogących stanowić odzwierciedlenie budowy wgłębnej.

Osiągnięciu tego celu służą: - wyodrębnienie na mapach sieci drenażu;

- określenie kątów nachylenia stoku;

- wyodrębnienie stref (domen) wykazujących jednorodny typ ukształtowania terenu;

- wychwycenie kierunkowych cech zmienności topografii (lineamentów). Dla potrzeb KW szczególnie cenne mogą być prawidłowa interpretacja występowania i datowanie aktywności neotektonicznej.

Interpretacja MG może posłużyć w wielu wypadkach do opracowania map hipotez strukturalnych i zaprojektowania przebiegu przyszłych profili sejsmicznych. Na powierzchni terenu szczególnie dobrze mogą się manifestować aktywne współcześnie diapiry solne i iłowe, przebieg głęboko zakorzenionych dyslokacji tektonicznych oraz struktury powstałe w wyniku inwersyjnej lub normalnej aktywności uskoku.

### ***Wykorzystywane materiały***

Mapy topograficzne i geograficzne

Zdjęcia lotnicze i satelitarne

Profile litologiczne i stratygraficzne

Profile sejsmiczne

Mapy strukturalne powierzchni wgłębnych

## **MAPY TEKTONICZNE**

**Należą do najstarszych rodzajów map geologicznych (*Gressly 1838: Tectonic scheme of the Jurassic*)**

MT stanowią graficzne odzwierciedlenie syntetycznie przedstawionej budowy tektonicznej regionu oraz jego cech strukturalnych znajdujących potwierdzenie w wykształceniu kartowanej powierzchni. (za *Serra et al. 1997*).

### **Wykorzystanie MT**

MT Są często bardziej czytelne od map geologicznych, gdyż stosowane na nich uproszczone wydzielenia stratygraficzne umożliwiają bardziej syntetyczne spojrzenie na budowę geologiczną kartowanego regionu. MT można wzbogacać wprowadzając na nie izohipsy



wybranych powierzchni strukturalnych. MT ułatwiają interpretacje genezy zjawisk geologicznych (np. określenia następstwa powstawanie dyslokacji), należy jednak traktować je z wielką ostrożnością, gdyż należą one do najbardziej subiektywnych rodzajów opracowań geologicznych. MT są bardzo pomocne (wręcz niezbędne) jako materiały pomocnicze przy konstruowaniu map ilościowych, narzucając tym opracowaniom geologiczne ograniczenia, takie jak zasięgi jednostek strukturalnych i tektonicznych, przebieg dużych stref dyslokacyjnych i fałdów.

## **MAPY LINEAMENTÓW**

ML przedstawiają wykształcenie cech (struktur) kierunkowych i lineamentów (także fotolineamentów) widocznych w morfologii terenu.

### **Wykorzystanie ML**

Do wykonania ML wykorzystywane są archiwalne mapy geologiczne topograficzne, a przede wszystkim zdjęcia lotnicze i satelitarne.

ML podobnie jak mapy geomorfologiczne mogą odzwierciedlać wykształcenie dużych stref dyslokacyjnych przybierających na zdjęciach postać fotolineamentów, a także przebieg zasięgów jednostek geologicznych.

Na obszarach zagospodarowanych mapy ML są podatne na znaczne błędy interpretacyjne wynikające z trudności odróżnienia form antropogenicznych od naturalnych form krajobrazu.

W dużych skalach analizy lineamentów mogą obejmować interpretacje kierunków i gęstości spękań, mikrospełkań osi fałdów, itp., w odsłonięciach bądź w rdzeniach. Wyniki tych badań mogą ułatwić odtworzenie następstwa czasowego deformacji ciągłych i nieciągłych w badanym rejonie (pośrednio informacja ta może być wykorzystana w kartografii wglębnej).

Jednym ze sposobów prezentacji wyników analiz lineamentów jest wykonanie diagramów sumarycznych długości spękań w sektorach o szerokości 5 -10° na diagramach biegunowych.

## **MAPY GEOLOGICZNE I FOTOGEOLOGICZNE**

### **MAPY GEOLOGICZNE**

MG ukazują rozprzestrzenienie jednostek wydzielen stratygraficznych obserwowane na powierzchni terenu. MG mogą być wykonane klasycznymi technikami – na podstawie terenowego zdjęcia kartograficznego lecz jeśli to możliwe uwzględniają również wyniki fotointerpretacji. Materiały wspomagające do wykonania MG obejmują profile glebowe,

profile litologiczne (sondy), profile wierceń. MG muszą również uwzględniać archiwalne materiały bibliograficzne i kartograficzne.

Podstawowe rodzaje powierzchniowych MG ukazują rozkłady warstw wraz z pokrywą czwartorzędową (utwory polodowcowe, deluwia, aluwia, pokrywy glebowe). Mapy tego typu są przydatne dla celów gospodarczych – umożliwiają lokalizację występowania stanowisk surowców potencjalnie użytecznych gospodarczo. W przypadku miększych pokryw utworów najmłodszych mapy zakryte mają nieznaczna użyteczność dla poszukiwań naftowych. Dla celów KW największe znaczenie mogą mieć MG odkryte, bez utworów czwartorzędu. Wykorzystywane wraz z mapami lineamentów oraz mapami geomorfologicznymi, umożliwiają one dokonanie wstępnej predykcji budowy wgłębnej i lokalizacji prac sejsmicznych. Dla płytko położonych, częściowo zerodowanych warstw, wynurzających się na powierzchnię, informacje z map geologicznych (upady, miąższości, litologia, parametry zbiornikowe) mogą być używane do konstruowania map wgłębnych.

### **MAPY FOTOGEOLOGICZNE (MF)**

Mapy fotogeologiczne są wykonywane na podstawie zdjęć lotniczych lub satelitarnych z zastosowaniem stereoskopu. Stereoskopowe widzenie zdjęć powoduje uwypuklenie obserwowanych w naturze kontrastów wysokościowych pozwalające precyzyjnie wychwycić istotne z punktu widzenia geologii lub geomorfologii cechy budowy powierzchni terenu.

Wyniki geologicznej fotointerpretacji zdjęć mają wielorakie aspekty. Pozwala ona dokonać interpretacji ilościowej interpretacji topografii ( przestrzenne rozkłady i wysokości wydzielanych form terenu) oraz pomierzyć powierzchnie wydzielanych jednostek). Na podstawie analizy odcieni zdjęć można dokonać interpretacji litofacjalnej wydzielając tzw. facje fotogeologiczne. MF umożliwiają również interpretację stratygraficzną ( przebieg wychodni, zasięg powierzchni niezgodności itp.) czy wreszcie analizę strukturalno – tektoniczną.

MF mogą mieć szczególnie duże zastosowanie na obszarach słabo rozpoznanych szczegółowym powierzchniowym zdjęciem geologicznym, w obszarach trudno dostępnych (wysokie góry, bagna, pustynie). Najwyższą jakość fotointerpretacji można uzyskać na obszarach słabo zagospodarowanych oraz rejonach posiadających ubogą pokrywę roślinną.

W przypadku interpretacji małoskalowych zdjęć satelitarnych bądź lotniczych (skale mniejsze niż 1:100 000) MF mogą stanowić tani i stosunkowo dokładny sposób oceny geologii odsłaniającej się na powierzchni. W przypadku zdjęć dużoskalowych Mogą stanowić precyzyjne uzupełnienie map geologicznych wykonywanych tradycyjnymi metodami.

## **GEOLOGICZNE MAPY ODKRYTE (GMO)**

**[subcrop map, peel map, submask map]**

GMO odtwarzają współczesne wykształcenie wybranej wgłębnej powierzchni geologicznej. Najczęściej ukazują rozkłady wychodni na powierzchni niezgodności. Są to linie intersekcji warstw podścielających powierzchnie niezgodności. W pasach fałdowo-nasunięciowych GMO odtwarzają intersekcję warstw autochtonicznych oraz powierzchni nasunięcia. Mapy te są konstruowane i interpretowane w taki sam sposób jak wcześniej opisane mapy geologiczne. Do ich wykonania mogą być wykorzystane wyniki interpretacji sejsmiki refleksyjnej. GMO mają być stosowane do interpretacji następstwa deformacji w obrębie starszych kompleksów strukturalnych. Znajdują również zastosowanie jako wprowadzające ograniczenia geologiczne przy konstruowaniu map ilościowych tych kompleksów. Bezpośrednia ich interpretacja pozwala rozpoznać rozkład dyslokacji synklin antyklin itp. wykształconych w pogrzebanych kompleksach strukturalnych.

Nałożenie na GMO izohips powierzchni niezgodności w wielu wypadkach ułatwia interpretację zjawisk geologicznych a także pozwala bardziej precyzyjnie wykreślić prawdopodobny przebieg zasięgów warstw. Wspólna interpretacja GMO oraz map miąższości warstw leżących nad powierzchnią niezgodności w niektórych przypadkach umożliwia wykrycie stref wyklinowania (np. wykrycie linii brzegowej).